

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN
MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S.A.**

Juan Diego Melgar Revolorio

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S.A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE UNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JUAN DIEGO MELGAR REVOLORIO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES
EN EL GRADO ÁCADEMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godinez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MA. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Cont. Neydi Yasmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 de septiembre de 2017.

Juan Diego Melgar Revolorio



Guatemala, 19 de octubre de 2017.
Ref.EPS.DOC.7371.10.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería, Usac

Estimada Inga. Classon de Pinto.

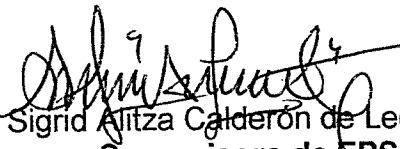
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, **Juan Diego Melgar Revolorio**, Carné No. **201210770** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 19 de octubre de 2017.
Ref.EPS.D.422.10.17

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

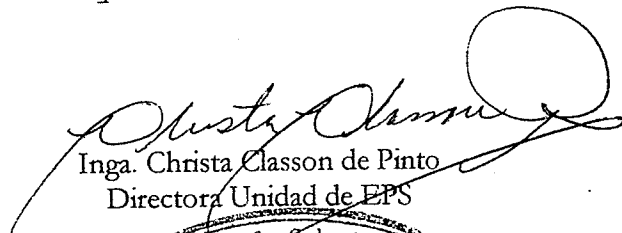
Estimado Ingeniero Gómez Rivera:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Juan Diego Melgar Revolorio** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

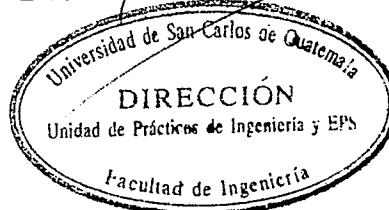
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

SJRS/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.144.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Diego Melgar Revolorio**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

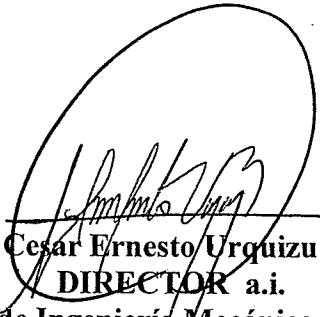
/mgp



REF.DIR.EMI.002.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Diego Melgar Revolorio**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2018.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

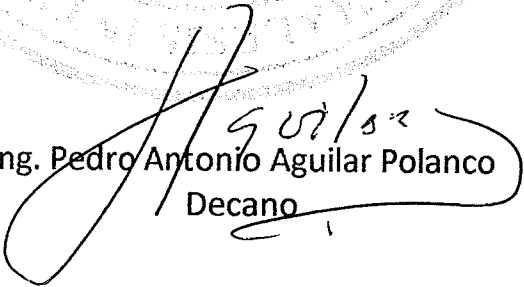


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 015.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Diego Melgar Revolorio** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, enero de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

La energía	Por que con trabajo y esfuerzo se transforma en éxito.
Mi madre	Mónica Clarisa Revolorio Paz, su presencia será siempre mi motivación.
Mis abuelos	Clara Luz Paz y Mario Arnulfo Revolorio, por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras aspectos de mi vida.
Mi hermano	Luis Enrique Melgar Revolorio, para que persevere en el alcance de sus metas profesionales.
Mi tío y familia	Mario Josue Revolorio Paz, por sus consejos y acompañamiento.
Mis padrinos	Juan José Escobar e Hilda Josefina Morales, por su exigencia durante la carrera.
Mis amigos compañeros	y Por ser las personas que me motivaron a ser competitivo y lograr este sueño.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por permitirme ser parte de esta honorable casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por todos los conocimientos adquiridos en el área ingenieril durante mi época de estudiante.

Facultad de Agronomía

Por todos los conocimientos adquiridos en el área agronómica durante mi época de estudiante.

Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA)

Por todos los conocimientos adquiridos en el área práctica durante mi época de estudiante.

Industria Avícola de Mixco S.A.

Por ser la institución que confío en mí, para realizar mis practicas aplicando mis conocimientos a nivel profesional..

Ing. Fredy Aroldo Gramajo

Por su exigencia en mi época de estudiante.

Ing. Heberto Alegre Ordoñez

Por ampliar mis conocimientos en la carrera e impulsarme a ser emprendedor.

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León

Por asesorarme durante todo el proceso de ejercicio profesional supervisado.

Psic. Rosny Melgar, Lic. Ana De la Roca y Sra. Dora Beatriz Berganza Palma.

Por brindarme mi primera oportunidad laboral en el ámbito profesional y confiar en mí.

Sra. Maria Luisa Set Boc y Sra. Feliciano Cobo.

Por su constante compañía y cuidados a lo largo de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO.....	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	1
1.3. Misión.....	2
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Organigrama.....	2
1.6. Funciones.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL MEJORA DE LOS PROCESOS	5
2.1. Diagnóstico de la situación actual.....	5
2.1.1. Procesos en el área de producción, División Pecuaria.....	5
2.1.1.1. Huevo fresco rosado/blanco.....	6
2.1.1.2. Huevo en marqueta.....	6
2.1.1.3. Huevo libre de jaula.....	7
2.1.1.4. Abono orgánico.....	8
2.1.1.5. Ganado porcino en pie.....	8
2.1.2. Proceso de producción de huevo	9
2.1.2.1. Análisis de Pareto en producción de huevo	

	fresco.....	12
2.1.2.2.	Diagrama de Ishikawa para huevo sucio.....	16
2.1.2.3.	Huevo mal clasificado.....	22
2.1.2.4.	Huevo astillado/roto	33
2.1.3.	Aprovechamiento de la carne de cerdo	46
2.1.3.1.	Análisis de Pareto en producción de cerdos....	46
2.1.3.2.	Análisis de Ishikawa para carne de cerdo	49
2.1.4.	Procesos de producción de abono orgánico.....	56
2.1.4.1.	Análisis de Pareto para proceso de abono orgánico	56
2.1.4.2.	Diagrama de Ishikawa para el proceso de abono orgánico	59
2.1.3.4.	Investigación del proceso de abono	63
2.2.	Mejora de los procesos.....	66
2.2.1.	Programa de limpieza en granja.....	66
2.2.1.1.	Procedimientos de limpieza en área de gallineros	71
2.2.1.1.1.	Procedimiento para limpieza de superficies en contacto directo e indirecto con el huevo, gallinero automático 1, 2, 3 y 4.....	71
2.2.1.1.2.	Procedimiento para solución de cloro a 200 ppm.....	72
2.2.1.1.3.	Procedimiento para solución de ROTOSAN al 10%.....	72
2.2.1.1.4.	Procedimiento de limpieza y desinfección para un equipo o utensilio de manera seca.....	73

2.2.1.1.5.	Procedimiento de limpieza y desinfección para un equipo o utensilio de manera húmeda.....	74
2.2.1.1.6.	Procedimiento para solución de Rotosan al 1 % para limpieza de huevo.....	75
2.2.1.1.7.	Procedimiento de limpieza de manera seca.....	76
2.2.1.1.8.	Procedimiento de limpieza de gallinero automático general.....	77
2.2.2.	Tabla de clasificación de huevo fresco.....	81
2.2.3.	Área de clasificación modificada	83
2.2.4.	Control de calidad	86
2.2.5.	Edificio para la producción de huevo y marqueta remodelado	89
2.2.6.	Cuarto de emergencias para el sacrificio de cerdos.....	95
2.2.7.	Aboneras en sitio de gallineros tradicionales.....	99
3.	PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN LAS GALERAS DE POSTURA	103
3.1.	Análisis de Pareto para consumo de energía eléctrica.....	106
3.2.	Investigación de las instalaciones.....	111
3.3.	Propuesta para la reducción del consumo de energía eléctrica... ..	118
4.	PLAN DE CAPACITACIÓN.....	123
4.1.	Diagnóstico de capacitación.....	123
4.2.	Ejecución de las capacitaciones.....	130

CONCLUSIONES137
RECOMENDACIONES.....141
BIBLIOGRAFÍA.....143
ANEXOS.....145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa	3
2.	Gallinero tradicional en condiciones críticas de control de ambiente productivo.....	10
3.	Condiciones de gallinero tradicional: deterioro, suciedad y posturas de trabajo en producción.....	11
4.	Condiciones del gallinero automático: suciedad y desperdicio de producto, estaciones de trabajo en el área de producción	12
5.	Gráfico del análisis en producción de huevo (defectos).....	14
6.	Muestra de huevos con sangre en la producción	15
7.	Desuniformidad visual en cartones de huevo	15
8.	Recopilación de huevos sucios en la muestra	16
9.	Diagrama de Ishikawa de huevo sucio	17
10.	Gallineros con suciedad acumulada.....	18
11.	Suciedad presente en las instalaciones	18
12.	Acumulación de suciedad por concentrado y gallinaza.....	19
13.	Prueba de huevo con y sin tratamiento de lavado en doceneras	20
14.	Diagrama de Ishikawa de causas para huevo mal clasificado.....	22
15.	Tabla de pesos utilizada para cajas de huevo	23
16.	Empaque de huevo mal clasificado.....	24
17.	Área de trabajo en gallinero, sin herramienta para clasificar	25
18.	Área de trabajo para clasificación de huevo	30

19.	Diagrama de Ishikawa para las causas del huevo astillado/roto	33
20.	Empaque de huevo astillados por manipulación.....	34
21.	Operario lijando la superficie del huevo	35
22.	Registro general de huevo, en el se incluye el roto	35
23.	Huevo roto por choque contra jaula de metal.....	36
24.	Huevo roto recolectado directamente del lugar de postura	37
25.	Parte frontal, entrada del edificio.....	38
26.	Paso siguiente a la entrada del edificio de clasificación.....	39
27.	Área de almacenamiento de huevo, marqueta y empaque.....	40
28.	Resultados de evaluación -RTCA-.....	41
29.	Gráfico de causas de sacrificio en los lotes de cerdos	47
30.	Aislamiento de cerdo por heridas de pelea	48
31.	Cerdo que muestra una postura peculiar de enfermedad respiratoria	48
32.	Aglomeración de cerdos en corrales, signos de baja temperatura en el ambiente	49
33.	Diagrama de Ishikawa sobre causas de contaminación de carne	50
34.	Área de destace de cerdo	51
35.	Tratamiento de vísceras	51
36.	Destace de carne	52
37.	Gráfico de los problemas presentes en los sacos de abono orgánico.....	57
38.	Plagas en gallinaza fresca.....	58
39.	Inundación y contaminación de huevo en playa de gallinaza	58
40.	Huevo roto en jaula, a punto de caer al abono formando parte de la contaminación	59
41.	Diagrama de Ishikawa para tiempos largos en abono orgánico	60
42.	Carencia de acondicionamiento para proceso estándar en las playa de abono	61
43.	Patio de secado de gallinaza para abono orgánico	62

44.	Muestra los estándares de abono a partir de gallinaza	65
45.	Tabla de clasificación de pesos bajos en huevo	81
46.	Tabla de clasificación pesos altos en huevo	82
47.	Vista de planta, para estación de trabajo remodelada.....	84
48.	Estación de trabajo vista de perfil.....	85
49.	Gráfico de control para clasificación en gallineros	88
50.	Parte frontal, entrada del edificio.....	89
51.	Paso siguiente a la entrada de edificio de clasificación.....	90
52.	Área de clasificación de huevo y marqueta.....	91
53.	Área de almacenamiento de huevo, marqueta y empaque.....	91
54.	Vista de planta para el cuarto de sacrificios.....	95
55.	Vista de planta del área de corrales de acondicionamiento.....	96
56.	Foto de perfil de cuarto de sacrificio, área de destace	97
57.	Abonera en sitio de nylon negro.....	99
58.	Prueba piloto en gallinaza, comportamiento de la materia prima	100
59.	Mapa de las instalaciones eléctricas en área de galeras de granja	104
60.	Diagrama de Pareto de consumo de energía eléctrica	107
61.	Programa de luminarias en granja	108
62.	Motor presente en gallinero automático	109
63.	Luminarias en galeras que presentan suciedad y sin función.	109
64.	Resumen general de fallas en programas de iluminación	110
65.	Importancia de las iluminación en el trabajo	112
66.	Iluminación led en comparación con otras tecnologías.....	114
67.	Ángulos de iluminación led.....	115
68.	Importancia de las condiciones para colocar la fuente de iluminación....	116
69.	Luminaria led de bajo consumo	118
70.	Especificaciones de luminaria led.....	119
71.	Proyección de ahorro con luminaria led en el corto plazo	122

72.	Análisis de Ishikawa para necesidades de capacitación.....	123
73.	Encuesta dirigida a división de establecimiento y pecuaria	124
74.	Operario nuevo recibiendo inducción de otro operario	126
75.	Capacitación en granja llevada a cabo al final de la jornada.....	127
76.	Trabajadores que muestran carencia de atención a la capacitación.....	128
77.	Trabajadores de ventas entre la capacitación para trabajadores de producción.....	128
78.	Área de comedor para capacitar a los operarios de producción	133
79.	Personal de producción previo a las capacitaciones	133
80.	Programa de señalización industrial acorde a capacitaciones	134

TABLAS

I.	Muestreo de huevo en bodega para la cuantificación de defectos.....	13
II.	Resultados de huevo con limpieza química	21
III.	Resultados de huevo sin limpieza química	21
IV.	Resultados de la evaluación visual de huevo sucio y clasificado	26
V.	Resultados de la evaluación visual de huevo limpio y clasificado	26
VI.	Pesos de huevo que se manejan en el mercado	27
VII.	Rúbrica de evaluación para transporte de cargas manuales	29
VIII.	Consideraciones para llevar a cabo el estudio de tiempos en granja ...	31
IX.	Tiempo estándar de clasificación y sellado	32
X.	Análisis de problemas en lotes de cerdos	46
XI.	Rúbrica de evaluación y resultados de inspección al rastro actual.....	54
XII.	Análisis de los problemas en sacos de abono orgánico.....	57
XIII.	Actividades en gallineros y otros requerimientos.....	67
XIV.	Actividad, equipo de trabajo y productos de limpieza a utilizar.....	68

XV.	Detalles de cada actividad a desarrollar.....	68
XVI.	Cronograma mensual de actividades de limpieza en gallinero.....	69
XVII.	Cronograma mensual de actividades de limpieza en gallinero	70
XVIII.	Presupuesto para el área de trabajo en clasificación de huevo	85
XIX.	Registro de huevo para generar el control de calidad.....	87
XX.	Presupuesto para mejoras en edificio de clasificación de huevo	93
XXI.	Presupuesto para mejoras en bodega de edificio.....	94
XXII.	Presupuesto para el área de sacrificios.....	98
XXIII.	Presupuesto para el mejoramiento de aboneras en sitio	101
XXIV.	Ficha de inspección para equipo eléctrico	105
XXV.	Consumo en iluminación del área de galeras en granja	105
XXVI.	Resumen de la luminaria actual en galeras de producción	106
XXVII.	Proyección del ahorro en consumo eléctrico.....	120
XXVIII.	Proyección de la inversión en luminaria para cambio a led.....	120
XXIX.	Recuperación de la inversión en luminaria led en base al ahorro	121
XXX.	Ficha de capacitación para bioseguridad	130
XXXI.	Generalidades del plan de capacitaciones.....	131
XXXII.	Ficha de capacitación para cargas manuales	132
XXXIII.	Ficha de capacitación para resolución de problemas	132
XXXIV.	Programación de capacitaciones en granja.....	135
XXXV.	Costos de las capacitaciones brindadas por EPS.....	136

RESUMEN

En la empresa los procesos principales son: producción de huevo fresco, obtención de carne a partir de cerdos y abono orgánico. En el caso de la producción de huevo fresco, la más importante, fue donde se realizó la mayoría de mejoras debido a que las instalaciones de campo y procesamiento tienen más de 50 años, objeto de constante mantenimiento correctivo por deterioro. También, el personal operativo en las instalaciones es el mínimo requerido para el funcionamiento de los procesos; la genética, es decir, las aves tienen altos ciclos productivos, por lo tanto, sufren un mayor desgaste, esto influye en las características del producto final, por lo que se necesita mejor trato del huevo en el proceso.

Los puntos más relevantes en la mejora del proceso son las estaciones de trabajo para gallineros automáticos donde los operarios están sujetos a tiempos de la maquinaria. En el caso de los gallineros tradicionales un registro para evaluar la producción de manera objetiva, programas de limpieza efectivos, controles de clasificación y el análisis de frescura del huevo con la finalidad de detectar defectos en la actividad como huevos rotos y astillados.

En el caso del proceso para obtener carne a partir del engorde de cerdos, se tienen espacios reducidos para los lotes que inducen a la irritabilidad y estrés, por ende, se pelean; otro factor que influye es que se utilizan como bodega lo que causa contaminación cruzada que provoca que adquieran enfermedades respiratorias por lo que son sacrificados o con tendencia a morir. Esta carne de cerdo es destinada a la venta interna de la granja y consumidor final, por ello se decide mejorar las áreas de proceso de los cerdos que son

sacrificados, esto con base en la normativa nacional de rastros, con el objetivo de que se cumplan los estándares mínimos para obtener carne de calidad, aparte de la mejora de las instalaciones en campo.

Para el procesamiento de abono orgánico se tiene un descontrol sobre la gallinaza y la forma como se procesa en los espacios, una oportunidad para optimizar el procesamiento. Todo comienza por la carga de nutrientes aprovechados por las plagas, al mismo tiempo tener contacto directo con el clima que provoca una fermentación descontrolada. La localización de este fenómeno está en los gallineros tradicionales donde esta expuesta al clima junto a una variabilidad de condiciones. Para gallineros automáticos existen bandas que mantienen cubierta la materia prima, recolectada cada dos días; por último, en los gallineros de piso, el proceso lo realiza la gallina bajo condiciones estables; al remover el producto con sus patas en combinación con viruta el producto después de meses está listo para su venta. Las mejoras se enfocaron en las instalaciones que permiten al abono ser procesado en sitio por más de dos meses; al estabilizar la humedad, estandarizar la fermentación, evitar ser invadido por plagas y protegido del clima.

Por último, de manera general se realizó un plan de reducción del consumo eléctrico en todas las galeras con el fin de aprovechar las nuevas tecnologías y el uso considerable de los recursos naturales que representa un ahorro de Q 1 206,88. Además, se llevó a cabo un plan de capacitaciones enfocado al personal y las actividades que desempeñan en el puesto, siguiendo el cronograma de capacitaciones junto a los objetivos del área pecuaria, con la aplicación de herramientas de ingeniería para evaluar de manera objetiva las mejoras en los procesos.

OBJETIVOS

General

Mejora de los procesos para los productos (huevo fresco blanco y rosado, huevo en marqueta, abono orgánico, ganado porcino y huevo libre de jaula) en la empresa Industria Avícola de Mixco S.A.

Específicos

1. Diagnosticar los procesos de huevo fresco blanco y rosado, huevo en marqueta, abono orgánico, ganado porcino y huevo libre de jaula.
2. Recopilar datos que permitan realizar diagramas para verificar costos/beneficios de mejoras en cada proceso.
3. Diagnosticar los requerimientos de producción, maquinaria y costos de oportunidad para el área de producción.
4. Generar un proceso eficiente que aumente el valor para huevo fresco blanco y rosado, huevo en marqueta, abono orgánico, ganado porcino y huevo libre de jaula.
5. Identificar los factores que intervienen en el diseño de una cadena de valor eficiente para huevo fresco blanco y rosado, huevo en marqueta, abono orgánico, ganado porcino y huevo libre de jaula.
6. Usar técnicas de análisis funcional para la selección del proceso y

tecnología que agrega valor a los productos.

7. Estandarizar los productos obtenidos de la producción y comercialización para aumentar el valor.
8. Aplicar modelos de control estadístico de la calidad, diagramas de Gantt, y métodos de asignación para planificación y ejecución de la cadena de valor.
9. Diseñar estaciones eficientes de trabajo con base en principios de economía de movimiento y ergonomía.
10. Crear un programa para la reducción de consumo de energía eléctrica enfocado a las instalaciones de postura.
11. Crear un programa de capacitación para los colaboradores enfocando las mejoras de los procesos.

INTRODUCCIÓN

La industria de producción pecuaria en muchos casos está sujeta a la variabilidad de su producción, debido a que trabaja con organismos biológicos, en este caso aves de postura y cerdos. En los últimos años las explotaciones pecuarias han sido objeto de expansión y competencia, por lo cual en Industria Avícola de Mixco mantiene una capacidad limitada por el territorio que abarca junto a la creciente población del área. Con el objetivo de mejorar sus procesos internos, se planea el estudio desde el punto de vista ingenieril con propuestas que permitan mayor aprovechamiento de las instalaciones actuales y en el futuro lograr un crecimiento.

El sector avícola específicamente el dedicado a la producción de huevo con aves especializadas ha sido atacado por el creciente contrabando del producto proveniente de las fronteras, además de estar sujeto a la capacidad por territorio y a la disponibilidad de tecnología a nivel nacional es nula. Debido a factores externos e internos como porcentajes de huevo sucio, huevo astillado, gallinaza y manejo de aves en instalaciones antiguas, se pretende mejorar el desempeño de la empresa con herramientas de ingeniería. Para ello se definen estándares, verificación de las causas de la problemática, estandarizar procesos, asegurar la calidad del producto, elevar la eficiencia, por ende, ser más productivos en el manejo de los recursos; obtener ganancias para elevar los niveles de producción.

En el caso del sector porcícola se tiene una demanda muy alta, además de estar sujetos a enfermedades por niveles de producción; este recurso se tiene por dos factores: el primero es el aprovechamiento de los desechos

provenientes de la producción de huevo y el segundo generar más ingresos para la misma unidad de negocio. Por ello es que existen cuatro lotes anuales, pero al momento de estar en proceso de engorde surgen los problemas de estrés por espacio y enfermedades, esto provoca la necesidad de sacrificar individuos como una medida ante la propagación que representa desperdicio de la carne. Con estos factores se decide diseñar un cuarto de sacrificios de emergencia en los corrales de la granja.

1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO

1.1. Descripción

La empresa se dedicada a la producción y comercialización de productos pecuarios: ganado porcino y vacuno en pie, huevo fresco blanco, huevo fresco rosado, huevo en marqueta, ganado avícola de descarte, abono orgánico y caña de azúcar para el mercado institucional y consumidor final. En su mayoría la materia prima es concentrado, diferenciados para cada ganado.

“Somos una empresa con más de 50 años en el mercado, ofreciendo a nuestros clientes productos agropecuarios de alta calidad. Nuestro compromiso serio con su salud y nutrición nos lleva cada día a dar lo mejor de nosotros para que tengan siempre un producto y servicio confiable.”¹

1.2. Visión

“Llegar a ser reconocidos en el 2020 por nuestros clientes y sociedad como una empresa de producción y distribución que alimenta al mercado guatemalteco con productos de alta calidad, que generan fuentes de trabajo en equipo así como crecimientos sostenibles para la organización.”²

¹ Industria Avícola de Mixco S.A. <http://huevosdemixco.com/nosotros/>. Consulta: 14 de abril de 2017.

² Ibíd.

1.3. Misión

“En Huevos de Mixco, producimos y distribuimos productos agropecuarios de alta calidad y frescos, en un ambiente limpio y seguro, con un equipo humano altamente especializado y motivado, a través de estadísticas semanales que demuestran el compromiso con nuestros clientes , la sociedad guatemalteca y junta directiva.”³

1.4. Objetivos

“Poder alimentar a Guatemala con nuestros productos agropecuarios de alta calidad.”⁴

1.5. Organigrama

El organigrama es la representación gráfica de la estructura de una empresa; el objetivo es delegar funciones que abarcan desde los dueños hasta los operarios; como se ve en la figura 1, se desglosan varias jerarquías desde la junta directiva hasta los operarios; se muestra un carácter vertical donde las dependencias principales son:

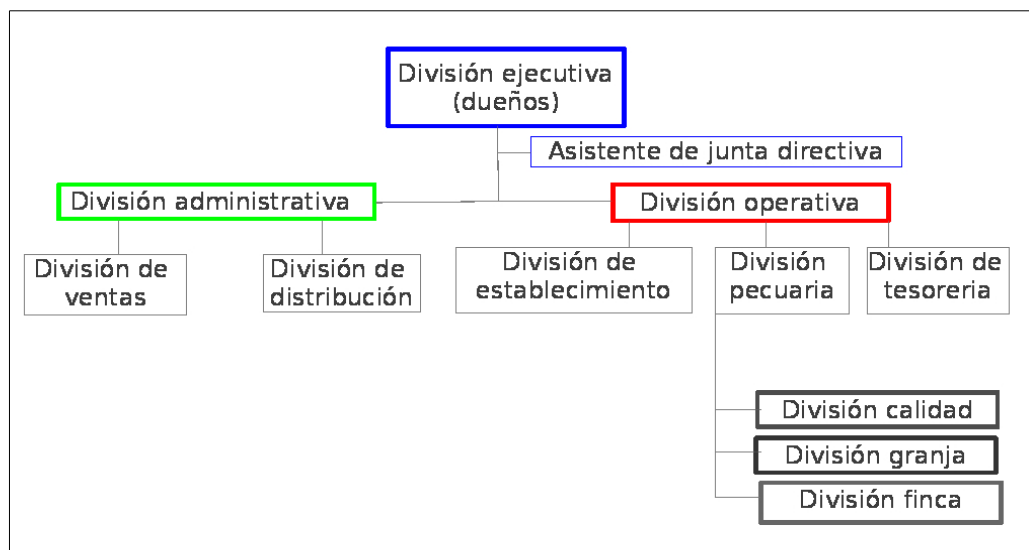
- División de pecuaria
- División de finca
- División de calidad
- División de tesorería

³ Industria Avícola de Mixco S.A. <http://huevosdemixco.com/nosotros/>. Consulta: 14 de abril de 2017

⁴ Ibíd.

- División de establecimiento
- División de distribución
- División de ventas y promociones

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

La división pecuaria integra a los departamentos de granja como de calidad encargados de fabricar, controlar y mejorar los productos. Estas dependencias son de interés debido a que en ellas se enfocan las mejoras y toda ejecución del EPS.

1.6. Funciones

La empresa actualmente divide sus funciones en varias coordinaciones:

- División ejecutiva: la empresa viable y en expansión.
- División de pecuaria: productos avícolas de alta calidad, a tiempo, satisfaciendo la necesidad del consumidor.
- División de finca: 1) caña de azúcar útil para la industria azucarera y para la alimentación de ganado; 2) ganado vacuno sano, listo para la venta a la industria de la carne.
- División de calidad: 1) personal bien entrenado quienes son efectivos y eficientes; 2) la empresa y sus productos corregidos.
- División de tesorería: bienes de la empresa y reservas, preservados y valiosos.
- División de establecimiento: la empresa con personal contratado, capacitado en su puesto y productivo.
- División de distribución: alcanzar el presupuesto de ventas, una base de clientes documentados y creciendo a quienes se les presta un excelente servicio documentando los casos de éxito.
- División de ventas y promociones: ventas de los productos de la empresa en volumen suficiente para asegurar que el ingreso sea mayor que el desembolso más las reservas.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL MEJORA DE LOS PROCESOS

2.1. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico actual de la empresa se hace necesario ya que para implementar una mejora, primero se deben identificar las fallas de los procesos: al inicio se realizó una verificación de registros para cuantificar fallos realizando un análisis de Pareto. Luego, se realizó una visita a todas las instalaciones, a manera de observación donde se conocieron los procesos y focalizaron los errores dentro de cada área: producción de huevo fresco, carne de cerdo y abono orgánico.

Para determinar las causas de manera específica en cada proceso se aplicó el análisis con el diagrama de Ishikawa. El método se enfoca en la relación de los problemas como una resultante a partir de sus orígenes divididos en seis denominados 6Ms: materia prima, mano de obra, métodos, mediciones, medio ambiente y maquinaria.

2.1.1. Procesos en el área de producción, División Pecuaria

En la empresa no existen procesos definidos de manera escrita, por lo tanto, se realizó una investigación en campo para verificar los procedimientos según los operarios. Con ello se complementa el estudio de diagramas de flujo, que más adelante se verá en cada apartado de los procesos.

2.1.1.1. Huevo fresco rosado/blanco

- Manejo del ave en galeras tradicionales: condiciones externas e internas óptimas para el ave.
- Producción de huevo: ciclo productivo de 26 a 34 horas cuando la gallina forma y produce un huevo.
- Recolección: actividad cuando los operarios se dirigen a las galeras para obtener los huevos.
- Clasificación: actividad donde los operarios catalogan los huevos según su peso y apariencia.
- Empacado: momento cuando el huevo clasificado es puesto en empaques de 30 o 12 unidades para la venta.
- Sellado, pesado y etiquetado: actividad cuando la caja de 12 empaques de huevos de 30 unidades, es caracterizada en la etiqueta.
- Almacenado: actividad cuando las cajas de huevo son puestas de manera temporal para su transporte a puntos de venta de cliente final o mayorista.

2.1.1.2. Huevo en marqueta

- Manejo del ave en galeras tradicionales: condiciones externas e internas óptimas para el ave.
- Producción de huevo: ciclo productivo de 26 a 34 horas cuando la gallina forma y produce un huevo.

- **Recolección:** actividad cuando los operarios se dirigen a las galeras para obtener los huevos.
- **Clasificación de quebrado:** actividad cuando los operarios catalogan los huevos como roto, cuando su contenido está expuesto al ambiente de forma directa.
- **Embolsado de huevo:** el operario recoleta todo el interior de los huevos en una bolsa hasta considerar un máximo de 10 libras.
- **Almacenado:** se refrigera a 10 °C para mantener el producto en condiciones estables para la venta.

2.1.1.3. Huevo libre de jaula

- **Manejo del ave en galeras tradicionales:** condiciones externas e internas óptimas para el ave.
- **Producción de huevo:** ciclo productivo de 26 a 34 horas cuando la gallina forma y produce un huevo.
- **Recolección:** actividad cuando los operarios se dirigen a las galeras para obtener los huevos.
- **Clasificación y empaçado:** actividad cuando los operarios catalogan los huevos según su peso y apariencia; para ser puestos en empaques de 30 o 12 unidades.
- **Sellado, pesado y etiquetado:** actividad cuando la caja de 12 empaques de huevos de 30 unidades, es caracterizada en la etiqueta.

- Almacenado: actividad cuando las cajas de huevo son puestas de manera temporal para su transporte a puntos de venta de cliente final o mayorista.

2.1.1.4. Abono orgánico

- Producción de gallinaza: actividad cuando la gallina defeca en el sitio.
- Transporte: actividad que involucra el traslado de la gallinaza del sitio hacia la playa de proceso.
- Fermentación: proceso cuando la gallinaza se encuentra a temperaturas estables de 60 °C y humedad 50 % para transformarse en abono, nutrientes aprovechables.
- Deshidratación: proceso en el que el abono pierde humedad, hasta tener entre un 10 % a 15 %.
- Molienda: Actividad cuando las partículas del abono son reducidas.
- Empacado y etiquetado: se embolsa en sacos de 100 lb y se etiqueta con la tabla de nutrientes e instrucciones de uso.
- Almacenado: se retiene hasta ser vendido.

2.1.1.5. Ganado porcino en pie

- Crianza: fase del lote de cerdos cuando procura la sobrevivencia de todos los individuos, al climatizar el medio.
- Engorde: Fase del lote de cerdos cuando se dan las condiciones nutricionales para su crecimiento sostenible, y obtener rendimientos.

- Faena y aprovechamiento de carne (en casos de emergencia): actividad cuando si el cerdo es golpeado o afectado por una enfermedad, es sacrificado con orden de un veterinario competente para el aprovechamiento de su carne.
- Venta de cerdos para faena: el lote es vendido a un cliente.

2.1.2. Proceso de producción de huevo

Existen tres ámbitos: en el primero, galera tradicional, la gallina está enjaulada, para lo que el operario llega a recolectar el producto y lo clasifica en un carro de almacenamiento. En la figura 2 se evidencia la necesidad de procedimientos de limpieza, cambio de estructuras, controles de ambiente para óptima producción de huevo y abono orgánico.

También, se hace evidente que los trabajadores necesitan el equipo de protección personal para desarrollar actividades en campo que consiste en: guantes, redecilla/casco, cubre boca, cubre nariz y anteojos. El hecho de caminar en los pasillos de los gallineros dificulta la actividad de recolección al tener contacto con el ambiente que acarrea polvo y desechos de las aves, sin descartar la molestia de olores fétidos provocado por la fermentación de gallinaza.

Otros aspectos a resaltar son las gallinas que escapan de su jaula, debido a las condiciones de la instalación, las cuales, los operarios deben reinstalar haciendo que rondan lugares de contaminación como la zona de conos de gallinaza.

Figura 2. **Gallinero tradicional en condiciones críticas de control de ambiente productivo.**



Fuente: elaboración propia.

El segundo, galera de piso, la gallina está libre con corrales donde llega el operario y recolecta el producto puesto en el nido. En la figura 3 se evidencia que el operario ingresa sin protección ocular y respiratoria al lugar lleno de polvos producto de la gallinaza seca. También, se somete a esfuerzos prolongados debido a la posición de colecta, la aglomeración de gallinas, movimiento con carga y los procesos de limpieza son mínimos debido a la actividad del gallinero.

Figura 3. Condiciones de gallinero tradicional: deterioro, suciedad y posturas de trabajo en producción



Fuente: elaboración propia.

Por último, el tercer proceso, gallinero automático, es una jaula climatizada colocada a manera de batería que optimiza el espacio vertical que hace que el huevo llegue al operador por medio de bandas. En la figura 4 se observa que la maquinaria debido a la antigüedad genera un clima desfavorable con los polvos del concentrado, gallinaza seca y plagas dispersándolo en el producto. También, se observa que los operarios trabajan arriba del piso en tarimas, tienden a sufrir daños lumbares por el movimiento de clasificación de huevos; existe la contaminación cruzada, desorden, desaprovechamiento del espacio, condiciones no ergonómicas y riesgo de dañar el producto.

Figura 4. **Condiciones del gallinero automático: suciedad y desperdicio de producto, estaciones de trabajo en el área de producción**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1. Análisis de Pareto en producción de huevo fresco

El análisis de Pareto se realizó acorde a una muestra de la producción total, la cual fue seleccionada al azar. Se realizaron cálculos para determinar las cajas con base en la fórmula estadística de muestreo, donde el porcentaje máximo fue un rango del 28 % al 30 % de la producción; esto se realizó por 2 semanas. Con ello se obtienen los resultados en la tabla I, cabe resaltar que se

categorizan de manera cuantitativa los defectos en la producción de huevo según el 80/20; en la figura 5 se ve la gráfica, cómo afecta.

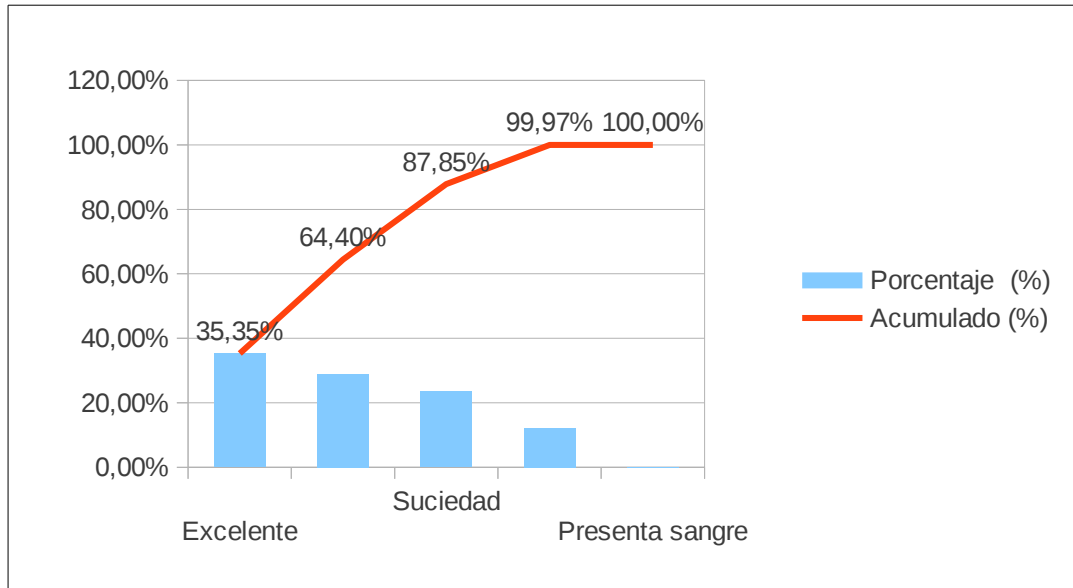
Tabla I. Muestreo de huevo en bodega para la cuantificación de defectos

Huevo	Unidades de huevo					Población
	Excelente	Mala clasificación	Suciedad	Astillado/ quebrado	Presenta sangre	
Muestras 1	11200	9000	600	100	10	69700
Muestras 2	3570	1190	3230	170	0	27200
Muestras 3	1060	1667	1667	1364	0	19193
Muestras 4	6083	6372	6951	5793	0	83997
Muestras 5	1378	1190	1316	119	7	13367
Muestras 6	1200	1483	1412	1341	0	18120
Muestras 7	1497	1585	1320	2113	4	21730
Muestras 8	1851	2468	3468	206	0	26643
Muestras 9	3240	1080	2040	120	6	21620
Muestras 10	2640	1680	360	240	0	16400
TOTAL	33719	27715	22364	11566	27	95391
Porcentaje (%)	35,35%	29,05%	23,44%	12,12%	0,03%	413361
Acumulado (%)	35,35%	64,40%	87,85%	99,97%	100,00%	

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla I se muestra que el mayor defecto es la mala clasificación del huevo seguida de la suciedad presente en el cascarón. El primer factor esta directamente relacionado a la mano de obra, ya que, de forma manual se realiza esta operación basándose en una tabla de pesos finales. El segundo factor es provocado en gran medida por el medio ambiente, así como la falta de procedimientos de limpieza que sean efectivos al momento de remover la suciedad.

Figura 5. **Gráfico del análisis en producción de huevo (defectos)**



Fuente: elaboración propia.

El análisis gráfico ayuda a estratificar los defectos en la producción de huevo con el objetivo de llevar a cabo un análisis más profundo, se tomarán en cuenta: mala clasificación de cartones, suciedad en el cascarón y huevo astillado o quebrado como los más importantes.

Todo ello se puede verificar en las figuras 6 y 8. Con base en estos defectos se realizó el diagrama de Ishikawa por cada uno para analizar las causas específicas y sus posibles soluciones. De esta manera se van a encontrar los orígenes de los defectos y se conocerá el proceso a profundidad, es decir, verificación de los procedimientos que se ejecutan.

Figura 6. **Muestra de huevos con sangre en la producción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Desuniformidad visual en cartones de huevo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Recopilación de huevos sucios en la muestra

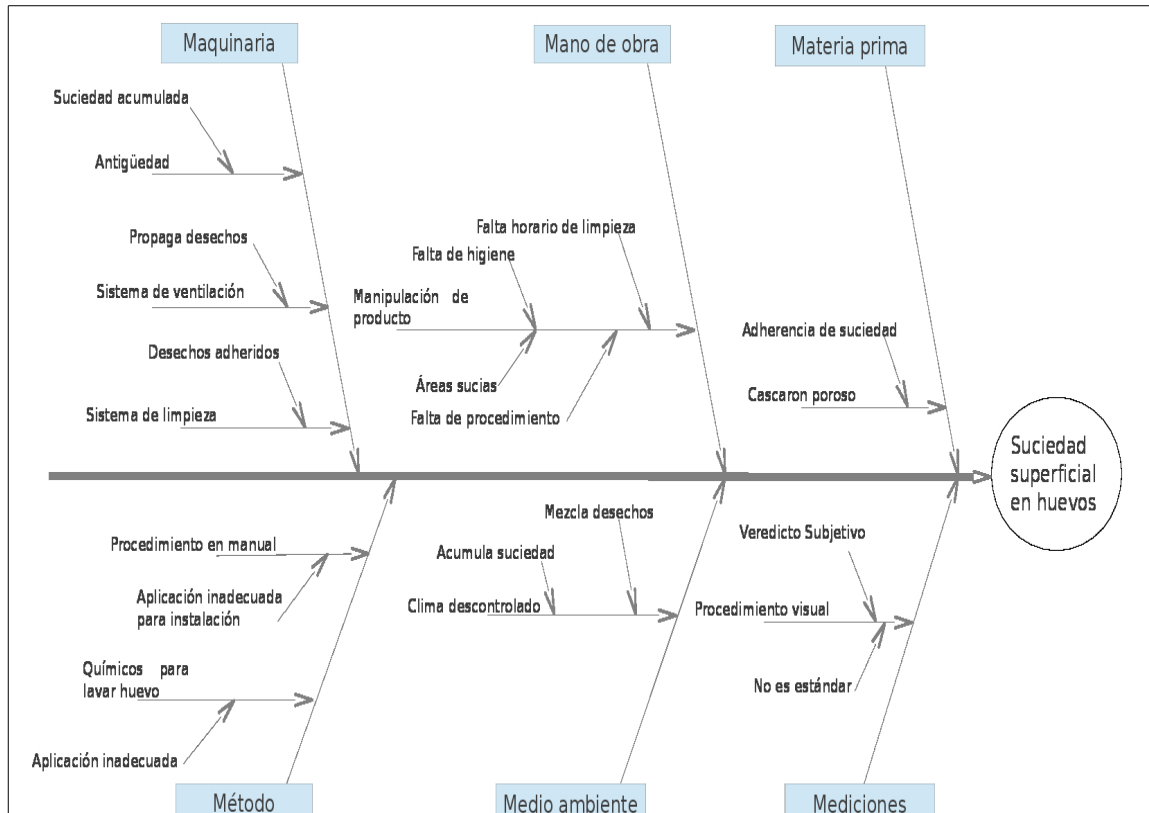


Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Diagrama de Ishikawa para huevo sucio

Se realizó un análisis acorde a las 6M: maquinaria, mano de obra, materia prima, método, medio ambiente y mediciones; para determinar las causas específicas del problema de huevo sucio en la granja realizando un diagrama que evidencia como se origina, se muestra en la figura 9.

Figura 9. Diagrama de Ishikawa de huevo sucio



Fuente: elaboración propia.

Para el huevo sucio se tienen las siguientes interacciones de los propuestos:

- Maquinaria: de manera general, la antigüedad del gallinero automático se hace ver en el sistema de ventilación que remueve la suciedad del piso, junto a los desperdicios del distribución de alimento depositándolo como polvo en el huevo. En las galeras tradicionales y de piso el alimento, las

fallas en bebederos, el suelo de tierra, el huevo roto hacen que la suciedad se adhiera al cascarón como se muestra en las figuras 10 y 11.

Figura 10. **Gallineros con suciedad acumulada**



Fuente: elaboración propia.

- Mano de obra: los procesos de limpieza carecen de un manual; dentro de la jornada laboral estas actividades se realizan de manera superficial, ya que no existen horario específicos y la misma carencia de cultura de higiene en los operarios, en la figura 11.

Figura 11. **Suciedad presente en las instalaciones**



Fuente: elaboración propia.

- Métodos: la carencia de procedimientos escritos hace que los encargados de producción establezcan de manera general la limpieza, por lo tanto, la eliminación de desechos físicos solo cubre los pisos y la banda de alimentación, insuficiente e inadecuada. Los programas de limpieza química son inadecuados ya que la dosificación siempre falla: al contaminar y representar un riesgo para los mismos trabajadores. Esto influye en como los desechos se van acumulando como se ve en la figuras 11 y 12 los instrumentos e instalaciones con desechos y plagas.
- Materia prima: el huevo al tener una cobertura formada por uniones de calcio, tiende a ser porosa, lo que contribuye a la adherencia de la suciedad y el intercambio de contaminación.
- Medio ambiente: la suciedad acumulada y el clima que genera la ventilación en el gallinero, hacen que se disperse en el lugar.

Figura 12. **Acumulación de suciedad por concentrado y gallinaza**



Fuente: elaboración propia.

- Mediciones: no existe un registro ni instrumento para medir la suciedad del huevo, más que un criterio visual, de los clientes y jefes, subjetivo; también, otras operaciones como lijar provocan fisuras.

Dentro de las causas se tiene la necesidad de diseñar una jornada de limpieza en las instalaciones, los puntos críticos para la contaminación del huevo: El gallinero, pisos, techos, paredes, banda transportadora, área de clasificación y bodega. Anteriormente, se utilizaba un producto para lavar el huevo que será evaluado para determinar si su aplicación le da valor agregado al huevo.

Con el fin de crear una metodología que elimine la suciedad superficial del huevo, se diagnóstico el procedimiento de lavado que se llevaba a cabo en granja; el cual se decidió dar de baja por presencia de huevo vencido en menos de 15 días. El producto a utilizar comercialmente se denomina Rotosan, aplicado al 1 % con agua fría, dejando los empaques durante 15 días para evaluar la frescura del huevo junto a la presentación visual, ver la figura 13.

Figura 13. **Prueba de huevo con y sin tratamiento de lavado en doceneras**



Fuente: elaboración propia.

La prueba que se realizó para diagnosticar la frescura del huevo, adaptando la práctica: higiene, inspección y control de huevos de consumo, de la Universidad de Murcia anexo N. 1. En las tablas II y III se muestran los índices evaluados: color de yema, estado del huevo, índice de yema y veredicto de la prueba de clara. Basado en estos resultados se realizaron las mejoras sobre huevo sucio.

Tabla II. Resultados de huevo con limpieza química

Huevo sometido a un tratamiento de limpieza químico, Rotosan al 1%, guardado en una docenera plástica				
No. de muestra	Color de yema	Estado del huevo	Índice de yema	Veredicto
1	9,00	MUY FRESCO	0,26	EXCELENTE
2	10,00	MUY FRESCO	0,27	EXCELENTE
3	10,00	MUY FRESCO	0,44	EXCELENTE
4	9,00	MENOS FRESCO	0,25	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
5	8,00	FRESCO	0,28	MUY BUENO
6	10,00	FRESCO	0,25	ACEPTABLE
7	8,00	FRESCO	0,31	MUY BUENO
8	8,00	FRESCO	0,31	ACEPTABLE
9	13,00	MENOS FRESCO	0,39	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
10	11,00	FRESCO	0,26	ACEPTABLE
11	11,00	FRESCO	0,30	ACEPTABLE
12	8,00	FRESCO	0,31	MUY BUENO
Promedios	9,58	FRESCO	0,30	MUY BUENO

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Resultados de huevo sin limpieza química

Huevo sin tratamiento de limpieza, empacado en una docenera plástica				
No. de muestra	Color de yema	Estado del huevo	Índice de yema	Veredicto
1	10	FRESCO	0,41	ACEPTABLE
2	8	MENOS FRESCO	0,42	MARGINAL
3	11	FRESCO	0,30	MUY BUENO
4	10	MENOS FRESCO	0,29	MARGINAL
5	9	FRESCO	0,26	ACEPTABLE
6	10	MENOS FRESCO	0,30	MARGINAL
7	10	FRESCO	0,33	ACEPTABLE
8	11	FRESCO	0,41	ACEPTABLE
9	8	FRESCO	0,27	MUY BUENO
10	10	MENOS FRESCO	0,29	INACEPTABLE
11	10,00	MENOS FRESCO	0,33	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
12	9	MENOS FRESCO	0,32	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
Promedios	9,7	FRESCO	0,33	ACEPTABLE

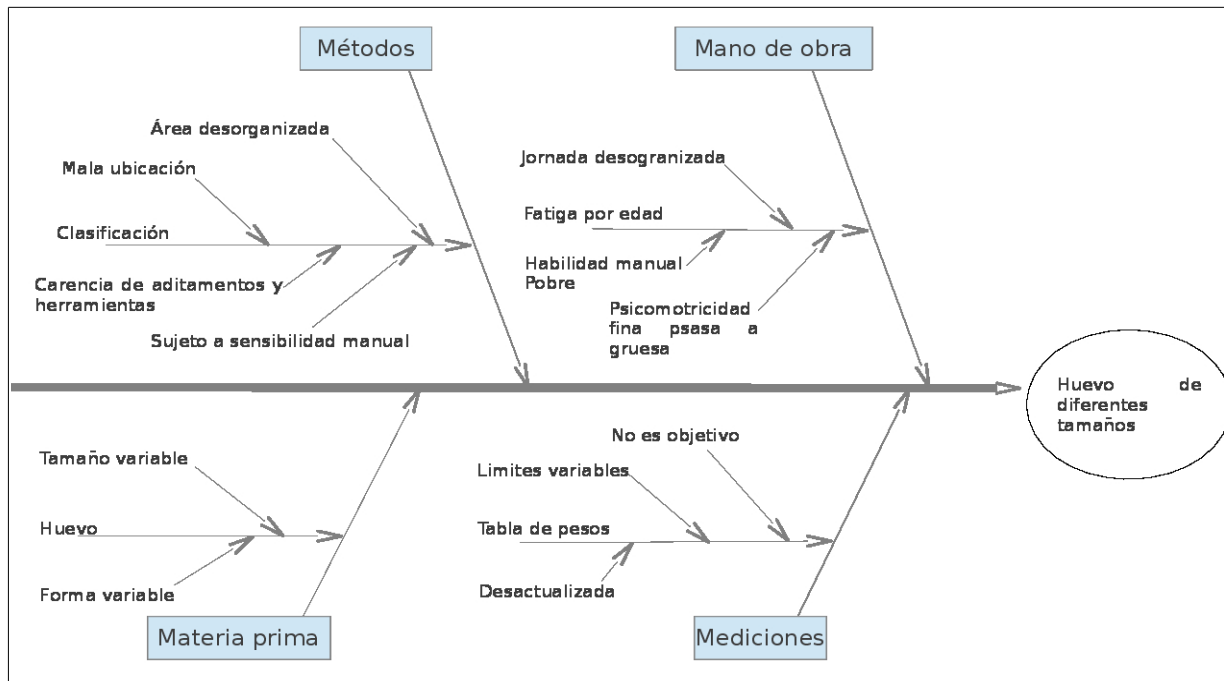
Fuente: elaboración propia.

De la tabla II se obtienen los resultados para clara de huevo, proteína denominada albumen, un puntaje de 80 contra la tabla III de huevo que normalmente se procesa con mayor degradación, para la clara un puntaje de 71. Con base en estos resultados se realizarán las mejoras en los procedimientos y el proceso de lavado de huevo.

2.1.2.3. Huevo mal clasificado

Dentro de la problemática de granja se tiene mala clasificación de huevo que se origina en los procesos manuales; también existen otros factores para lo cual se ve el análisis de las 4M en la figura 14.

Figura 14. Diagrama de Ishikawa de causas para huevo mal clasificado



Fuente: elaboración propia.

- Mediciones: la forma de medir la clasificación del huevo es de manera visual, no hay registros del control de la variabilidad de los cartones para guiar a los operarios en su desempeño diario; lo único que se utiliza es la tabla de clasificación para cajas de 12 empaques de 30 unidades expuesta en la figura 15, que se encuentra desactualizada.

Figura 15. **Tabla de pesos utilizada para cajas de huevo**

	Peso por Caja (lb.)		Peso cartón (lb.)		Peso huevo (grs.)	
	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo	Minimo	Maximo
GRAN	36.00	37.00	3.00	3.08	0.02	0.06
MEDIANO	40.00	42.00	3.33	3.50	48.68	52.97
PEQUEÑO	43.5	44.50	3.63	3.71	53.09	56.12
MUY PEQUEÑO	48.00	48.50	4.00	4.04	58.77	61.16
MUY MUY PEQUEÑO	52.00	52.50	4.33	4.38	63.81	66.21
MUY MUY MUY PEQUEÑO	57.00	57.50	4.75	4.79	70.12	72.51
MUY MUY MUY MUY PEQUEÑO	64.00	0.00	5.33	0.00	78.95	0.00

Fuente: elaboración propia.

- Mano de obra: la fatiga dentro de la jornada y la distribución de sus actividades influyen en la sensibilidad de los operarios, por lo que tienden a realizar cambios en su desempeño. Problemas por pasar de una actividad de psicomotricidad fina a otra de psicomotricidad gruesa; como

se ve en la figura 16: un cartón de huevo mal clasificado.

Figura 16. **Empaque de huevo mal clasificado**



Fuente: elaboración propia.

- **Métodos:** la carencia de aditamentos o herramientas especializadas para la clasificación de huevo hace difícil mantener un estándar para los empaques de 30 unidades; esto se refleja en la figura 17 ya que se cuenta con una balanza digital donde se pesan 6 empaques de manera simultanea. La balanza pequeña que se observa es utilizada por el gestor de calidad para verificar, en los muestreos los pesos, por unidad de empaque; de manera que sea objetiva la calificación del operario. El área de trabajo también muestra deficiencias ya que existe poco espacio para el acomodamiento de las cajas de huevo, este a pesar de ser temporal debe brindar mayor confort al operario al momento de inspeccionar su trabajo, muy importante para operaciones como el etiquetado y limpieza superficial de huevos.

Figura 17. **Área de trabajo en gallinero, sin herramienta para clasificar**



Fuente: elaboración propia.

Con base en la falta de controles objetivos para la clasificación se diagnóstico en base a los criterios de práctica: higiene, inspección y control de huevos de consumo, Universidad de Murcia anexo N. 1, la manera en que el consumidor visualiza el empaque de 30 unidades de huevo con relación a a la altura, índice morfológico y peso unitario. La evaluación visual consistió en una escala de 1 a 3, donde 1, representa me gusta, 2, representa me da igual y 3, representa me disgusta; para evaluar las presentaciones.

Con el fin de definir estándares y procesos de mejora para el huevo se evaluará la calificación así como la suciedad presente en el cascarón. El primer aspecto debido a que se quiere un producto más uniforme en peso y por consiguiente de forma visual. El segundo aspecto debido a la higiene ante el consumidor y prevención de la salmonella sp presente en la aves; también, para cumplir los requisitos de entrada a mercados especiales como lo son supermercados y restaurantes de prestigio.

Tabla IV. **Resultados de la evaluación visual de huevo sucio y clasificado**

Sucio			
Característica	Forma	Altura	Peso
Juez 1	2	3	1
Juez 2	3	3	1
Juez 3	3	3	1
Juez 4	2	1	1
Juez 5	2	3	3
Juez 6	3	2	1
Juez 7	3	2	3
Juez 8	2	2	1
Juez 9	2	2	1
Juez 10	1	2	1
Totales	23	23	14

Fuente: elaboración propia

Tabla V. **Resultados de la evaluación visual de huevo limpio y clasificado**

Blanco			
Característica	Forma	Altura	Peso
Juez 1	1	3	2
Juez 2	3	3	1
Juez 3	1	3	3
Juez 4	1	2	1
Juez 5	1	2	3
Juez 6	2	3	2
Juez 7	3	2	1
Juez 8	3	3	2
Juez 9	2	1	2
Juez 10	2	2	2
Juez 11	1	2	3
Juez 12	2	1	1
Juez 13	1	3	1
Juez 14	2	3	1
Juez 15	3	3	1
Totales	28	36	26

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis, la puntuación baja es sinónimo de mayor aceptación por los jueces, que es personal de la granja, considerados entrenados. Los resultados dan a conocer que el primer criterio para clasificar un huevo es el peso ya que visualmente da una apariencia voluminosa. En segundo lugar, se puede tomar la altura de cascarón que brinda uniformidad visual, pero peso variable. Por último, el índice de forma que hace ver un tamaño pequeño pero totalmente uniforme esto se refleja en las tablas IV y V.

La clasificación de huevo también fue diagnosticada a nivel de mercado con el fin de comparar el producto y establecer parámetros que indiquen un proceso controlado. Además, son bases para que la empresa tenga acceso a distintos mercados especiales, como los supermercados; en la tabla VI se muestran distintas clasificaciones de los competidores respecto a la granja.

Tabla VI. Pesos de huevo que se manejan en el mercado

Estudio de pesos en el mercado comparado con Granja Mixco									
	Tipo	Jumbo	Gigante	Extra grande	Grande	Mediano	Pequeño	Pewe	Perla
Norma COGUANOR 34-209	Mínimo (lb)	63,2	57,7	52,1	46,5	40,8	35,2	29,4	0,0
	Máximo (lb)	69,0	63,2	57,7	52,1	46,5	40,8	35,2	29,4
Granja Mixco	Mínimo (lb)	64,0	--	57,0	52,0	48,0	43,5	40,0	--
	Máximo (lb)	--	--	57,5	52,5	48,5	44,5	42,0	--
Granja 1	Mínimo (lb)	--	--	53,46	45,36	39,69	--	--	--
	Máximo (lb)	--	--	60,75	52,65	44,55	--	--	--
Granja 2	Máximo (lb)	--	--	54	50	46	--	--	--
Granja 3	Mínimo (lb)	56	--	52	48	44	40	--	--
	Máximo (lb)	60	--	55	51	47	43	--	--
Granja 4	Mínimo (lb)	--	--	42,9	41,3	39,7	--	--	--
	Máximo (lb)	--	--	46,1	42,9	41,3	--	--	--

Fuente: elaboración propia.

Se tomaron en cuenta varias tablas de clasificación presentes en la pagina web www.granjazul.com y los empaques que proveen al consumidor final de los competidores; como se puede observar, Granja Mixco tiene un producto superior en peso, pero utiliza las mismas denominaciones que otras con pesos más bajos, por lo que el mercado mal interpreta la oferta de producto debido al precio.

Otra causa que influye en la clasificación es la posición fija del operario a 90° de la entrada de producto en los gallineros automáticos (donde proviene el 60 % de producto). La empresa cuenta con dos granjas: una ubicada en Mixco y otra ubicada en San Miguel Petapa; de estas el coordinador de producción y el gerente operativo evidencian, sin estudios previos al caso, que la granja de Petapa es más productiva que la de Mixco, acorde al número de cajas de huevo producidas y operarios utilizados.

Con base en este supuesto se decidió estudiar las estaciones de trabajo desde el punto de vista ergonómico y avalar, junto a un estudio de tiempos, la productividad. Para llevar a cabo la evaluación ergonómica se realizó una investigación sobre reglamentos vigentes en el país sobre salud y seguridad ocupacional; se utilizó el Acuerdo Gubernativo 229/2014 junto a sus reformas; de la cual se realizó una matriz de evaluación basándose en los artículos 87 al 91 presentada la tabla VII.

La tabla evidencia aspectos como lo es la carga: peso, volumen, inestabilidad, distancia del cuerpo y forma; el esfuerzo físico que se enfoca en las flexiones, movimientos bruscos e inestabilidad al moverse. El medio de trabajo el cual aporta dificultad como estar subido en una tarima o daño a la columna por la disposición espacial. Por último, la dificultad que ocasiona el uniforme, la aptitud del operario y alguna enfermedad que tenga en el dorso.

Tabla VII. **Rúbrica de evaluación para transporte de cargas manuales**

Industria Avícola de Mixco S.A.	
Operario:	
Actividad:	
Fecha y hora:	
Evaluación de actividad y carga	
Características de la carga	
Peso	
Voluminosa o difícil de sujetar	
Inestable o con riesgo de desplazarse	
Se debe manipular a distancia del tronco, con torsión o inclinación de mismo.	
Por su forma o consistencia puede ocasionar lesiones al trabajador.	
El esfuerzo físico causa un riesgo y exigencia dorso-lumbar	
El único medio de realizar es por flexión o torsión del tronco	
Acarrea un movimiento brusco de la carga	
Se realiza con posición de cuerpo inestable	
Alza o desciende la carga con necesidad de modificar el agarre	
El medio de trabajo aumenta el riesgo de exigencia dorso-lumbar	
Espacio físico, especialmente el vertical, es insuficiente	
Suelo irregular o resbaladizo	
La situación o el medio no permite la manipulación a altura segura o postura correcta	
Suelo o plano presenta desniveles que implican manipulación a diferentes niveles.	
Suelo o punto de apoyo presenta inestabilidad	
iluminación, temperatura, humedad y circulación de aire son inadecuadas	
Exista exposición a vibraciones	
La actividad puede entrañar riesgo de dorso lumbar, por:	
Esfuerzo físico frecuente o prolongado que intervenga la columna vertebral	
Periodo insuficiente de recuperación	
Distancias grandes de elevación, descenso o transporte	
Ritmo impuesto por un proceso, que el trabajador no pueda modular	
Factores individuales de riesgo	
Falta de aptitud para realizar la tarea	
Inadecuación de ropas, calzado y equipo	
Insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación	
Existencia previa de patología dorso lumbar	

Fuente: elaboración propia.

Según la evaluación ergonómica se puede observar en la figura 18 que el área de granja en San Miguel Petapa presenta menor riesgo de caídas a diferente nivel ya que la actividad se desarrolla al nivel del suelo; la mesa junto a la banda están a la misma altura lo que disminuye una lesión lumbar por los movimientos de alcance de huevo; también, el espacio se aprovecha mejor ya que tiene estaciones de clasificación por ambos lados de la banda transportadora, la habilidad manual es optimizada al utilizar ambas manos; la fatiga es menor ya que la altura de la caja de huevo termina al mentón del operario, por último, se tiene un espacio de almacenamiento mayor a las instalaciones de granja Mixco.

Figura 18. **Área de trabajo para clasificación de huevo**



Petapa



Mixco

Fuente: elaboración propia.

El estudio de tiempos se basó en el libro Estudio de tiempos, ingeniería de métodos de Roberto Criollo donde se definieron los pasos para obtener un tiempo estándar objetivo y medir la productividad; esto se describe en la tabla VIII como un plan para llevar a cabo el diagnóstico.

Tabla VIII. **Consideraciones para llevar a cabo el estudio de tiempos en granja**

Estudio de tiempos	Granja Mixco	Granja Petapa
	1. Preparación	
selección de operación	Clasificación de huevo	Clasificación de huevo
selección del trabajador	Operario 4	Operario 1
actitud frente al trabajador	Observación directa	Observación directa
análisis de comprobación del método de trabajo	Actividad totalmente manual, con alimentación de producto a través de una banda transportadora de huevo.	Actividad totalmente manual, con alimentación de producto a través de una banda transportadora de huevo.
	2. Ejecución	
obtener y registrar la información	Clasificar huevo, por medio de sensibilidad manual y visual, cumpliendo con la tabla de especificaciones para el peso de cada tamaño.	Clasificar huevo, por medio de sensibilidad manual y visual, cumpliendo con la tabla de especificaciones para el peso de cada tamaño.
descomponer la tarea en elementos	Respecto al ejecutor, sus movimientos depende de una maquina en marcha	Respecto al ejecutor, sus movimientos depende de una maquina en marcha
cronometrar	Método continuo de lectura de reloj	Método continuo de lectura de reloj
calcular el tiempo observado	Según la tabla Westinghouse y el tiempo para clasificar una caja es aproximadamente 20 min, se realizaron 8 observaciones.	Según la tabla Westinghouse y el tiempo para clasificar una caja es aproximadamente 20 min, se realizaron 8 observaciones.
	3. Valoración	
ritmo normal del trabajador promedio	Habilidad= +0.05 Esfuerzo= +0.05 Condiciones = -0.05 Consistencia= +0.05	Habilidad= +0.05 Esfuerzo= +0.05 Condiciones = -0.05 Consistencia= +0.05
técnicas de valoración	Habilidad = +0.08, Esfuerzo = +0.02, Condiciones= -0.03, Consistencia= +0.01	Habilidad = +0.08, Esfuerzo = +0.02, Condiciones= -0.03, Consistencia= +0.01
	4. Suplementos	
análisis de demoras	Tomaron en cuenta según tabla de valoración para suplementos de tiempo normal.	Tomaron en cuenta según tabla de valoración para suplementos de tiempo normal.
	5. Tiempo estándar	
calcular el tiempo observado	Método de calculo de tiempo estándar	Método de calculo de tiempo estándar

Fuente: elaboración propia.

Con base en el estudio de tiempos efectuado, se calcularon los tiempos estándar de cada actividad, para los diferentes modelos de producción; se concluyó que en granja de San Miguel Petapa existe mayor productividad, se muestra en la tabla IX, específicamente en las actividades de clasificación en banda y sellado de huevo por un área de trabajo mejor adaptada al operario.

Tabla IX. Tiempo estándar de clasificación y sellado

Tiempo Actividad	Granja Petapa		Granja Mixco	
	Tiempo para hacer clasificación en el automático	Tiempo para sellado	Tiempo para hacer clasificación en el automático	Tiempo para sellado
Tiempo cronometrado (min / caja de huevo)	4,95	0,90	10,06	3,10
Suplementos constantes (%)	10,00%	10,00%	10,00%	0,1
Suplementos variables (%)	3,50%	3,50%	3,50%	0,035
Uso de energía muscular (%)	11,00%	11,00%	11,00%	0,11
Iluminación (%)	0,00%	0,00%	0,00%	0
Condiciones atmosféricas (%)	3,00%	3,00%	3,00%	0,03
Trabajo de precisión o fatigoso (%)	2,00%	2,00%	2,00%	0,02
Ruido (%)	0,00%	0,00%	0,00%	0
Trabajo con atención en muchos objetos (%)	4,00%	4,00%	4,00%	0,04
Trabajo muy Monótono (%)	4,00%	4,00%	4,00%	0,04
Trabajo aburrido (%)	2,00%	2,00%	2,00%	0,02
Suplementos totales (%)	39,50%	39,50%	39,50%	0,395
Tiempo estándar (min)	6,91	1,26	14,04	4,33

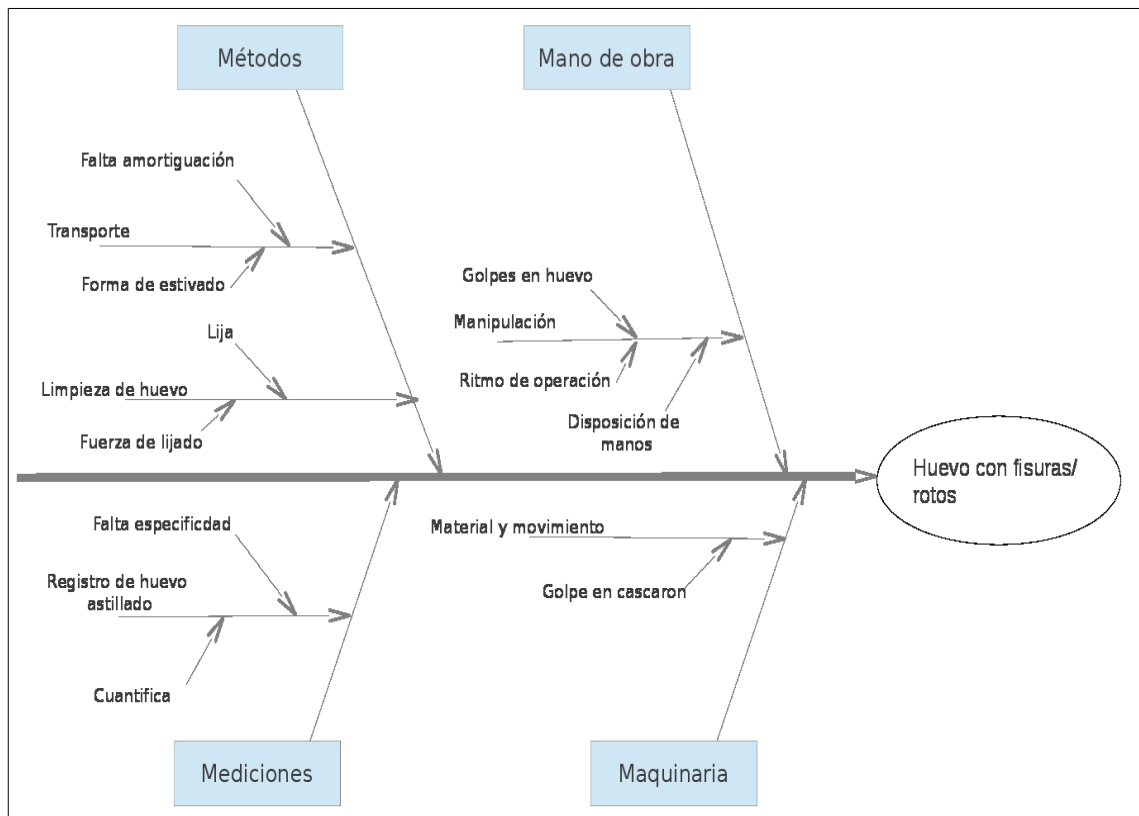
Fuente: elaboración propia.

Debido a estas condiciones, según la tabla IX, en la granja Petapa los tiempos de clasificación de una caja de huevo es de 6,91 min y sellado de 1,26 min que evidencia que estas actividades se realizan de manera simultánea. Lo que en granja Mixco no se tiene por las condiciones del área lo que aumenta los tiempo al doble y, por lo tanto, disminuyen la productividad de la jornada; los tiempos de clasificación de caja son 14,00 min y sellado 4,33 min.

2.1.2.4. Huevo astillado/roto

Según la experiencia del jefe de producción, visitas en campo y al verificar los registros del huevo astillado/roto, se realizó la evaluación del proceso según las causas del huevo astillado y roto con base en las 4 M, como se ve en la figura 19.

Figura 19. Diagrama de Ishikawa para las causas del huevo astillado/roto



Fuente: elaboración propia.

- Métodos: todas las operaciones donde existe manipulación y movimiento del producto están sujetas a esfuerzos que pueden ocasionar fisuras al huevo: recolección, lijado, sellado, estibado y transporte; el resultado se aprecia en la figura 20 de un empaque con huevo astillado.

Figura 20. **Empaque de huevo astillados por manipulación**



Fuente: elaboración propia.

- Mano de obra: otras operaciones: eliminación de manchas, mejoramiento del aspecto visual y manejo en recolección que desempeña el operario en gallineros de piso y tradicionales pueden generar fisuras; esto por la manera de utilizar la lija, como se observa en la figura 21.

Figura 21. Operario lijando la superficie del huevo



Fuente: elaboración propia.

- Mediciones: los datos generales del registro de huevo astillado/roto es general, su falta de especificidad evita localizar la operación o lugar de mayor incidencia como se ve en la figura 22.

Figura 22. Registro general de huevo, en el se incluye el roto

HUEVO ROSADO	
MEDIANO ROSADO	395.75
GRANDE ROSADO	265.57
PEQUEÑO ROSADO	200.87
EXTRA ROSADO	74.17
GRANDE ROSADO SUCIO	24.32
ASTILLADO ROSADO	21.55
PEVE ROSADO	9.97
ROTO ROSADO	9.59
ÓPTIMO ROSADO	6.93

Fuente: elaboración propia.

- Maquinaria: la jaula de metal, la comunicación entre bandas transportadoras de huevo, el sistema de alimentación y el equipo de sellado generan golpes que en que el huevo choque con las instalaciones y produzca fisuras; como se verifica en la figura 23 y 24.

Figura 23. **Huevo roto por choque contra jaula de metal**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 24 se muestran los cartones llenos de cascarón, debido a que de una vez el huevo se transforma en marqueta para evitar la contaminación con el medio ambiente de las galeras.

Figura 24. **Huevo roto recolectado directamente del lugar de postura**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que no hay soluciones para la ruptura de huevo se tiene una práctica en la que solo se desecha el cascarón, la yema y clara es embolsada con pesos de 10 lb denominado marqueta; es un producto que clasifica entre los procesados cumpliendo con normas de inocuidad dentro de granja. Según el *Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA- 67.01.33.06 industria de alimentos y bebidas procesados: buenas prácticas de manufactura principios generales* se realizó una inspección de las condiciones con un resultado de 67 puntos, lo que indica un cierre total de la planta por higiene y riesgo al consumidor. De las figuras 25 a la 27 se documentan las faltas, en la figura 28 se detalla la evaluación realizada y en el anexo N. 2 los formatos con criterios detallados.

Figura 25. **Parte frontal, entrada del edificio**

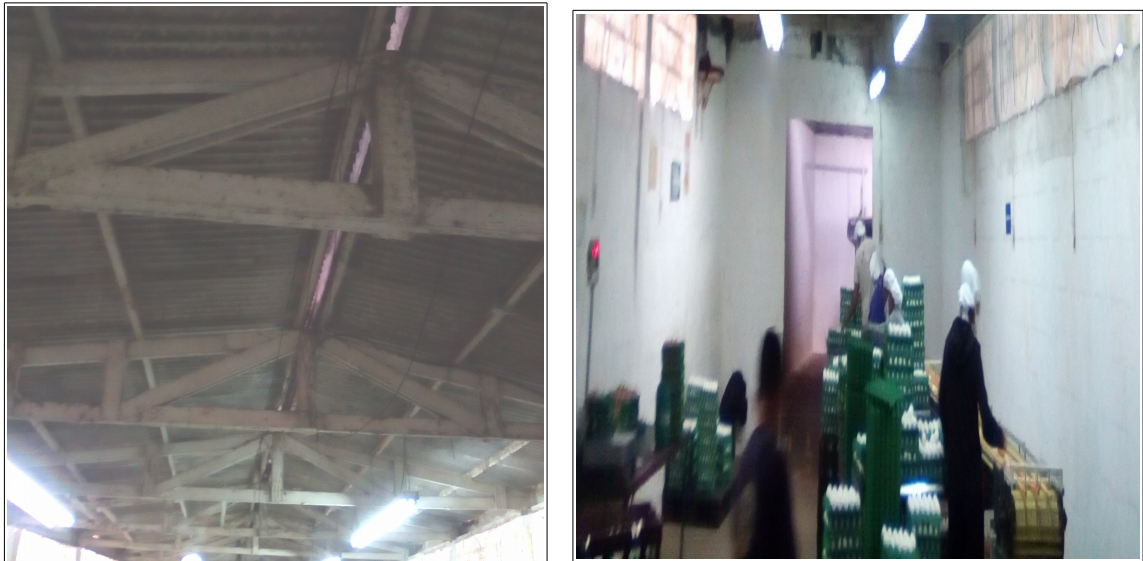


Fuente: elaboración propia .

La figura 25 se muestra una entrada libre de peatones y carros de transporte de huevo de las demás partes de la granja sin paso de desinfección; también, la carencia de un aislamiento externo, acumulación de desechos: polvo con concentrado de animales, libre paso a plagas y contaminación.

En la figura 26 se observa que las paredes y el piso carecen de un recubrimiento para optimizar procesos de limpieza junto a desinfección, así como la acumulación de lodo entre otros desperdicios. También, todos los operarios muestran un déficit en el uso de equipo general de BPM: redecilla, uniforme, tapa barba, tapa boca y lentes. Por último, los materiales del techo son degradables con el tiempo, madera, acumula polvo y plagas; significa un alto riesgo para el personal ya que la instalación eléctrica esta a la intemperie susceptible de generar cortos circuitos e incendios.

Figura 26. **Paso siguiente a la entrada del edificio de clasificación**



Fuente:elaboración propia.

Para llevar a cabo una transición entre los ambientes de campo y sala de producción conservando las medidas sanitarias estas áreas deberían estar aisladas con barreras físicas: cortina hawaiana, cortina de viento y zona de desinfección.

En la figura 27 se tiene el área de almacenamiento que esta unida de manera directa con el área de producción al mismo tiempo que el exterior; en este punto por malas prácticas se deja circular el aire del exterior hacia toda la planta involucrando el paso de plagas, contaminación física, químicos en contacto directo con producto terminado siguiendo al empaque hasta materia en proceso. También el área de insumos se encuentra en contacto con la bodega

de producto terminado lo que no es apropiado para su conservación.

Figura 27. Área de almacenamiento de huevo, marqueta y empaque



Fuente: elaboración propia.

De igual forma el techo, las paredes divisorias de madera y las instalaciones eléctricas son un riesgo junto al material de cartón provocando incendios por fallas eléctricas. Por último la carencia de superficies recubierta evita el desempeño eficiente de las posibles operaciones de limpieza con desinfección en la jornada.

Figura 28. Resultados de evaluación -RTCA-

Hasta 60 puntos: Condiciones Inaceptables. Considerar Cierre	71-80 puntos: Condiciones regulares. Necesario hacer correcciones	81-100 puntos: Buenas condiciones. Hacer algunas correcciones
1. EDIFICIOS		
1.1 Planta y sus alrededores		
1.1.1 Alrededores		
Limpios	0,5	Acumula basura y desperdicios
Ausencia de focos de contaminación	0,5	No opera de forma adecuada desperdicios
1.1.2 Ubicación		
Ubicación adecuada	0,5	Las vías de acceso a la bodega de producto de huevo no se encuentran pavimentadas, promoviendo contaminación por polvo
1.2 Instalaciones físicas		
1.2.1 Diseño		
Tamaño y construcción del edificio	1	
protección en puertas y ventanas contra insectos y roedores y otros contaminantes	0	Los edificios promueven la entrada de insectos, animales, roedores y plagas. Promueven la entrada de de humo, polvo, vapor u otros.
Área específica para vestidores y para ingerir alimentos	1	
1.2.2 Pisos		
De materiales impermeables y de fácil limpieza	1	
Sin grietas ni uniones de dilatación irregular	0	Los pisos presentan grietas
Uniones entre pisos y paredes redondeadas	0	Las uniones piso-pared, pared-pared y techo pared no son redondeadas, promueve acumulación de desperdicios
Desagües suficientes	1	
1.2.3 Paredes		
Paredes exteriores construidas de material adecuado	0,5	No son los apropiados para la operación
Paredes de áreas de proceso y almacenamiento revestidas de material impermeable, no absorbente, lisos, fáciles de lavar y color claro	0,5	Las paredes deberían estar cubiertas con revestimientos impermeables

Continuación de la figura 28.

Hasta 60 puntos: Condiciones Inaceptables. Considerar Cierre	71-80 puntos: Condiciones regulares. Necesario hacer correcciones	81-100 puntos: Buenas condiciones. Hacer algunas correcciones
61-70 puntos: Condiciones Deficientes. Urge corregir		
1.2.4 Techos		
Construidos de material que no acumule basura y anidamiento de plagas		No son permitidos cielos falsos que acumulan plagas, en este caso el techo muestra acumulación de polvo y plagas en sus soportes.
1.2.5 Ventanas y puertas		
Fáciles de desmontar y limpiar	0,5	
Quicios de las ventanas de tamaño mínimo y con declive		No cumplen con el declive para evitar acumulación de polvo y almacenar objetos
Puertas de superficie lisa y no absorbente, fáciles de limpiar y desinfectar, ajustadas a su marco.	0,5	Las puertas no promueven la absorción y no son fáciles de limpiar y desinfectar.
1.2.6 Iluminación		
Intensidad mínima de acuerdo a manual de BPM	0,5	La iluminación no cumple con los 540 lux en toda el área, 220 lux en elaboración y 110 lux en otras áreas
Lámparas y accesorios de luz artificial adecuados para la industria alimenticia y protegidos contra ranuras, en áreas de: recibo de materia prima; almacenamiento; proceso y manejo de alimentos.	0	Las luminarias no tienen protección, al momento de existir siniestros.
Ausencia de cables colgantes en zonas de proceso	0	El cableado eléctrico esta colgando en el área, no están empotradas y/o recubiertas por tubos o caños aislantes.
1.2.7 Ventilación		
Ventilación adecuada	2	
Corriente de aire de zona limpia a zona contaminada	0	Las aberturas de ventilación no están protegidas por mallas para evitar ingreso de contaminantes
Sistema efectivo de extracción de humos y vapores	1	

Continuación de la figura 28.

Hasta 60 puntos: Condiciones Inaceptables. Considerar Cierre	71-80 puntos: Condiciones regulares. Necesario hacer correcciones		
61-70 puntos: Condiciones Deficientes. Urge corregir	81-100 puntos: Buenas condiciones. Hacer algunas correcciones		
1.3 Instalaciones sanitarias			
1.3.1 Abastecimiento de agua			
Abastecimiento suficiente de agua potable		3	
Instalaciones apropiadas para almacenamiento y distribución de agua potable			No se encuentra el control de temperatura para agua potable (si en caso es necesario para las gallinas y/o procesos de limpieza)
Sistema de abastecimiento de agua no potable independiente		1	Sistemas de agua potable no están identificados
1.3.2 Tubería			
Tamaño y diseño adecuado		1	
Tuberías de agua limpia potable, agua limpia no potable y aguas servidas separadas		1	
1.4 Manejo y disposición de desechos líquidos			
1.4.1 Drenajes			
Sistemas e instalaciones de desagüe y eliminación de desechos adecuados		2	
1.4.2 Instalaciones sanitarias			
Servicios sanitarios limpios, en buen estado y separados por sexo		2	
Puertas que no abran directamente hacia el área de proceso		0	Las puertas que se dirigen al área de proceso, no cumple con el sistema de corrientes positivas y/o dobles puertas que impidan entrada de contaminantes directos.
Vestidores y espejos debidamente ubicados		1	
1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos			
Lavamanos con abastecimiento de agua caliente y/o fría		2	
Jabón líquido, toallas de papel o secadores de aire y rótulos que indican lavarse las manos		0	No existe señalización sobre "lavado de manos obligatorio", no hay líquido desinfectante ni toalla o papel para secado.

Continuación de la figura 28.

Hasta 60 puntos: Condiciones Inaceptables. Considerar Cierre	71-80 puntos: Condiciones regulares. Necesario hacer correcciones	81-100 puntos: Buenas condiciones. Hacer algunas correcciones
1.5 Manejo y disposición de desechos sólidos		
1.5.1 Desechos sólidos		
Procedimiento escrito para el manejo adecuado	1	Los procedimientos de manejo de basura solo son dados a conocer oralmente
Recipientes lavables y con tapadera	1	
Depósito general alejado de zonas de procesamiento	2	
1.6 Limpieza y desinfección		
1.6.1 Programa de limpieza y desinfección		
Programa escrito que regule la limpieza y desinfección	1	Si se ejecuta pero no esta por escrito en un registro
Productos utilizados para limpieza y desinfección	2	
Productos utilizados para limpieza y desinfección almacenados adecuadamente	2	
1.7 Control de plagas		
1.7.1 Control de plagas		
Programa escrito para el control de plagas	2	
Productos químicos utilizados autorizados	2	
Almacenamiento de plaguicidas fuera de las áreas de procesamiento	2	
2. EQUIPOS Y UTENSILIOS		
2.1 Equipos y utensilios		
Equipo adecuado para el proceso	1	El diseño de planta no es adecuado pero no representa riesgo de contaminación
Equipo en buen estado	1	
Programa escrito de mantenimiento preventivo	0,5	Si existe un programa, pero su proceso de ejecución esta muy distante del plan
3, PERSONAL		
3.1 Capacitación		
Programa de capacitación escrito que incluya las BPM	1	Se determina que el personal tiene por escrito las BPM pero no se aplican como deberían

Continuación de la figura 28.

Hasta 60 puntos: Condiciones Inaceptables. Considerar Cierre	71-80 puntos: Condiciones regulares. Necesario hacer correcciones	81-100 puntos: Buenas condiciones. Hacer algunas correcciones
61-70 puntos: Condiciones Deficientes. Urge corregir		
3.2 Prácticas higiénicas		
Prácticas higiénicas adecuadas, según manual de BPM	3	
El personal que manipula alimentos utiliza ropa protectora, cubre cabezas, cubre barba (cuando procesa), mascarilla y calzado adecuado.	3	
3.3 Control de salud		
Constancia o carné de salud actualizada y documentada	4	
4. CONTROL EN EL PROCESO Y EN LA PRODUCCIÓN		
4.1 Materia prima		
Control y registro de la potabilidad del agua	0	No existe un control diario de potabilidad del agua
Materia prima e ingredientes sin indicios de contaminación	0	No existe un control sobre materias primas que presenten indicios de contaminación o infestación
Inspección y clasificación de las materias primas e ingredientes	1	
Materia primas e ingredientes almacenados y manipulados adecuadamente	1	
4.2 Operaciones de manufactura		
Controles escritos para reducir el crecimiento de microorganismos y evitar contaminación (tiempo, temperatura, humedad, actividad del agua y pH)	1	No existen controles por escrito sobre variables que promuevan crecimiento de microorganismos
4.3 Envasado		
Material para envasado almacenado en condiciones de sanidad y limpieza	1	Existen espacios reducidos que impiden una buena higiene y aseo en almacén
Material para envasado específicos para el producto e inspeccionado antes del uso	2	
4.4 Documentación y registro		
Registros apropiados de elaboración, producción y distribución	2	
5. ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN		
5.1 Almacenamiento y distribución		
Materias primas y productos terminados almacenados en condiciones apropiadas	1	
Inspección periódica de materia prima y productos terminados	1	
Vehículos autorizados por la autoridad competente	1	
Operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración	1	
Vehículos que transportan alimentos refrigerados o congelados cuenta con medios para verificar humedad y temperatura	2	

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Aprovechamiento de la carne de cerdo

Se diagnóstico la manera como se lleva a cabo la faena por fallos en la inocuidad del producto; el análisis de Pareto se enfoca en la muerte de animales y el análisis de Ishikawa en las causas de contaminación de la carne.

2.1.3.1. Análisis de Pareto en producción de cerdos

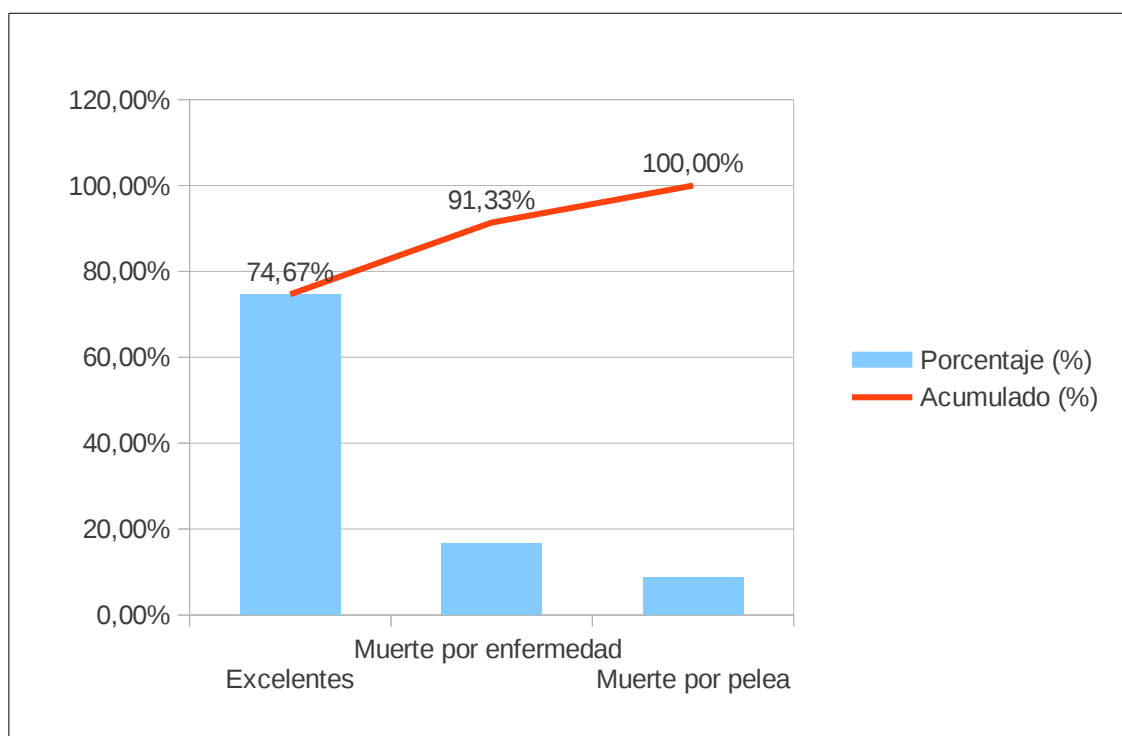
En la tabla X se ven los datos analizados por trimestres de los cerdos muertos, este análisis se realizó con la totalidad de la población, aproximadamente, 30 unidades. En la figura 29 el gráfico identifica el sacrificio por enfermedad como causa principal, esto indica que dentro del proceso de faena ya se tiene un grado importante de contaminación.

Tabla X. Análisis de problemas en lotes de cerdos

Cerdos	Lotes de cerdos		
	Excelentes	Muerte por enfermedad	Muerte por pelea
1	21	7	2
2	25	3	2
3	24	1	5
4	22	5	3
5	20	9	1
Total	112	25	13
Porcentaje	74,67%	16,67%	8,67%
Acumulado	74,67%	91,33%	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Gráfico de causas de sacrificio en los lotes de cerdos



Fuente: elaboración propia.

Antes de pasar al proceso de faena, los cerdos se aíslan para disminuir su estado de estrés, como se ve en la figura 30 se dispone de agua suficiente y un espacio de 2,00 metros cuadrados; en la figura 31 se muestra una típica postura de cerdo con enfermedades respiratorias, ya que se obstaculizan las vías respiratorias características de micoplasma; en la figura 32 se ven las condiciones de corral que permiten la entrada de enfermedades, paso de temperatura ambiental y el estrés que afecta al lote provocando aglomeración debido al frío junto a la competencia por comida.

Figura 30. Aislamiento de cerdo por heridas de pelea



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Cerdo que muestra una postura peculiar de enfermedad respiratoria



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Aglomeración de cerdos en corrales, signos de baja temperatura en el ambiente

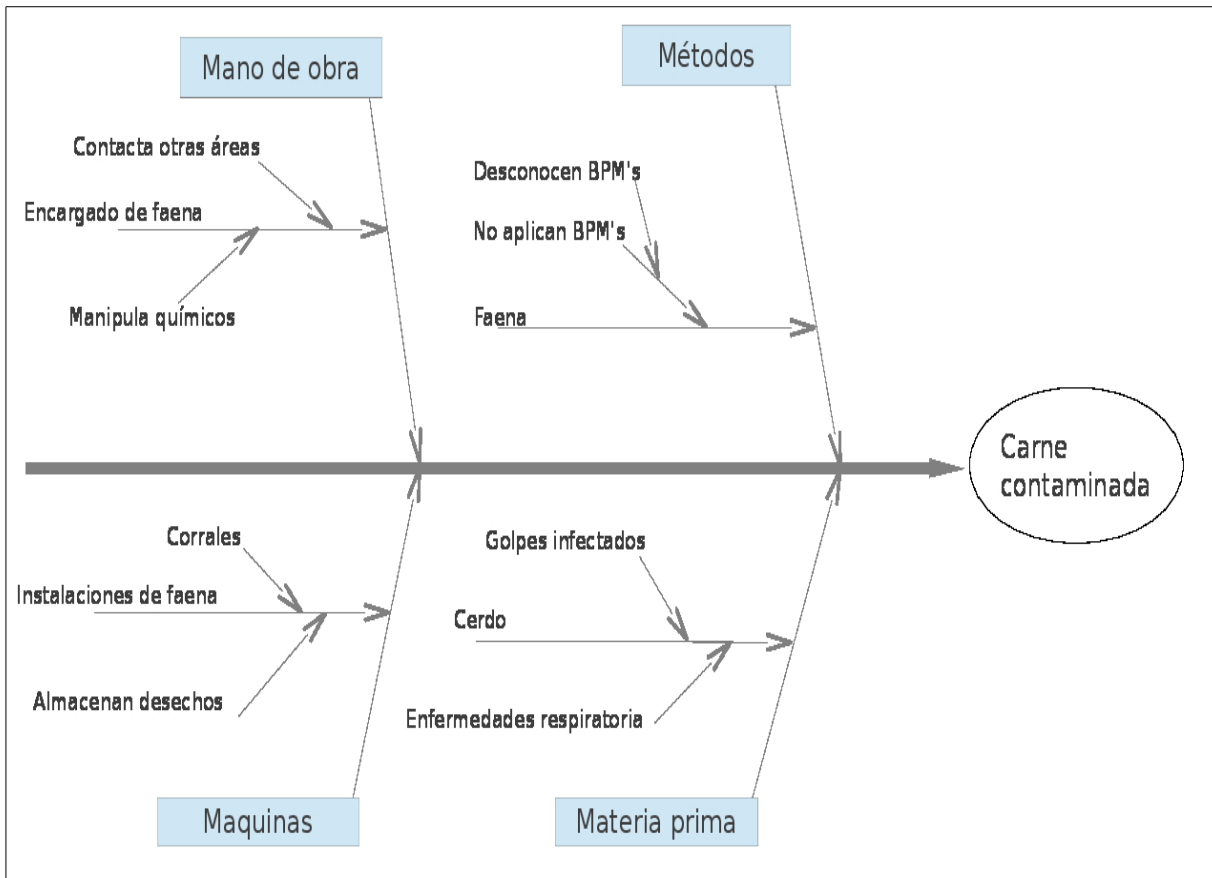


Fuente: elaboración propia.

2.1.3.2. Análisis de Ishikawa para carne de cerdo

En la figura 32 se ve el diagrama de Ishikawa que muestra las causas de contaminación en la carne de cerdo, seguido de las figuras 34, 35 y 36 que documentan las deficiencias en el destace de cerdos como déficit de BPM, los riesgos que asume el personal por contaminar el producto exponiéndolo al suelo, contaminación por moscas, aire libre que acarrea polvo del exterior y adherencia de desechos en los productos finales. También, la mala utilizadas que se le da a los corrales como almacenas de desechos, gallinaza en fermentación, basura de granja, insumos para reparación de gallineros, herramientas viejas, materiales para la reparación de techos de corral y alimento para cerdos.

Figura 33. Diagrama de Ishikawa sobre causas de contaminación de carne



Fuente: elaboración propia.

En la figura 34 se aprecia el área de destace, con el cerdo muerto y agua caliente para el depilado. En la figura 35 la manera en que se tratan las vísceras rojas junto a suciedad del suelo y contacto con el ambiente. Por último, en la figura 36 la manera en que los operarios tratan las piezas obtenidas.

Figura 34. **Área de destace de cerdo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Tratamiento de vísceras**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Destace de carne



Fuente: elaboración propia.

La obtención de carne surge a partir del sacrificio de cerdos que tiene una enfermedad respiratoria con riesgo de muerte y/o herida por pelea, todo ello aprobado por un médico veterinario. Con base en esto se analizaron las condiciones de sacrificio según 3M:

- Mano de obra: los operarios, en especial el encargado de los cerdos, se encuentran en contacto con todos los ambientes de la grana, químicos y desechos; estos no solo promueve la contaminación cruzada en toda la granja sino en la faena según figura 34.
- Métodos: las buenas prácticas de manufactura no se llevan a cabo, esto se observó en el proceso de sacrificio, figuras 34 a la 36.

- Maquinaria: las instalaciones actuales, para realizar el aprovechamiento de cerdos, son corrales con contaminación por crianza y engorde de cerdos, documentado en la figura 36.

De los problemas mencionados la carencia más importante es la instalación que promueva la inocuidad junto a la preservación de la carne durante el proceso. En conjunto a la baja capacitación en buenas prácticas de manufactura de los operarios, y que estos cubren otras necesidades en granja de aves siendo agentes de contaminación cruzada. Como se demostró en las imágenes de la vista, se realizó una inspección basada en el reglamento de rastros a nivel nacional, Acuerdo gubernativo No. 411-2002, que legisla las condiciones de rastros municipales.

Dentro del acuerdo se tiene un sistema de categorías para rastro según el flujo de animales procesados; se desarrolló una rúbrica de evaluación para todo el edificio y las buenas prácticas de manufactura. En la tabla XI se tiene los resultados en la rúbrica. Acá se evidencia que los espacios son de vital importancia como lo son áreas externas que incluye una báscula, corrales de reposo y manga de conducción; áreas internas como cámara de aturdimiento, depilado, rasurado, flameado, lavado, eviscerado, inspección de vísceras, seccionado de canales, inspección de canales, área de lavado para vísceras rojas y verdes por separado. Servicios como decomisos, oficina administrativa, inspección sanitaria, bodega de químicos, estacionamiento de vehículos, calderas, deposito o cisterna de agua. Por último, niveles de controles técnicos como localización aislada, área de protección sanitaria, dotación de agua potable, servicio de basura, corrales de llegada, corrales de presacrificio, área de limpieza, tanque de agua, vestidores de personal, sanitarios y equipo de primeros auxilios; otros como buenas practicas de manufactura y

procedimientos estándares de sanitización.

Tabla XI. **Rúbrica de evaluación y resultados de inspección al rastro actual**

Categoría de rastros	Local "D" (cerdos)
Cantidad de animales destazados, promedio mínimo por jornada de 8 horas:	
Porcinos por día	1
Niveles y requisitos de controles técnicos	
Localización aislada de contaminación y ubicación que no perjudique el ambiente a terceros.	SI
Área de protección sanitaria	SI
Dotación de agua potable y servicio de basura	SI
Corrales de llegada por porcino de 1 metro cuadrado	SI
Corrales de pre-sacrificio con ducha de porcinos	NO
Sistema aéreo de sacrificio	OPCIONAL
Área de limpieza de viseras verdes separada de playa de matanza	NO
Sistemas de tratamiento para desechos	NO
Inspección veterinaria	SI
Tanques o cisterna de agua	SI
Almacén y bodega	NO
área de mantenimiento	SI
Vestidores de personal	SI
Sanitarios	SI
Equipo de primeros auxilios	SI
Control higiénico sanitario	
Buenas practicas de manufactura	NO
Procedimientos operativos estándares de sanitización	NO

Continuación de la tabla XI.

Áreas externas	
Muelle de descarga de animales	No aplica
Báscula de pesaje de animales	NO
Corrales para fases de recepción, aislamiento y mantenimiento de los animales con declive de 2% y 1 metro cuadrado	SI
Manga de conducción a la cámara de aturdimiento o insensibilización, provista de pediluvio y baño por aspersión de 80 a 120 PSI	NO
Áreas interiores	
Cámara de aturdimiento	NO
Cída, vómito y sangrado o degollado	NO
Agua de escaldado entre 54°C y 56°C por 3 a 4 min	NO
Depilado	NO
Rasurado y flameado	NO APLICA
Lavado de animal depilado	NO
Evíscerado	NO
Inspección de vísceras	NO
Seccionado de canales	NO
Inspección de canales	NO
Área de lavado de vísceras rojas	NO
Área de lavado de vísceras verdes	NO
Escurrimiento de canales, goteo, 4 horas a 2-5°C	NO
Despiezado y deshuesado de canal 8-10°C	NO
Pediluvios con desinfectante	NO
Otros servicios	
Decomisos y su desnaturalización	SI
Oficina administrativa	SI
Inspección veterinaria	SI
Servicio sanitario, duchas y vestidores para personal	SI
Comedor	SI
Bodega para químicos, plaguicidas, detergentes y otros	SI
Bodega para materiales y equipos	SI
Bodega para equipo de limpieza	SI
Estacionamiento de vehículos	SI
Calderas	NO APLICA
Depósitos o cisterna de agua	SI
Sistema de tratamiento de desechos líquidos y sólidos	SI

Fuente: elaboración propia.

Dentro de las instalaciones se tiene como principales carencias, la división entre corrales de prefaena y área de destace; esto para dar un tratamiento de sanitización al cerdo antes de ingresar al área limpia. En el corral de descanso es donde la manga de conducción comienza eliminando los desechos hasta ingresar a la pila de degollado; evitando el contacto con el suelo y ambiente. El área de sacrificio debe tener subdivisiones para separa tanto las vísceras como los músculos, mantener la cadena de frío finalizando en la maduración de la carne, aspectos que no se cumplen actualmente.

2.1.4. Procesos de producción de abono orgánico

El diagnóstico se realizó con una visita a las instalaciones, se verificaron los registros que indican dos factores que alteran el proceso de gallinaza a abono orgánico. En el inicio se tiene gallinaza húmeda o fresca, pero existen problemas de instalaciones que tienden a ampliar los tiempos de fermentación; esto por la humedad, contaminación por plagas de mosca y escarabajos.

2.1.4.1. Análisis de Pareto para proceso de abono orgánico

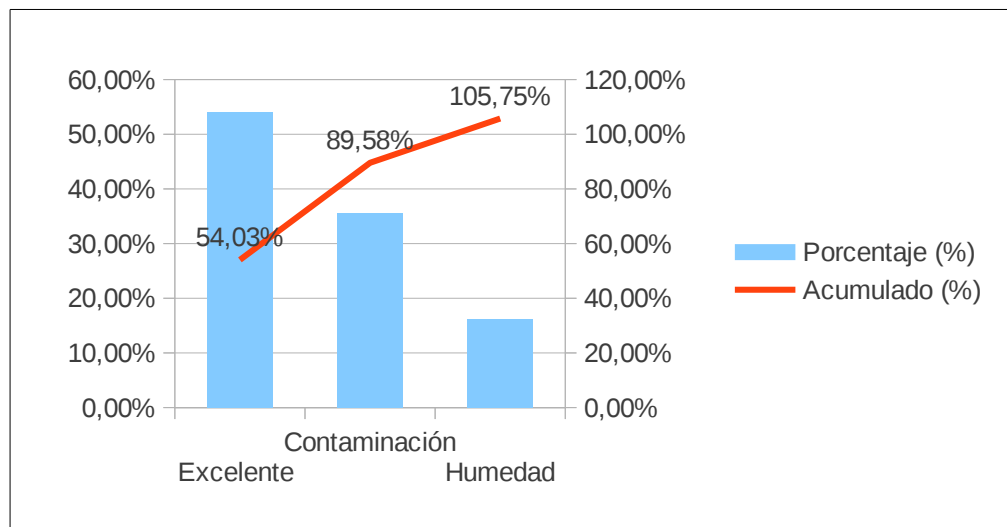
En el análisis de Pareto se identifica el 80/20 cuantificando los datos de problemas en sacos de gallinaza fresca vistos en la tabla XII y se grafican en la figura 37 a manera de porcentaje para visualizar los defectos en la mayoría de unidades. Se documenta la contaminación por plagas, humedad y restos de producción de huevo tirado en la gallinaza en las figuras 38 a la 40; en la primera se observa un escarabajo de otras plagas como moscas, larva de mosca, zancudos y mosquitos. A parte de las inundaciones en la figura 39, se observan los conos de estiércol que permanecen por mas de 2 meses y en la figura 41 la contaminación por huevo que aporta nutrientes para las diferentes bacterias que producen malos olores.

Tabla XII. **Análisis de los problemas en sacos de abono orgánico**

Quintales de abono orgánico en materia prima			
Abono orgánico	Excelente	Contaminación	Humedad
1	259	49	75
2	517	267	115
3	774	484	155
4	1030	701	194
5	1285	918	233
6	1539	1134	271
Total	5403	3554	1042
Porcentaje	54,03%	35,54%	16,17%
Acumulado	54,03%	89,58%	105,75%

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Gráfico de los problemas presentes en los sacos de abono orgánico**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Plagas en gallinaza fresca



Fuente: elaboración propia.

**Figura 39. Inundación y contaminación de huevo en
playa de gallinaza**



Fuente: elaboración propia

Figura 40. Huevo roto en jaula, a punto de caer al abono formando parte de la contaminación



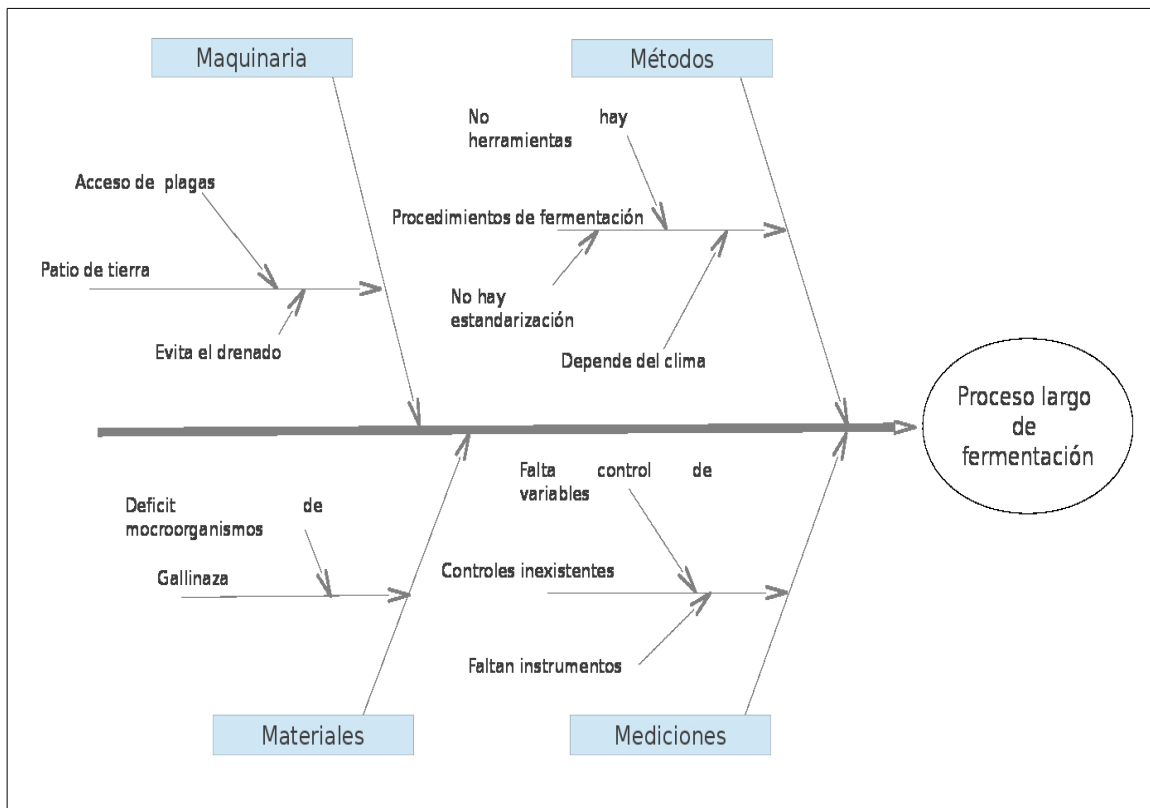
Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2. Diagrama de Ishikawa para el proceso de abono orgánico

Se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar las causas que aumentan los tiempos de producción de abono, según las 4M se obtiene en la figura 41 el resultado. Se puede destacar que la maquinaria para el proceso de gallinaza es inexistente, y la actual es insuficiente para el nivel de producción. Los métodos debe de actualizarse ya que la forma artesanal impide un proceso óptimo y conservación de los nutrientes para futuras aplicaciones. Las mediciones actualmente en granja Mixco no se aplican, mas que la recolección

de materia prima que a su vez presenta deficiencias por las plagas que se documentaron.

Figura 41. Diagrama de Ishikawa para tiempos largos en abono orgánico



Fuente: elaboración propia.

- Maquinaria: la falta de acondicionamiento para playas de gallinaza hace que el contacto con el exterior permita a los procesos de transformación ser largos, debido a la proliferación de plagas y fallas en instalaciones de

gallinero que provocan inundaciones, como la incidencia del clima, esto para las galeras tradicionales, mostrado en la figura 42.

Figura 42. Carencia de acondicionamiento para proceso estándar en las playa de abono



Fuente: elaboración propia.

- Métodos: debido a la carencia de procedimientos para llevar un proceso estandarizado en sitio, no se puede determinar la uniformidad del abono orgánico final por lo que necesita ser reprocesado. El método consiste en un patio de secado al aire libre, como se ve en la figura 43, que en 2 meses no concreta con el proceso de fermentación; además de la falta de herramientas para remover y dar un trato adecuado al abono.

Figura 43. **Patio de secado de gallinaza para abono orgánico**



Fuente: elaboración propia.

- Mediciones: debido a la falta de registros sobre variables del proceso, fallas en gallineros, plagas y condiciones climáticas, no se pueden determinar procedimientos que permitan estabilizar la materia prima y reducir los tiempos.
- Materia prima: la gallinaza al momento de que es invadida por plagas y a condiciones climáticas variadas, provoca es desestabilización. Este proceso se nota ya que existe emisión de olores según vecinos del lugar. Se puede constatar, según investigación, que hay señales de reproducción

de bacterias anaerobias que metabolizan metano según Anexo N. 3 plan contra malos olores de gallinaza.

El problema crucial del abono es el control de las variables en el proceso a través de las instalaciones y maquinaria. Por lo tanto, la incidencia del clima y los nutrientes de la materia prima genera plagas. Para obtener más datos sobre el proceso de fermentación realizó una investigación.

2.1.3.4. Investigación del proceso de abono

Desde el punto de vista puramente teórico, hay que tener en cuenta que por cada kilo de alimento consumido, los pollos producen alrededor de 1,1 a 1,2 kg de deyecciones frescas, con el 70 –80 % de humedad.

Para que el proceso se dé en condiciones óptimas, los valores de humedad deben estar comprendidos en el intervalo de 40 % a 60,5 %. Los nutrientes que componen la gallinaza, esenciales para los organismos descomponedores, deben estar en ciertas proporciones y cantidades adecuadas: de 20 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno. Como la gallinaza presenta tan solo de 6 a 10 partes de carbono por una de nitrógeno. Para suplir esta deficiencia se proponen mezclas con materiales vegetales: aserrín, paja, desechos de cosecha, etc.

El tamaño de la partícula es otro factor a tener en cuenta. La molienda de las materias primas, previa a la digestión, favorece varios aspectos: proporciona una mejor aireación inicial, un material más homogéneo, lo que permite una manipulación adecuada. El triturado hace que el material sea más susceptible a la invasión microbiana, mediante una mayor superficie de exposición

Caracterización de la gallinaza y su proceso:

- La relación carbono / nitrógeno debe descender en forma lenta, esto garantiza pocas pérdidas de nitrógeno.
- Los nutrientes P y K deben conservarse en valores cercanos a los originales y en principio no deben ser menores a 3 % y 1 %, respectivamente.
- El pH debe localizarse en los alrededores de 8,1.
- La conductividad no debe exceder a 3,0 mS/cm
- La capacidad de intercambio catiónico, CIC debe ser 170 meq/100 g materia orgánica.
- La fracción de liposolubles no debe ser mayor de 1 %.
- La fracción de hidrosolubles debe disminuir como mínimo en 25 % con respecto al valor inicial.
- La capacidad de retención de agua, C.R.A. en un compost debe ser a 1.5 mililitros por gramo de biomasa considerada.
- Un compost maduro no debe presentar microorganismos patógenos para humanos, aves y plantas.

Control del proceso: se define como control proceso la operación de las variables bióticas y abióticas que determinan la calidad del producto final, que es el compost. La temperatura es considerada como indicativo del desarrollo del

compostaje al definir las fases: mesolítico termofílico, enfriamiento, y maduración.

- Mesolítico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH, esta etapa se muestra en la figura 48.

Figura 44. **Muestra los estándares de abono a partir de gallinaza**

Tipo	Humedad %	Nitrógeno %	Ácido fosfórico %	Potasio %
Fresca	70 – 80	1,1 – 1,6	0,9 – 1,4	0,4 – 0,6
Acumulada unos meses	50 – 60	1,4 – 2,1	1,1 - 1,7	0,7 – 1
Almacenada en foso profundo	12 – 25	2,5 – 3,5	2 – 3	1,4 – 2
Desecada industrialmente	7 – 15	3,6 – 5,5	3,1 – 4,5	1,5 – 2,4

Fuente: CASTELLON, Mario, *Producción de gallinaza*. p.5.

- Termofílico. A una temperatura de 40 °C. Los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH se hace alcalino. A los 60°C se activan las bacterias esporígenas y actinomicetos que descomponen las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos que descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad.

- De maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

De estos controles en granja se llevan las 2 primeras fases, de las cuales existen fallos: exposición al ambiente con variable de temperaturas y humedad.

Otras variables

- Humedad. Se recomienda mantener la humedad entre 50 y 60%. Un exceso produce zonas anaerobias y en consecuencia malos olores y retraso del proceso. El déficit detiene el proceso microbiano.
- pH. Es un indicador del proceso del trabajo microbiano y tiende a ser neutro por efecto de la aireación y maduración de la masa en fermentación.

2.2. Mejora de los procesos

2.2.1. Programa de limpieza en granja

La situación actual de las instalaciones según el diagnóstico realizado y la evaluación del RTCA muestra que hay fallos en la aplicación de buenas prácticas de granja y buenas prácticas de manufactura (BPM), por lo tanto, para la disminución del huevo sucio se debe aplicar un cronograma de limpieza estandarizado que abarque desde el nido hasta la bodega de producto terminado, para ello se creó un diagrama de Gantt que muestra las actividades y frecuencia para realizarlas, en las tablas de la XIII a la XVII. También, se detallan las actividades mas importantes y que logran eliminar los restos solidos de las instalaciones, el equipo con el personal y un horario dentro de la jornada

que debe ser respetado por las autoridades.

Tabla XIII. **Actividades en gallineros y otros requerimientos**

Actividad	Jornada		Ejecutores		Equipo del personal				Supervisor	
	Inicio	Final	Clasificadores	Selladores	Botas de hule	Guantes	Mascarilla	Rebecilla	Uniforme	Encargado de producción
Saneamiento en gallinero de piso	15 min	20 min	■		■				■	■
Saneamiento en gallinero tradicional	15 min	20 min	■		■				■	■
Saneamiento en gallinero automático	15 min	20 min	■	■	■		■		■	■
Saneamiento en edificio de clasificación	15 min	20 min	■	■	■	■	■	■	■	■
Saneamiento de bodega de producto terminado y empaque	15 min	20 min	■	■	■		■	■	■	■

Fuente: elaboración propia.

A continuación se detallan otras actividades principales de los cronogramas, la importancia del equipo de protección personal: botas y guantes; los materiales: escobas, palas, botes y paños. Los lugares de mayor

suciedad como es el piso de todos los gallineros con torta de cemento, las paredes y techo cono acumulación de polvos y telarañas.

Tabla XIV. **Actividad, equipo de trabajo y productos de limpieza a utilizar**

Actividad	Equipo							Productos	
	Escoba	Pala	Bote de desechos	Bolsas	Paños	Guantes	Hidro-lavadora	No utiliza	Cloro comercial (2 jeringas de 10 ml en 3 L de agua.)
Saneamiento en gallinero de piso									
Saneamiento en gallinero tradicional									
Saneamiento en gallinero automático									
Saneamiento en edificio de clasificación									
Saneamiento de bodega de producto terminado y empaque									

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Detalles de cada actividad a desarrollar

	Barrer polvo y otros materiales		Desinfectar superficies	
Actividad				

Tabla XVI. Cronograma mensual de actividades de limpieza en gallinero

Lugar	Actividad	Cronograma mensual																											
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Gallinero de piso	Cambio de viruta en nido																												
	Limpieza de nido																												
	Limpieza de área de clasificación (techo)																												
	Limpieza de área de clasificación (paredes)																												
	Limpieza de área de clasificación (muebles y piso)																												
	Renovar material de limpieza (pañños)																												
	Brindar material de protección personal (redecilla, cubre bocas y guantes)																												
Gallinero tradicional	Limpieza de techos																												
	Limpieza de jaula (recepción de huevo)																												
	Limpieza carro recolector (Llantas y superficie)																												
	Limpieza de área de clasificación																												
	Renovar material de limpieza (pañños)																												
	Brindar material de protección personal (redecilla, cubre bocas y guantes)																												
Gallinero automático	Limpieza de techos																												
	Limpieza de paredes																												
	Limpieza de escobillos de banda de huevo																												
	Limpieza de bandas de gallinaza																												
	Limpieza de comederos																												
	Limpieza de fondo de gallineos																												
	Limpieza de piso																												
	Limpieza de banda transportadora de huevo																												
	Renovar material de limpieza (pañños)																												
	Brindar material de protección personal (redecilla, cubre bocas y guantes)																												

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Cronograma mensual de actividades de limpieza en gallinero**

Lugar	Actividad	Cronograma mensual																											
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Área de clasificación	Limpieza de techo y lamparas	X	X																										
	Limpieza de paredes			X	X																								
	Limpieza de áreas de clasificación	X			X				X			X			X			X			X			X			X		
	Limpieza de banda transportadora de huevo				X										X														
	Limpieza de piso y drenajes				X	X	X	X																					
	Renovar material de limpieza (pañños)																							X					
	Brindar material de protección personal (redcilla, cubre bocas y guantes)																						X						
Bodega de producto terminado	Limpieza de techo y lamparas								X	X	X																		
	Limpieza de paredes										X	X	X																
	Limpieza de piso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

El cronograma es mensual, de manera que el encargado de producción se basará en las tablas XIII a la XV para delegar personal encargado de limpieza, se sugiere turnar uno del equipo por área de trabajo al día. También, con la obligación de mantener todos los insumos listos para ser utilizados en granja. Por último, según las tablas XVI y XVII, guiará al personal sobre los espacios a limpiar; además, este cronograma sirve de *check list*, al marcar con X cuando se ha finalizado la tarea satisfactoriamente.

2.2.1.1. Procedimientos de limpieza en área de gallineros

Se muestra uno de los procedimientos de limpieza de gallineros realizados para la granja, que actualmente describe las actividades.

2.2.1.1.1. Procedimiento para limpieza de superficies en contacto directo e indirecto con el huevo, gallinero automático 1, 2, 3 y 4

- Objetivo
 - Establecer un procedimiento para realizar la limpieza de suciedad superficial del huevo producido en el área de automático 1, 2, 3 y 4.
- Responsable

Responsable	Responsable de supervisar
Galerista encargado	Encargado de producción

- Importancia del control de suciedad superficial en el huevo:
 - Que la división de producción ejecute un procedimiento de limpieza efectivo en el área de gallineros automáticos.
 - Preservar los estándares de limpieza para la satisfacción del cliente.
 - Generar los registros necesarios para la mejora continua del proceso.

2.2.1.1.2. Procedimiento para solución de cloro a 200 ppm

- Materiales
 - Balanza digital
 - Cloro comercial
 - Agua pura
 - Envase de galón, específico para solución de cloro
 - Equipo de protección personal: lentes, tapa boca y guantes de goma
- Hacer la solución de cloro a 200 ppm
 - Colocarse el equipo de protección personal
 - Encender la balanza y tarar el envase de galón (utilizar en gramos)
 - Verter el agua en el envase hasta completar 3 000 g
 - Verter el cloro comercial hasta completar 3 024 g
 - Agitar la solución para su aplicar en procedimiento de desinfección

2.2.1.1.3. Procedimiento para solución de ROTOSAN al 10%

- Materiales

- Balanza digital
- Cloro comercial
- Agua pura
- Envase de galón, específico para solución de Rotosan.
- Equipo de protección personal: lentes, cubreboca y guantes de goma
- Hacer la solución de Rotosan al 10%
 - Colocarse el equipo de protección personal
 - Encender la balanza y tarar el envase de galón (utilizar en gramos)
 - Verter el agua en el envase hasta completar 2 700 g
 - Verter el Rotosan comercial hasta completar 3 000 g
 - Agitar la solución para su aplicar en procedimiento de desinfección

2.2.1.1.4. Procedimiento de limpieza y desinfección para un equipo o utensilio de manera seca

- Materiales
 - Cepillos de cerda mediana
 - 2 trapos limpios
 - Solución de cloro a 200 ppm

- Equipo de protección personal: lentes, cubreboca y guantes de goma
- Hacer la limpieza de un utensilio o equipo que no pueda mojarse.
 - Colocarse el equipo de protección personal.
 - Con el trapo limpio y el cepillo remover todas las partículas de las superficies de interés a desinfectar.
 - Rociar todas las superficies de interés del equipo con la solución de cloro a 200 ppm.
 - Con el otro trapo remover las áreas rociadas y esperar 10 min.
 - Utilizar el equipo.

2.2.1.1.5. Procedimiento de limpieza y desinfección para un equipo o utensilio de manera húmeda

- Materiales
 - Cepillos de cerda mediana
 - 2 Trapos limpios
 - Agua potable
 - Solución de cloro a 200 ppm
 - Equipo de protección personal: lentes, cubreboca y guantes de goma
- Hacer la limpieza de un utensilio o equipo que no pueda mojarse
 - Colocarse el equipo de protección personal.

- Con el agua potable y el cepillo remover todas las partículas del equipo o utensilio.
- Con el trapo limpio remover el exceso de agua dejando húmeda las superficies.
- Rociar todo el equipo con la solución de cloro a 200 ppm.
- Con el otro trapo remover las áreas rociadas y esperar 10 min.
- Utilizar el equipo.

**2.2.1.1.6. Procedimiento para solución de Rotosan al 1 %
para limpieza de huevo**

- Materiales
 - Balanza digital
 - Cloro comercial
 - Agua pura
 - Envase de galón, específico para solución de ROTOSAN.
 - Equipo de protección personal : lentes, cubre boca y guantes de goma
- Hacer la solución de Rotosan al 1%
 - Colocarse el equipo de protección personal

- Encender la balanza y tarar el envase de galón (utilizar en gramos)
- Verter el agua en el envase hasta completar 2 970 g
- Verter el Rotosan comercial hasta completar 30 g
- Agitar la solución para su aplicar en procedimiento de desinfección.

2.2.1.1.7. Procedimiento de limpieza de manera seca

- Materiales
 - Cepillos de cerda mediana
 - 2 trapos limpios o los que el operario considere necesarios
 - Solución de Rotosan al 1 %
 - Equipo de protección personal: lentes, cubreboca y guantes de goma
- Hacer la limpieza de un utensilio o equipo que no pueda mojarse
 - Colocarse el equipo de protección personal.
 - Recibir el lote considerado como huevo sucio de granja.
 - Con el trapo limpio y el cepillo remover todas las partículas del cascaron sin provocar rupturas.
 - Rociar el trapo limpio con la solución de Rotosan al 1 %.

- Con el trapo rociado remover la suciedad que en el paso 3 no se logro eliminar. (si los trapos se ensucian de manera rápida solicitar más).
- Llevar huevo al área de clasificado o proceder a clasificarlo.

2.2.1.1.8. Procedimiento de limpieza de gallinero automático general

- Materiales
 - Desarmador
 - Brocha
 - Bolsas de basura negra
 - Escobón
 - Paño
 - Soluciones de cloro a 200 ppm (desinfectante)
 - Solución de Rotosan al 10 % (desinfectante)
 - Pala o recogedor de basura
 - Hidrolavadora
 - Equipo de seguridad para trabajo en alturas
 - Andamios de 10 m

- Andamio de 3 m
- Lentes
- Equipo de BPM: guantes de hule, mascarilla, botas de hule y lentes.
- Casco industrial

Consideración general: Todo gallinero automático sometido a este programa de limpieza, se comenzará desde la parte más alta hacia abajo; para promover la efectividad de las operaciones.

- Limpieza del techo se utilizan escobones, andamios de 10 m, equipo de trabajo en alturas, lentes, gorra y mascarilla (se deberá cumplir con este paso al menos 1 vez al mes, con el requerimiento de 5 operarios que cumplan con las medidas de seguridad para trabajos de altura). Instalado el equipo de seguridad para alturas, se debe cubrir un área de 2 m X 2 m, limpiar de manera uniforme los sólidos dejando caer hacia el suelo.
- Limpieza de la cortinas, material que funciona como división entre el ambiente y el gallinero, con el fin de evitar acumulación de polvos, humedad y plagas. Materiales a utilizar son: escobones, andamios de 10 m, equipo de seguridad de trabajo en alturas, lentes, gorra, mascarilla, soluciones desinfectantes e hidro lavadora si es necesario. (se deberá cumplir con este paso al menos 1 vez al mes, con el requerimiento de 5 operarios que cumpla con las medidas de seguridad para trabajos de altura). Se debe cubrir espacio de 2 m X 2 m removiendo los sólidos con escobones, dejando caer al suelo.
- Limpieza de las partes finales de los comederos, donde existe

acumulación de concentrado y otros. Los materiales a utilizar son: brochas, lentes, mascarilla, andamios de 3 m, equipo de seguridad para trabajo de altura y recoge basura (se deberá cumplir con este paso diariamente). Desarmar la banda, con las brochas quitar todo solido incrustado en las paredes y esquinas de la maquina, hasta dejar libre.

- Limpieza de los escobillos que atrapan restos de la banda transportadora de huevo, con el fin de evitar el desgaste de la banda por suciedad y la efectividad de la limpieza. Materiales a utilizar: des-armador y bolsa para el desecho de los residuos (se deberá cumplir con este paso al menos 2 veces por semana, y depende de la acumulación de residuos observados). Desarmar los cepillos, al quitarlos eliminar todo solido incrustado en las cerdas con la mano, hasta dejar libres.
- Limpieza de la cubierta inferior de la banda transportadora de huevo, como el fin de prevenir la acumulación y formación de conglomerados de suciedad. Materiales a utilizar son: brochas, trapo y solución desinfectante (se deberá cumplir con este paso al menos 2 veces por semana, y depende de la acumulación de residuos observados). Con la brocha realizar una limpieza inicial a toda la banda transportadora, si contiene restos de huevo aplicar una solución desinfectante de Rotosan al 10 % para remover.
- Limpieza de la banda transportadora de gallinaza y sus cubiertas, con el fin de promover un ambiente libre de agentes patógenos, físico y químicos que puedan adherirse al huevo. Materiales a utilizar son: hidrolavadora, solución de Rotosan al 10 %, mascarilla, lentes, guantes de goma, botas de hule y gorra (este procedimiento debe realizarse al menos 1 vez por semana, para evitar la acumulación de desechos en piezas móviles del

gallinero). Al quitar las tapaderas de la banda, iniciar el movimiento de la banda al mismo tiempo rociar solución a presión de manera uniforme con la hidrolavadora eliminando restos adheridos a la banda hasta culminar con la limpieza; hacer lo mismo con las tapaderas.

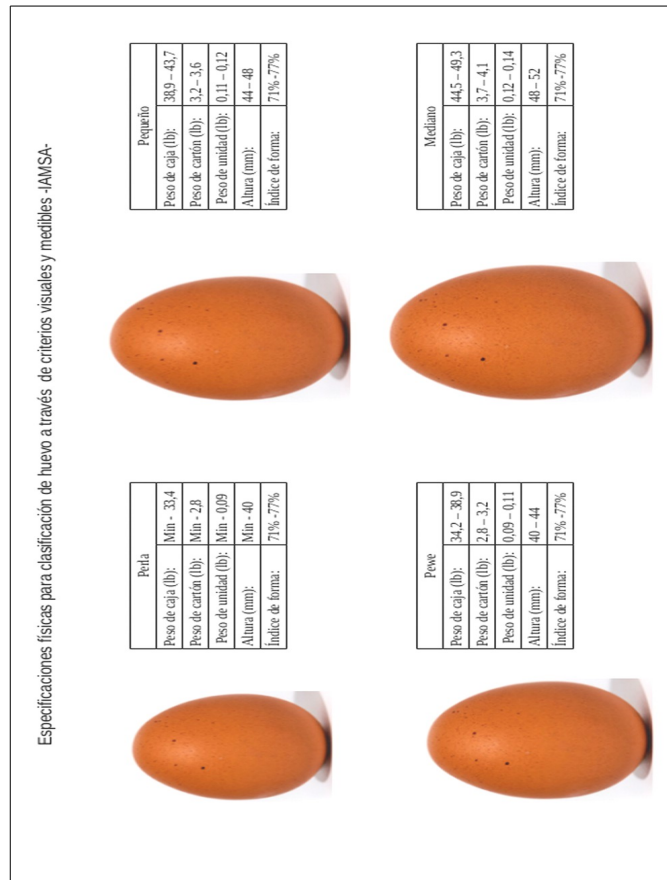
- Se finaliza con la recolección y limpieza de los pisos; en el plan diario los materiales son: escobones, uniforme, palas y bolsas. En segunda instancia para promover la inocuidad de los gallineros se debe utilizar soluciones de ROTOSAN al 10 %, hidrolavadora, guantes, lentes, cubrebarba, botas y uniforme (se deberá cumplir con el procedimiento de limpieza seca 2 veces por semana, y de manera húmeda cada 15 días). Para plan diario, con un escobón remover todo el sólido depositado en los pisos de adentro hacia la salida, echarlo en bolsas y/o tirarlo a camión de desechos de gallinaza. Para el plan de inocuidad aplicar la solución de Rotosan a presión sobre las superficies de adentro hacia la salida, desviando el agua sucia sobre los drenajes del área (realizar por tramo).

El costo de oportunidad al aplicar el cronograma de limpieza junto a los procedimientos se plantea una reducción de hasta el 90 % para suciedad en el huevo; de manera directa los procedimientos de limpieza de huevo en seco afectan el producto considerado como huevo sucio ya que permite su clasificación, por lo tanto, venderlo a un mejor precio. El producto antes mencionado de manera actual no se clasifica, para lo que aplicarle los procedimientos permite, clasificarlo, contabilizar y verificar los rendimientos en granja. Para el caso de los equipos, utensilios y gallinero automático esto evita la generación de plagas y, por lo tanto, la reducción en el futuro de daños por acumulación de suciedad. Es de vital importancia para los gallineros automáticos, ya que, sufren de constante mantenimiento correctivo.

2.2.2. Tabla de clasificación de huevo fresco

Según el diagnóstico de proveedores en el mercado y degustaciones de consumidor, se realizó una tabla de clasificación de huevo, que incluye la estandarización de cada producto. Esta tabla muestra los límites que deben ser utilizados para justificar calidad de manera interna. Las medidas exactas se pueden observar claramente en rangos considerando el error humano como se ve en las figuras 45 y 46.

Figura 45. Tabla de clasificación de pesos bajos en huevo



Fuente: elaboración propia.


Figura 46. **Tabla de clasificación pesos altos en huevo**

Especificaciones físicas para clasificación de huevo a través de criterios visuales y medibles -JAMSA-

Grande	
Peso de caja (lb):	50,1 - 54,8
Peso de cartón (lb):	4,2 - 4,6
Peso de unidad (lb):	0,14 - 0,15
Altura (mm):	52 - 56
Índice de forma:	71% -77%

Extra grande	
Peso de caja (lb):	55,6 - 60,4
Peso de cartón (lb):	4,6 - 5,0
Peso de unidad (lb):	0,15 - 0,17
Altura (mm):	56 - 60
Índice de forma:	71% -77%

Óptimo	
Peso de caja (lb):	61,2 - Max
Peso de cartón (lb):	5,1 - Max
Peso de unidad (lb):	0,17 - Max
Altura (mm):	60 - Max
Índice de forma:	71% -77%



Fuente: elaboración propia.

Por medio de estos criterios se puede evaluar el proceso de una manera objetiva para cumplir con los aspectos de mercado para ser competitivo. Por último, proponer medidas correctivas al personal, ya que se pueden realizar gráficas de control diarias para visualizar cambios en el producto y actuar de manera preventiva para mercados populares y mayoristas.

El costo de oportunidad para la empresa es que al no aplicar esta tabla de manera actual está entregando un producto sobrevalorado al mercado, por lo tanto, otros competidores se aprovechan y bajan los precios. Si se implementa, se obtiene un producto estandarizado que cumple con la normativa nacional, además, de ser competitivo en mercados que no necesita diferenciación de producto. Por último, la tabla logra mejor transición entre tamaños por lo que el consumidor final puede visualizarlos.

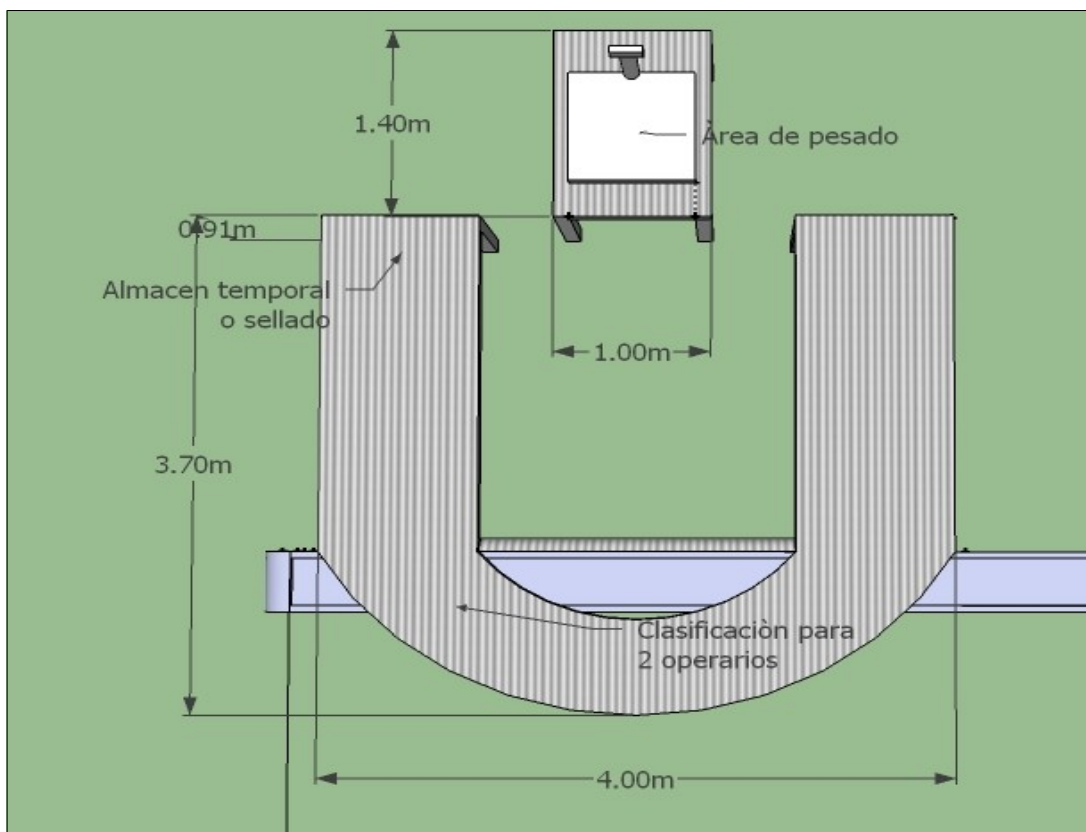
2.2.3. Área de clasificación modificada

Según la comparación que se vio en el diagnóstico entre las áreas de trabajo de granja, la de San Miguel Petapa se concluyó era la más productiva por la adaptación al operario por: la mesa está abajo de su cintura, las cargas no superan la altura del mentón, toda la actividad se desempeña al mismo nivel, y existe una mejor distribución de la producción en la mesa. Con base en estos resultados, se diseñó un área de trabajo final que cumple con los objetivos de la ergonomía y hace eficiente la operación al aprovechar el espacio con ambas manos.

El objetivo es tener forma de U donde el operario tenga la opción de usar ambas manos para tomar producto de la banda, un área considerada para clasificar 8 productos, con una altura hasta la cadera, lugar de recepción pesa para para dos personas para evitar acumulación, manejo de cargas al mismo

nivel sin riesgo de lesión, trabajo a nivel del suelo y opción a tener 2 operarios por estación; en las figuras 47 y 48 se aprecia el diseño.

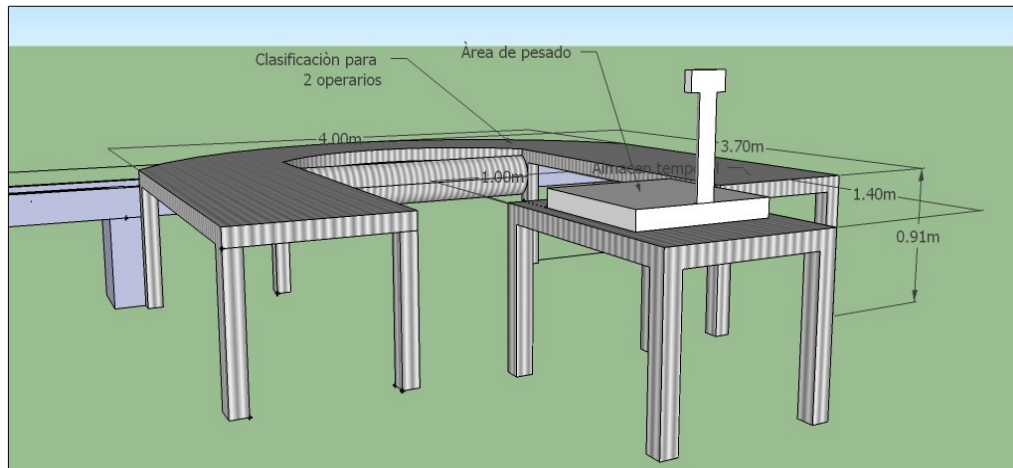
Figura 47. **Vista de planta, para estación de trabajo remodelada**



Fuente: elaboración propia, empleando Sketch Up.

En la figura 52 se aprecia la vista de perfil, que cumple con una altura de 0,91 m llegando hasta la altura de la cintura, y se aprecia la balanza individual que agiliza la operación de etiquetado.

Figura 48. Estación de trabajo vista de perfil



Fuente: elaboración propia, empleando Sketch Up.

Tabla XVIII. Presupuesto para el área de trabajo en clasificación de huevo

Área de clasificación y sellado ocupada por 4 operario				
Materiales y Mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Laminas de acero INOX	12	laminas	345,00 GTQ	4.140,00 GTQ
Tubería galvanizada de 1" para estructura	14	Unidad	116,00 GTQ	1.624,00 GTQ
Electrodo para acero inox	20	lb	16,00 GTQ	320,00 GTQ
MO de construcción de mesa	14	días	88,11 GTQ	1.233,54 GTQ
Total				7.317,54 GTQ
Imprevistos (5%)				365,88 GTQ
Total de mejora				7.683,42 GTQ

Fuente: elaboración propia.

Para implementar la mejora en áreas de trabajo se ha realizado un presupuesto que involucra solo el material de construcción y un costo

aproximado de mano de obra, no se tomaron en cuenta contratos, traslados ni tiempos de instalación, ya que dentro de la granja se cuenta con un equipo de mantenimiento que puede realizarlo durante de la jornada laboral; como se indica en la tabla XVIII.

De postergar la mejora se incurre en la baja de eficiencia para la granja; como se vio en el diagnóstico se desperdicia alrededor de 6 min por clasificación de caja; después estos minutos afectan la operaciones de limpieza, manejo de gallina, capacitaciones de personal, distribución para la comercialización y contabilidad del producto. Por lo tanto, es un costo alto de oportunidad ya que afecta las actividades administrativas.

2.2.4. Control de calidad

Debido a las irregularidades del variables importantes en el proceso de producción de todos los productos, se decidió llevar a cabo un control, este se limita a anotar y verificar el estado actual del proceso en un momento específico. Con las bases de control estadístico de la calidad, se realizó una ficha de inspección en la tabla XIX, por último, un programa estadístico en Excel para visualizar los datos en una gráfica que evalué las mejoras según figura 53.

Cualidades importantes del huevo como es el peso influyen en la producción ya que al evitar este control se dispondrán menos cajas de huevo grande o mediano (huevos que por su peso tienden a confundirse más), lo que influyen el los ingresos. Otras cualidades de presentación como la limpieza y astillado de cascarón ocasionan constantes rechazos así como la reinspección de los huevo factores importantes en la venta y productividad. Por último, la altura que es un índice de uniformidad en el envasado de los huevos, una ligera

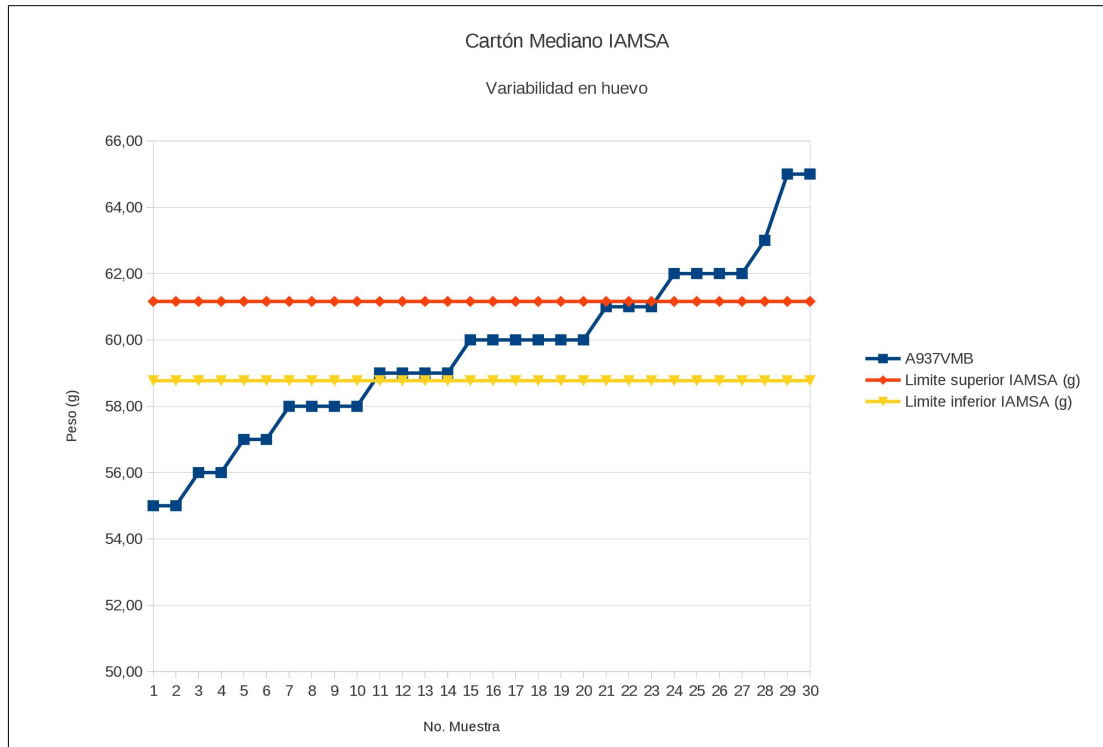
fluctuación de estos se puede estimar la cantidad de huevos astillado y rotos para un lote producido.

Tabla XIX. **Registro de huevo para generar el control de calidad**

Parametros de la caja en muestra									
Peso de caja (lb)					No. Clasificador				
Peso en etiqueta (lb)					Lugar de procedencia				
Peso de cartones (lb)									
1		7		3	9				5
2		8		4	10				6
Huevos en muestra									
No	Peso	Altura	Suciedad	Astillado/Roto	No	Peso	Altura	Suciedad	Astillado/Roto
1					31				
2					32				
3					33				
4					34				
5					35				
6					36				
7					37				
8					38				
9					39				
10					40				
11					41				
12					42				
13					43				
14					44				
15					45				
16					46				
17					47				
18					48				
19					49				
20					50				
21					51				
22					52				
23					53				
24					54				
25					55				
26					56				
27					57				
28					58				
29					59				
30					60				
Σ					Σ				

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Gráfico de control para clasificación en gallineros



Fuente: elaboración propia.

El control de la calidad del producto es prioridad en la clasificación, ya que acá el huevo adquiere valor comercial, debido al tamaño. Actualmente, sucede que en cajas de huevo grande existe una mezcla del 40 % de huevo grande, 40 % de mediano, 20 % entre pequeño y extra grande. Por lo tanto, la implementación de las mejoras en área de trabajo junto a la tabla de clasificación exigen un control para verificar su cumplimiento para evitar la pérdida del valor en la cadena y, por lo tanto, alto costo de oportunidad al no disponer de tamaños, pérdida de clientes por clasificación, una percepción real

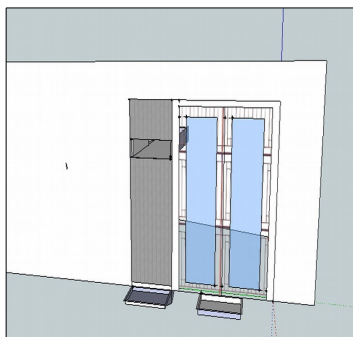
de ingresos más acertada a lo proyectado.

2.2.5. Edificio para la producción de huevo y marqueta remodelado

Para generar una solución óptima a las instalaciones de procesamiento de huevo fresco y marqueta, se realizó una evaluación basada en el *Reglamento Técnico Centroamericano número 67.01.33.06*. Las bases para realizar modificaciones, es decir, características que deben cumplir los espacios, se describen a lo largo de esta normativa y se aplicó el criterio ingenieril para su elección. Por ello se realizaron modelos gráficos y presupuestos para la remodelación del edificio; ver anexo N. 2: normativa, formularios y criterios para evaluación (-RTCA-) para ampliar incisos citados.

Para tener una visualización de las mejoras se utilizó el diseñador gráfico google sketchup 8, además, se compara con las instalaciones actuales vistas en el diagnóstico de huevo astillado/roto ya que se tomaron medidas exactas de los edificios con un metro de mano.

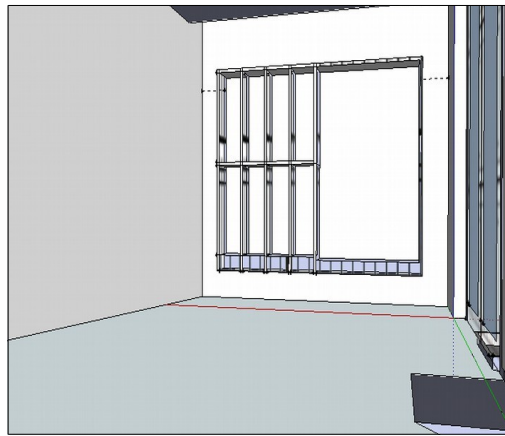
Figura 50. **Parte frontal, entrada del edificio**



Fuente: elaboración propia, empleando SketchUp.

En la figura 50 se muestra una entrada con pediluvio para personal con carros de huevos que asegura un proceso libre de contaminación e inocuo, un aislamiento del exterior con una puerta de PVC fácil de limpiar, una ventana protegida con cortina plástica de entrada de carros y banda transportadora de huevo del gallinero automático que cumple con inciso 5.2.5 ventanas y puertas.

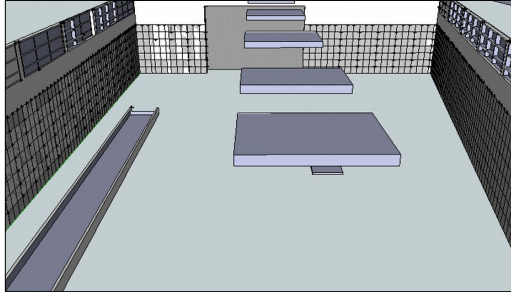
Figura 51. **Paso siguiente a la entrada de edificio de clasificación**



Fuente: elaboración propia, empleando SketchUp.

En la figura 51 se ve la instalación de una estantería recubierta con plástico para su fácil sanitización que tiene la función de poner todo el material de limpieza, material de desinfección, hidrolavadoras, equipo de BPM para el personal, entre otros. Finalmente, una cubierta de cemento alisada para paredes y pisos, sin grietas que acumulen contaminantes que cumple con las disposiciones 5.2.2 pisos, 5.2.3 paredes y 5.1.6 programa de limpieza y desinfección, sección b y c.

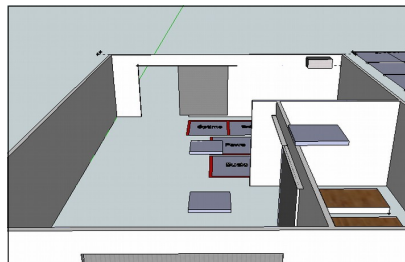
Figura 52. **Área de clasificación de huevo y marqueta**



Fuente: elaboración propia, empleando SketchUp.

En la figura 52 el área de producción debe ser remodelada con paredes recubiertas por azulejo blanco hasta 1,75 m para su limpieza fácil, piso y paredes sin grietas. También, la iluminación con tapadera de seguridad, cortinas plásticas que separan los ambientes de entrada y almacenamiento de producto terminado, con ello se cumplen condiciones de apartados 5.2.2 pisos, 5.2.3 paredes y 5.2.6 iluminación, sección b.

Figura 53. **Área de almacenamiento de huevo, marqueta y empaque**



Fuente: instalaciones de planta, empleando SketchUp.

En la figura 53 se tiene el área de almacenamiento con cambios a realizar: una separación entre bodega de producto terminado y bodega de empaque., bodega de empaque con puerta corrediza para aislarlo del los ambientes, sensores de humedad-temperatura para evitar la degradación del cartón, entrada con ventilador y filtro de aire en dirección de las áreas limpias a las sucias, salida de la planta con puerta corrediza y cortina de plástico para evitar la entrada de insectos y otros contaminantes hacia el producto terminado; por último, paredes con alisado blanco, piso sin grietas que promueve la fácil limpieza y desinfección, que cumple con las normativa 8.5 almacenamiento y distribución.

Con el fin de que las mejoras se concreten en el largo plazo, se presupuestaron los materiales, tablas XX y XXI; es necesario tomar en cuenta que el reemplazo de algún material debe cumplir con la normativa mencionada del anexo 2 al 4 formatos junto a criterios de evaluación (RTCA). Al momento de ejecutar el presupuesto este debe actualizarse al año en curso, además de manejar una cuenta para imprevistos, que en este caso es de un 5 %, pero puede ser extendida hasta el 15 % para una mayor seguridad.

El incurrir en esta inversión significa disminuir el costo de oportunidad en la calidad del huevo al aumentarla y prevenir la suciedad en la cadena de producción, acceso a diferentes mercados especiales que eleva y mantiene el precio del producto, generar una cultura de limpieza que evita la propagación de plagas, por ende, problemas como empaques de cartón dañados por roedores, efectividad de todas las medidas químicas junto al ahorro de aplicaciones que disminuye costos de producción. Otros beneficios de la mejora es optar a la licencia sanitaria para la producción de alimentos otorgada por el Ministerio de salud y asistencia social.

Tabla XX. Presupuesto para mejoras en edificio de clasificación de huevo

Presupuesto de correcciones de instalación de edificio de clasificación				
Entrada del edificio				
Materiales y Mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Puerta de PVC 2m X 2m	1	Unidad	5.000,00 GTQ	5.000,00 GTQ
Cortina de PVC lavable para cuartos fríos entrada de carros y banda de huevo	4	m	6,50 GTQ	26,00 GTQ
Cemento para pediluvio	1	saco	72,00 GTQ	72,00 GTQ
Arena para pediluvio	0,2	m3	100,00 GTQ	20,00 GTQ
MO de instalación de puerta y cortina	1	días	88,11 GTQ	88,11 GTQ
MO de construcción de pediluvio	3	días	88,11 GTQ	264,33 GTQ
Estantería PVC 3mX2m	1	Unidad	1.000,00 GTQ	1.000,00 GTQ
MO instalación de estantería	1	días	88,11 GTQ	88,11 GTQ
Total				6.558,55 GTQ
Paso de entrada a área de clasificación				
Cemento para piso	5	saco	72,00 GTQ	360,00 GTQ
Arena de río	1	m3	100,00 GTQ	100,00 GTQ
MO para 20 m2 de piso alisado	20	m2	25,00 GTQ	500,00 GTQ
Tubo led luz blanca	4	Unidad	105,00 GTQ	420,00 GTQ
Lampara para tubo led industrial	2	Unidad	190,00 GTQ	380,00 GTQ
MO por instalación de luminaria	2	días	88,11 GTQ	176,22 GTQ
Cortina de PVC divisoria del paso 3mX2,5 M	15	m	6,50 GTQ	97,50 GTQ
MO de instalación de cortina	1	días	88,11 GTQ	88,11 GTQ
Total				2.121,83 GTQ
Área de clasificación y sellado de huevo				
Azulejo	73	m2	50,00 GTQ	3.650,00 GTQ
Pegamix	10	bolsa	47,00 GTQ	470,00 GTQ
MO de azulejo y preparación del área	73	m2	25,00 GTQ	1.825,00 GTQ
Cemento	15	saco	72,00 GTQ	1.080,00 GTQ
Arena de río	5	m3	100,00 GTQ	500,00 GTQ
MO de piso alisado	123	m2	25,00 GTQ	3.075,00 GTQ
Vidrios 0,3m X 0,15m	80	Unidad	15,00 GTQ	1.200,00 GTQ
Pegamento sista	6	botes	65,00 GTQ	390,00 GTQ
MO para instalación de piso	1	obra	250,00 GTQ	250,00 GTQ
Cemento	1	saco	72,00 GTQ	72,00 GTQ
Arena de río	0,5	m3	100,00 GTQ	50,00 GTQ
MO remodelación de quicios de ventanas	2	días	88,11 GTQ	176,22 GTQ
Tubo led luz blanca	14	Unidad	105,00 GTQ	1.470,00 GTQ
Lampara para tubo led industrial	7	Unidad	190,00 GTQ	1.330,00 GTQ
MO por instalación de luminaria	3	días	88,11 GTQ	264,33 GTQ
Cortina de PVC para dividir área de clasificación con bodega de producto terminado	15	m	6,50 GTQ	97,50 GTQ
MO de instalación de cortina	1	días	88,11 GTQ	88,11 GTQ
Total				15.988,16 GTQ

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Presupuesto para mejoras en bodega de edificio

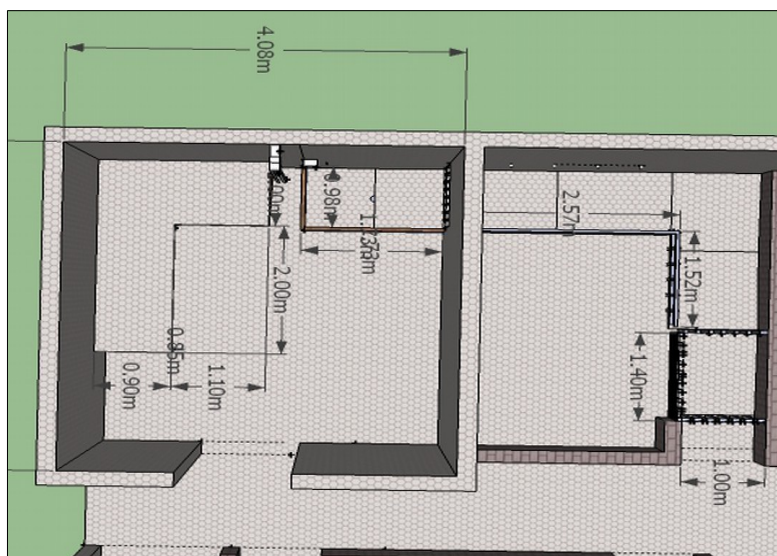
Bodega de producto terminado				
Cemento	9	saco	72,00 GTQ	2.400,00 GTQ
Arena de río	2	m3	100,00 GTQ	200,00 GTQ
Alisado total de pared	96	m2	25,00 GTQ	2.400,00 GTQ
Cemento	12	saco	72,00 GTQ	864,00 GTQ
Arena	4	m3	100,00 GTQ	400,00 GTQ
Block	250	Unidad	3,50 GTQ	875,00 GTQ
Cemento	5	saco	72,00 GTQ	360,00 GTQ
Arena	2	m3	100,00 GTQ	200,00 GTQ
Costilla de hierro de 1/2"	5	varilla	27,00 GTQ	135,00 GTQ
MO de paredes para cuarto de producto terminado	15	m	20,00 GTQ	300,00 GTQ
MO de columnas	2	Unidad	300,00 GTQ	600,00 GTQ
Puerta de PVC 2m X 2m	1	Unidad	5.000,00 GTQ	5.000,00 GTQ
Reloj medidor de temperatura y humedad	1	Unidad	150,00 GTQ	150,00 GTQ
MO de instalación de puerta de pvc	1	días	88,11 GTQ	88,11 GTQ
Ventilación sistema de ventilador y cable empotrado en pared	1	Unidad	500,00 GTQ	500,00 GTQ
Cemento	5	lb	5,00 GTQ	25,00 GTQ
Arena de río cernida	1	bolsa	10,00 GTQ	10,00 GTQ
MO instalación de sistema de ventilación	3	días	88,11 GTQ	264,33 GTQ
Tubo led luz blanca	8	Unidad	105,00 GTQ	840,00 GTQ
Lampara para tubo LED industrial	4	Unidad	190,00 GTQ	760,00 GTQ
MO por instalación de luminaria	3	días	88,11 GTQ	264,33 GTQ
Total				16.635,77 GTQ
Techo				
Laminas galvanizadas 8`	110	Unidad	64,00 GTQ	7.040,00 GTQ
Laminas plásticas transparentes 9`	28	Unidad	119,00 GTQ	3.332,00 GTQ
Costaneras 3x2X1.20MMX 6MTS	68	Unidad	78,00 GTQ	5.304,00 GTQ
TORNILLO HEXAGONAL 3/8 X 2"	828	Unidad	1,00 GTQ	828,00 GTQ
Ventilación de aire	4	tomas	350,00 GTQ	1.400,00 GTQ
MO para instalación del techo	240	m2	50,00 GTQ	12.000,00 GTQ
Total				29.904,00 GTQ
Total de mejora				71.208,31 GTQ
Imprevistos (5%)				3.560,42 GTQ
Total				74.768,73 GTQ

Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Cuarto de emergencias para el sacrificio de cerdos

Según las evaluaciones de instalaciones de faena, estas no cumplen con requerimientos mínimos. Para ello se utilizó la herramienta gráfica de google sketchup 8 siguiendo los lineamiento del acuerdo para los espacios acondicionados con BPM. En las figuras 54 y 55 se ve el diseño.

Figura 54. Vista de planta para el cuarto de sacrificios



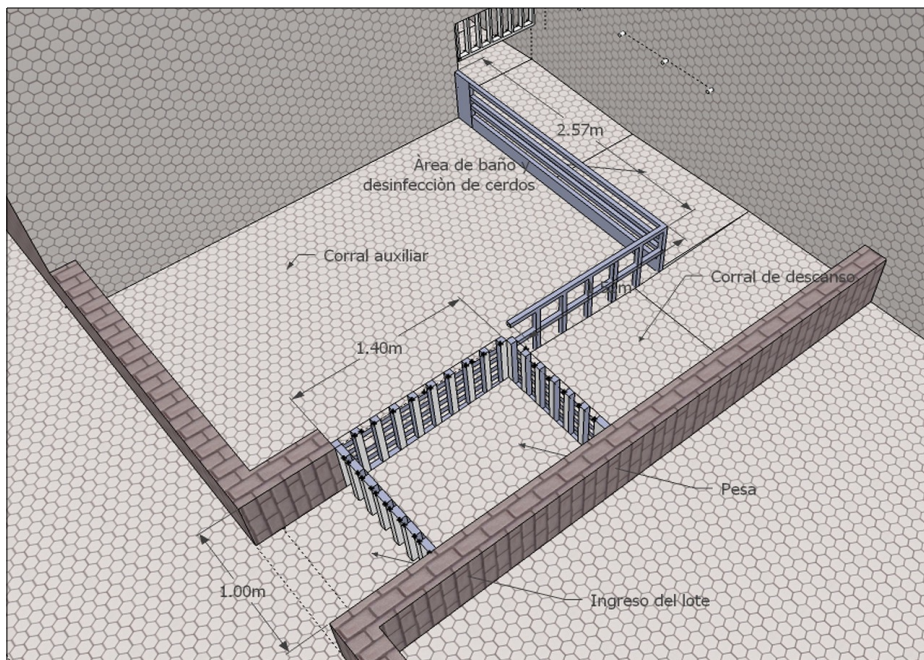
Fuente: elaboración propia, empleando SketchUp.

En la figura 54 se aprecia el área total del cuarto de sacrificio: al lado derecho está el corral de recepción; en la orilla la manga conductora que pesa y sanitiza al cerdo; luego, entra la pila de insensibilizado donde es degollado; por

último, pasa al proceso de destace.

En la figura 55 se observa con mayor detalle el corral de reposo, en la orilla hay una manga conductora, en el paso 1: se pesa; paso 2: desinfección de pies en el pediluvio; paso 3: se baña el cerdo con agua a presión y desinfectante; por último, paso 4: se ingresa al cuarto de sacrificio.

Figura 55. **Vista de planta del área de corrales de acondicionamiento**

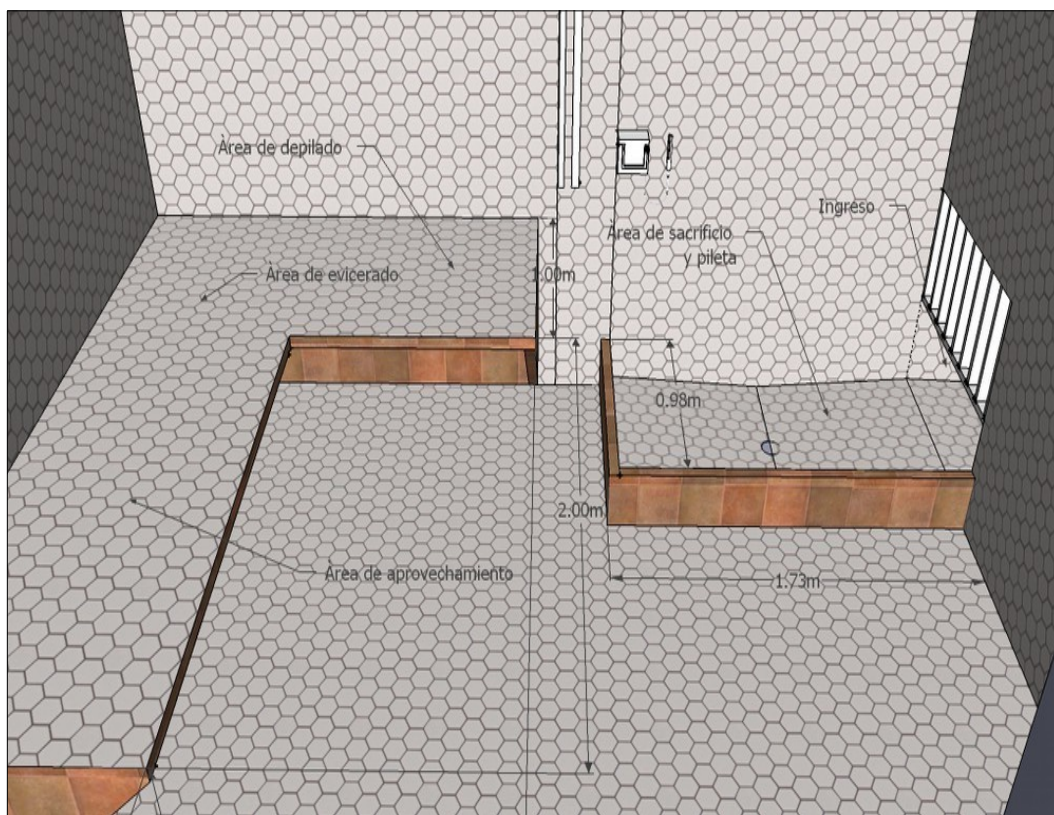


Fuente: elaboración propia, empleando SketchUp.

En la figura 56 se ve la entrada del cerdo por la derecha hacia la pileta de insensibilizado, para ser degollado; luego, por una cadena es elevado a la mesa de pelado junto al escaldado manual; después, es eviscerado dirigiendo estas a

los depósitos de vísceras verdes y rojas; por último, la canal se despieza obteniendo los músculos entre otros cortes llevados a maduración por 48 horas. Todo se basó en el acuerdo 411-2002, reglamento de rastros en vigencia, en lo referente a rastros de cerdos, aplicado a nivel de municipalidades; con el cual también se pueden realizar más rúbricas de evaluación y los procedimientos necesarios para asegurar la inocuidad de los productos.

Figura 56. Foto de perfil de cuarto de sacrificio, área de destace



Fuente: elaboración propia, empleando SketchUp.

Para efectos de las mejoras se presupuestaron los materiales de construcción y remodelación en el área, con el fin de cumplir los requerimientos en la tabla XXII se tiene los costos totales.

Tabla XXII. Presupuesto para el área de sacrificios

Área de cuarto para sacrificio de cerdos en caso de emergencia				
Materiales y Mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Total
Cemento	3	saco	73,00 GTQ	219,00 GTQ
Arena de río	5	bolsa	10,00 GTQ	50,00 GTQ
MO de pediluvios en camino a cuarto de sacrificio	7	m	25,00 GTQ	175,00 GTQ
Azulejo	2	m ²	50,00 GTQ	100,00 GTQ
Pegamix	1	bolsa	47,00 GTQ	47,00 GTQ
Block de 10	10	Unidad	3,50 GTQ	35,00 GTQ
Tubería de desagüe 4"	0,25	Unidad	100,00 GTQ	25,00 GTQ
Codo de desagüe 4"	1	Unidad	43,00 GTQ	43,00 GTQ
MO para pileta de desangrado	1	obra	300,00 GTQ	300,00 GTQ
Tubería de 1" galvanizado	5	Unidad	116,00 GTQ	580,00 GTQ
Electrodo grueso	5	lb	16,50 GTQ	82,50 GTQ
MO de instalación y fabricación de cerco para camino de cerdo al cuarto	5	días	88,11 GTQ	440,55 GTQ
Cemento	5	saco	73,00 GTQ	365,00 GTQ
Arena de río	2	m ³	100,00 GTQ	200,00 GTQ
Piedrín ¼	0,5	m ³	200,00 GTQ	100,00 GTQ
Hierro de ½	6	varilla	27,50 GTQ	165,00 GTQ
Block 20"	425	Unidad	4,10 GTQ	1.742,50 GTQ
MO de construcción de pared en cuarto	32	m ²	46,25 GTQ	1.480,00 GTQ
Hierro de ¼	7	varilla	6,15 GTQ	43,05 GTQ
Cemento	2	saco	72,00 GTQ	144,00 GTQ
Arena de río	5	bolsa	10,00 GTQ	50,00 GTQ
MO de mesa para destace, eviscerado y despiece de animal	1	obra	500,00 GTQ	500,00 GTQ
Cadena para levantado de animal	1	Unidad	700,00 GTQ	700,00 GTQ
MO de instalación de cadena área	1	días	88,11 GTQ	88,11 GTQ
Tubería ½ pvc	3	Unidad	16,50 GTQ	49,50 GTQ
Aspersores	4	Unidad	20,00 GTQ	80,00 GTQ
Chorros	2	Unidad	43,00 GTQ	86,00 GTQ
Codos ½ pvc	3	Unidad	2,50 GTQ	7,50 GTQ
T de pvc ½	6	Unidad	3,50 GTQ	21,00 GTQ
Pegamento pvc	1	Unidad	25,00 GTQ	25,00 GTQ
MO de instalación de tubería para abastecimiento de agua para limpieza de área verdes	3	días	88,11 GTQ	264,33 GTQ
congelador para maduración de carne en el área	2	Unidad	350,00 GTQ	700,00 GTQ
Cuchillos carniceros	1	Unidad	3.500,00 GTQ	3.500,00 GTQ
Cuchillos carniceros	4	Unidad	250,00 GTQ	1.000,00 GTQ
Afiladores de cuchillo	1	Unidad	350,00 GTQ	350,00 GTQ
Hacha de carnicero	1	Unidad	250,00 GTQ	250,00 GTQ
Kit de equipo BPM (guantes, gorro, redecía, gabacha, botas)	3	Unidad	150,00 GTQ	450,00 GTQ
Kit para insensibilizar de cerdos eléctrico	1	Unidad	1.500,00 GTQ	1.500,00 GTQ
Cables 8" para corriente	40	m	12,50 GTQ	500,00 GTQ
MO instalación de choque eléctrico	2	días	88,11 GTQ	176,22 GTQ
Cemento	10	saco	73,00 GTQ	730,00 GTQ
Arena	2	m ³	100,00 GTQ	200,00 GTQ
MO de alisado gris para toda el área de sacrificio	90	m ²	25,00 GTQ	2.250,00 GTQ
Total				19.814,26 GTQ
Imprevistos (5%)				990,71 GTQ
Total de mejora				20.804,97 GTQ

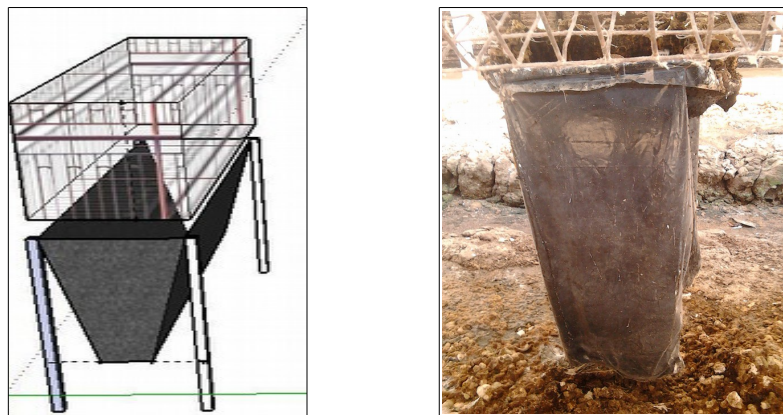
Fuente: elaboración propia.

El incurrir en la inversión para el área de sacrificios de cerdos disminuye los riesgos de contaminación de la carne; por lo tanto, un daño que puede llegar a ser fatal en un cliente; también, un ambiente de limpieza donde el lote esté apartado de enfermedades y, sobre todo, la mejora de la productividad tener un lote con bajas pérdidas por manejo de animales. Por lo tanto, según el diagnóstico, se tienen muertes de 3 cerdos por cada 10; si se mejoran las instalaciones de corrales se reduciría este fenómeno obteniendo estos cerdos como una ganancia extra en la venta final como costo de oportunidad.

2.2.7. Aboneras en sitio de gallineros tradicionales

Con estos resultados obtenidos de la investigación sobre el proceso de gallinaza se diseñó un modelo de recipiente que debe instalarse bajo las jaulas para resguardarlo, con el fin de probar la medida se hizo una prueba piloto como se muestra en la figura 61.

Figura 57. **Abonera en sitio de nylon negro**

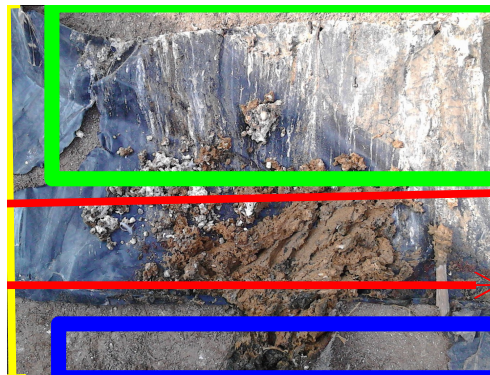


Fuente: elaboración propia.

Las aboneras en sitio permite que la gallinaza aproveche un ambiente controlado y sin contacto con el exterior de forma directa. Al ser un nylon negro impide el paso de los rayos solares, resguardando el calor que es necesario para los procesos de fermentación; además, la única entrada es por encima de la jaula que impide el paso de plagas por las gallinas. Se facilita la aplicación de un programa de control de plagas y emisiones de gases a la comunidad debido a que es un producto focalizado.

En la figura 58 se levantó la prueba piloto que al momento de abrir se observa larva en el rectángulo inferior donde se filtran los fluidos en esta parte de manera directa se puede aplicar el programa de control de plagas que reduce costos por aplicaciones; se logra el objetivo en el rectángulo superior donde se obtuvo gallinaza seca. Por último, en el rectángulo intermedio existe un estado de transición donde la gallinaza se mantiene filtrando fluidos.

Figura 58. **Prueba piloto en gallinaza, comportamiento de la materia prima**



Fuente: elaboración propia.

La meta es la implementación de las mejoras en infraestructura para que los procesos terminen de ser eficientes en el largo plazo. Por ello se realizó una investigación de los materiales teniendo en cuenta que fueran sencillos, resistentes, de bajo costo y duraderos, como se ve en la tabla XXIII. El fin es crear una abonera que flote fuera del suelo, para lograr un proceso de fermentación para al cabo de 2 meses el abono llegue a empacarse.

Tabla XXIII. Presupuesto para el mejoramiento de aboneras en sitio

Área de aboneras en sitio				
Parales de 1" galvanizado de 50 cm	235	Unidad	116,00 GTQ	27.260,00 GTQ
Nylon negro de 3 m X 100 m doble	8	Rollos	1.600,00 GTQ	12.800,00 GTQ
Colgador de Nylon 1" de 50M C/U	126	Unidad	116,00 GTQ	14.616,00 GTQ
MO de instalación	50	Días	440,00 GTQ	22.000,00 GTQ
Total				76.676,00 GTQ
Total de mejora				78.435,24 GTQ
Imprevistos (5%)				3.921,76 GTQ
Total				82.357,00 GTQ

Fuente: elaboración propia.

Los beneficios de implementar esta mejora es la reducción en los tiempos de fermentación para generar abono orgánico como la alternativa para mejorar la productividad. El aprovechamiento de los espacios que es vital para expandir las áreas de producción de huevo y cerdo; a su vez la reducción en plagas que implica menor propagación de enfermedades entre lotes y malos olores; por último, la reducción de costes y a la vez el aumento de stock para abastecer clientes grandes. También, la efectividad de los programas de control de plagas y reducción sobre el impacto ambiental hacia la comunidad.

3. PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN LAS GALERAS DE POSTURA

Los programas de iluminación dentro de una granja avícola son importantes debido a que regulan los ciclos productivos de las aves, es decir, en la formación del huevo, para otras actividades como despacho de alimento concentrado, agua, actividades de mantenimiento y transporte hacen depender de un consumo elevado de energía eléctrica. Se hace necesario un diagnóstico para la reducción del consumo enfocado en una producción más limpia, también, por fallas en iluminación, cantidad de equipos eléctricos y personal que la utiliza en forma desmedida.

Se realizó una auditoría para localizar en un mapa las luminarias de granja, como se ve en la figura 59, junto a una inspección minuciosa utilizando un rúbrica que identificaba la toma de corriente, funcionamiento, potencia en el área de producción, según tabla XXV, junto a otra rúbrica que describe el equipo, voltaje, amperaje, cantidad, watt y kilowatt hora de consumo para el área administrativa en la tabla XXIV.

Para determinar los consumos de energía eléctrica se utilizaron formulas físicas, que involucra el voltaje de la granja y el amperaje. Se determino de manera teórica el consumo de las instalaciones; por ende, se decidió separar el consumo del área administrativa del de producción con el fin de organizar el gasto. Al tener los recibos de energía eléctrica de 3 meses atrás, se comparo con lo deducido de las formulas y se obtuvieron consumos muy aproximados. De esta manera se realizo el análisis de Pareto.

Tabla XXIV. Ficha de inspección para equipo eléctrico

Edificio administrativo							
Equipo	Horario diario	Voltaje	Amperaje	Cantidad	W	KWH	KWH
CPU	9,00	115,00	6,00	1,00	8,81	6,21	0,08
Monitor	9,00	110,00	1,60	1,00	176,00	1,58	1,58
UPS	24,00	110,00	0,00	2,00	360,00	0,00	17,28
Impresora	9,00	42,00	0,50	1,00	21,00	0,19	0,19
Bocinas	9,00	110,00	0,03	1,00	3,00	0,03	0,03
Cargador de celular	9,00	110,00	0,45	1,00	49,50	0,45	0,45
Router	24,00	12,00	0,30	1,00	3,60	0,09	0,09
Focos	0,02	110,00	0,23	1,00	25,00	0,00	0,00
Candelas	0,02	110,00	0,18	2,00	20,00	0,00	0,00
Focos de baños	2,08	110,00	0,23	1,00	25,00	0,05	0,05
Cargadores	24,00	12,00	0,50	2,00	6,00	0,29	0,29
Regleta	24,00	125,00	15,00	1,00	1875,00	45,00	45,00
Regleta	24,00	110,00	15,00	1,00	1650,00	39,60	39,60

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Consumo en iluminación del área de galeras en granja

Resumen de las instalaciones de consumo de luz eléctrica en producción							
Lugar de producción	Focos ideales instalados	Focos en uso	Potencia promedio (kW)	Horas de funcionamiento	Consumo promedio (kWh/mes)	Costo por kWh	Costo total
Gallinero 1	119	113	0,01	120,00	15,50	Q0,74	Q79,73
Gallinero 2	135,00	129,00	0,01	120,00	2,08	Q0,74	Q91,02
Reproductora	46,00	43,00	0,01	120,00	1,75	Q0,74	Q34,77
Pollera	95,00	90,00	0,01	120,00	2,18	Q0,74	Q63,50
Gallinero automático	112,00	85,00	0,01	317,14	6,89	Q0,74	Q180,63
Clasificación	16,00	16,00	0,01	270,00	16,71	Q0,74	Q25,40
Bodega	2,00	2,00	0,01	270,00	4,73	Q0,74	Q3,18
Alumbrado en patio	7,00	5,00	0,01	334,29	30,09	Q0,74	Q15,97
Total							Q494,21

Fuente: elaboración propia.

3.1. Análisis de Pareto para consumo de energía eléctrica

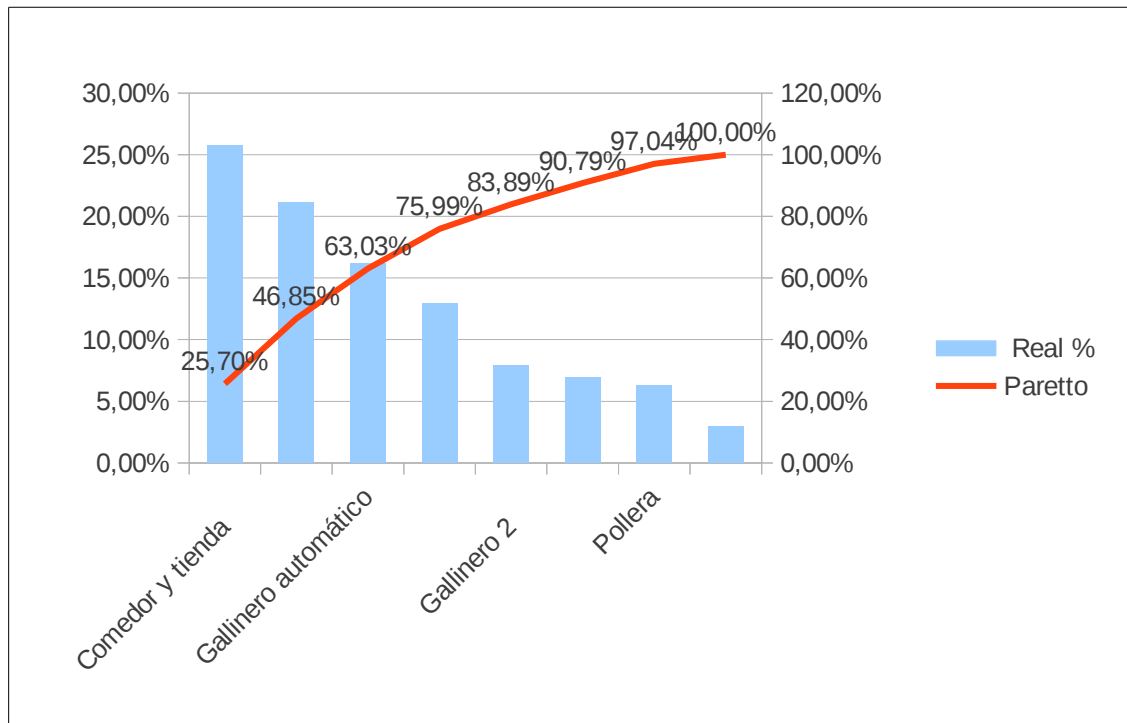
Los consumos de la tabla XXIV se obtiene de un cálculo diario para todas las instalaciones administrativas con el fin de cuantificar el consumo según recibos de luz; de la misma manera para producción, según la tabla XXV. La contribución se ve en que para contabilidad se distribuye el costo de energía eléctrica con porcentajes de antiguas administraciones, lo que necesitaba actualizarse; además, como se muestra en la tabla XXVI, para realizar un gráfico de Pareto en la figura 60.

Tabla XXVI. Resumen de la luminaria actual en galeras de producción

Resumen de área	Consumo (KW/mes)	Total (Q)	Real %
Reproductora	111,24	Q81,76	2,96%
Pollera	235,31	Q172,96	6,26%
Gallinero 1	259,58	Q190,79	6,90%
Gallinero 2	297,19	Q218,44	7,90%
Gallinero automático	608,52	Q447,26	16,18%
Edificio de clasificación	487,35	Q358,20	12,96%
Motores	795,60	Q584,77	21,15%
Comedor y tienda	966,86	Q710,64	25,70%
Totales	3761,66	Q2.764,82	100,00%

Fuente: elaboración propia.

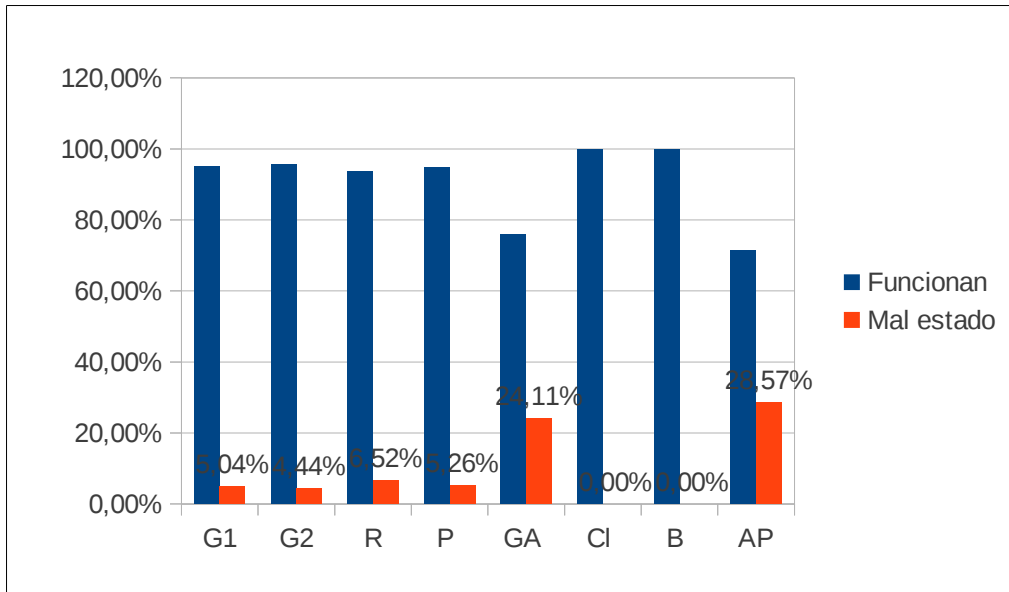
Figura 60. Diagrama de Pareto de consumo de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia.

Según la figura 60, el 20 % comienza desde el edificio de clasificación hacia lugares que presentan mayor incidencia de luminarias, el gallinero 1 y 2, la pollera y reproductoras. Con base en ello se tomaron los gallineros automáticos ya que hay una cantidad significativa de iluminación. En la figura 61 se muestra el análisis de las condiciones con que se desempeña el programa de luz; acá se refiere al estado de funcionamiento, que de manera actual genera el consumo para granja.

Figura 61. Programa de luminarias en granja



Fuente: elaboración propia.

Según la figura 65 se tiene G1: gallinero 1, g2: Gallinero 2, R: reproductoras; P: pollera; GA: gallinero automático; CI: clasificación; B: bodega; AP: alumbrado de planta. Acá se ve el estado de las tomas de luz en las galeras, en su mayoría presentaban suciedad del ambiente; las que se muestran en mal estado es por que carecen de focos, están quebrados o simplemente no encienden; a parte, existe equipo de alto consumo, motores eléctricos de aproximadamente 1,1 caballos de fuerza, que no se analizan; figura 62 se muestra uno de los motores que son utilizados en gallineros automáticos para actividades de alimentación, recolección, ventilación y limpieza de bandas. En la figura 63 una de las luminarias que presenta suciedad superficial que evita la óptima propagación de luz.

Figura 62. **Motor presente en gallinero automático**



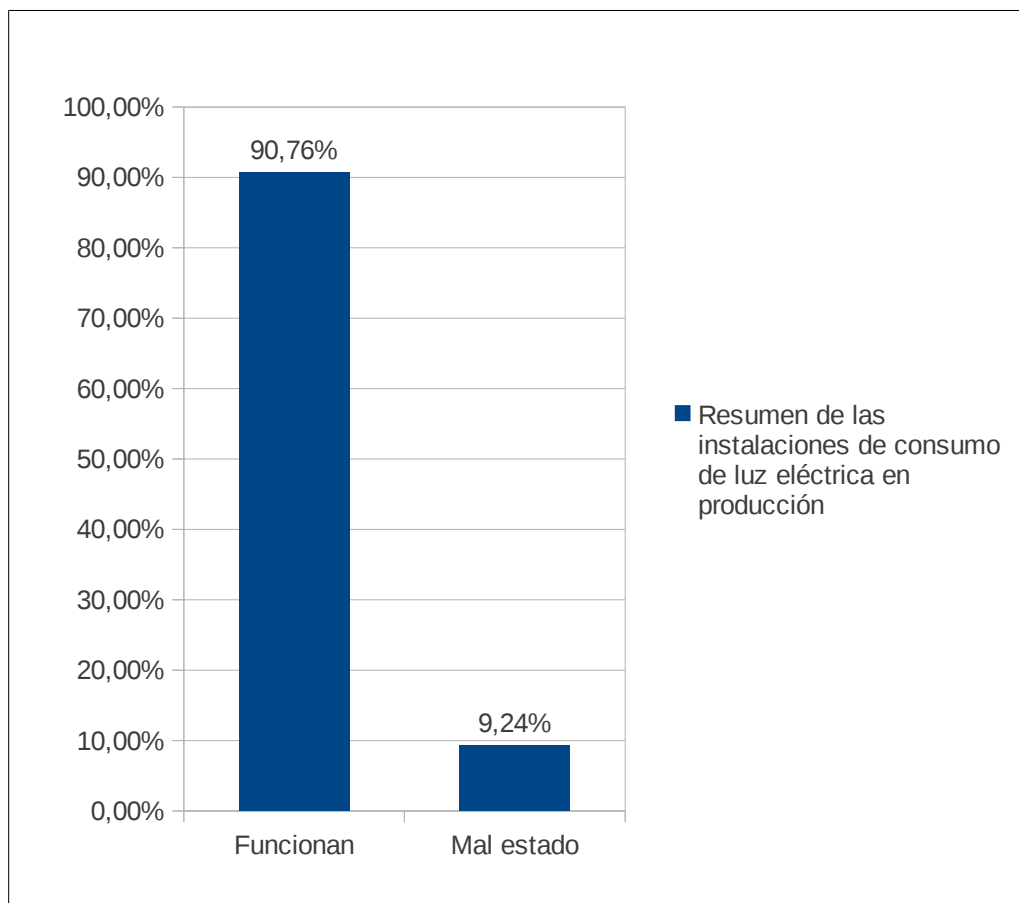
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Luminarias en galeras que presentan suciedad y sin función**



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **Resumen general de fallas en programas de iluminación**



Fuente: elaboración propia.

Según la figura 64, el programa de luz funciona al 91 % aproximadamente, el otro 9 % es causante de fallas en baja productividad de algunos lotes, corto circuitos en el alumbrado, gastos emergentes y elevado consumo eléctrico. Es por ello que se realizó una investigación de las tecnologías para iluminación y reducción del gasto.

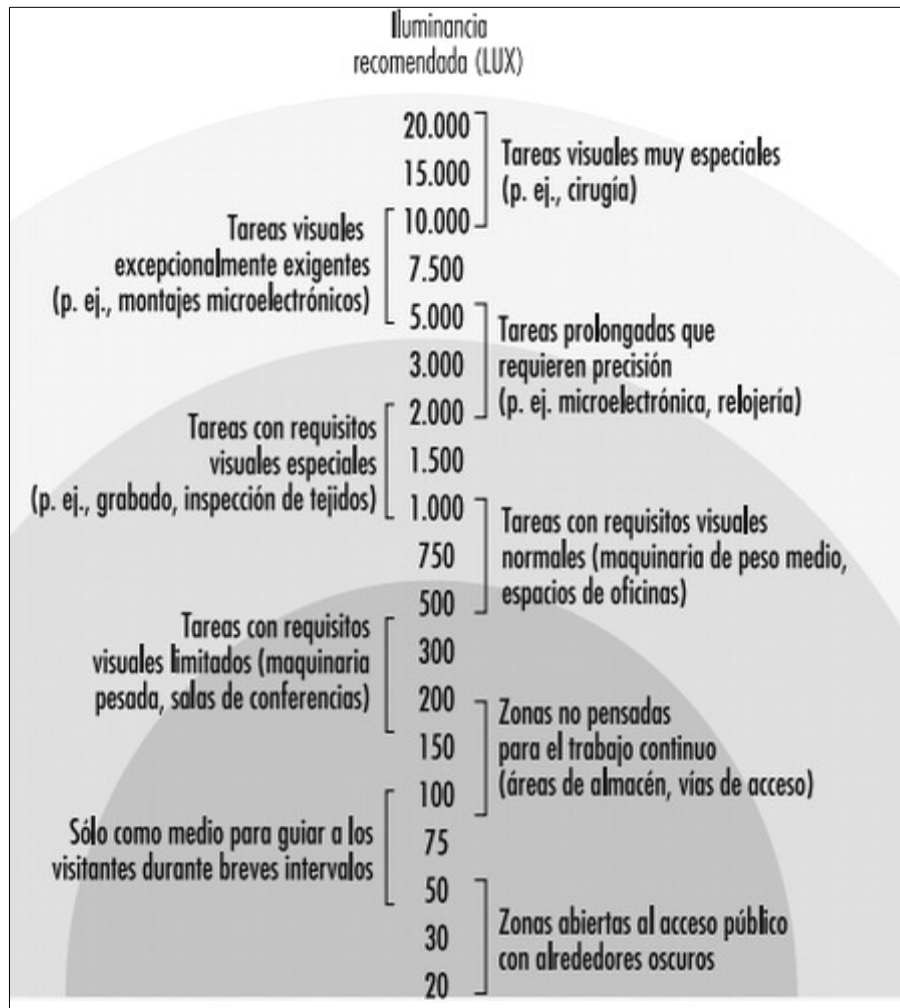
3.2. Investigación de las instalaciones

Se hace necesaria la investigación sobre tecnología de iluminación, actualmente, estas son de bajo consumo, en conjunto a la tendencia de una producción más limpia.

- Conceptos
 - Intensidad luminosa: cantidad fotométrica de referencia, de donde proviene la candela (cd).
 - Luminancia o brillantez: es la cantidad luminosa proyectada en una dirección.
 - Iluminación: es el flujo luminoso por unidad de metro cuadrado recibida, se denomina lux, y se calcula como flujo luminoso / superficie.
 - Flujo luminosos: es la cantidad de luz emitida por una fuente, en un espacio. La unidad de medida es el lumen.

Una lámpara es un convertidor de energía. Aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. En la figura 69 se tiene un ejemplo de la importancia de la iluminación en los ambientes de trabajo, comparado con su índice de iluminación por metro cuadrado mínimo.

Figura 65. **Importancia de las iluminación en el trabajo**



Fuente: FARRÁS, Juan. *Iluminación*. p.35.

- Tipos de luz
 - Incandescencia: filamentos de materiales sólidos y líquidos que al

calentarse, emiten radiación visible a temperaturas superiores a 1 000 K; este fenómeno recibe el nombre de incandescencia, no pueden ser elevadas a más de 2 700,00 K la evaporación del filamento es excesiva, perjudicando la vida de luminarias.

- Descarga eléctrica: es una técnica utilizada en lamparas modernas para la industria y el comercio, y otras combinan esto con fotoluminiscencia, haciendo eficiente la producción de luz. Se basa en emitir corriente eléctrica hacia gases como sodio y mercurio para emitir un espectro visible.
 - Fotoluminiscencia: cuando la radiación es absorbida por un sólido y reemitida en una onda diferente.
 - Electroluminiscencia: la luz es generado por una corriente eléctrica que pasa a través de ciertos sólidos.
- Diodos emisores de luz (led): son lámparas en estado sólido, que incluyen diodos emisores de luz, los cuales ofrecen larga vida útil, mayor intensidad y bajo consumo.

Illuminación led

Las lamparas led, como se puede ver en la figura 66, tiene una mayor vida útil y ganancia lumínica por watt consumido; por el propio modelo de emisión de energía luminosa únicamente usan un hemisferio y son mucho menos dependientes de difusores y ópticas para conducir la luz hacia el plano de trabajo.

Figura 66. Iluminación led en comparación con otras tecnologías

Sistema de alumbrado	Vida útil	Rendimiento
INCANDESCENCIA		
Convencional	1.000 h	12 – 18 lm / W
Halógena	2.000 h	18 – 22 lm / W
LÁMPARA DE DESCARGA		
Vapor de mercurio baja presión	5.000 – 15.000 h	38 – 91 lm / W
Vapor de mercurio alta presión (VMAP)	8.000 h	40 – 60 lm / W
VMAP – luz de mezcla	6.000 h	20 – 60 lm / W
VMAP – halogenuros metálicos	9.000 h	60 – 95 lm / W
Vapor de sodio de baja presión	6.000 – 8.000 h	160 – 180 lm / W
Vapor de sodio de alta presión	8.000 – 12.000 h	130 lm / W
Lámpara fluorescente compacta	8.000 h	60 lm / W
PLASMA		
Plasma	30.000 h	85 lm / W
ILUMINACIÓN DE ESTADO SÓLIDO		
LEDs	≥ 100.000 h	≥ 160 lm / W (y creciendo)

Fuente: GAGO CALDERÓN, Alfonso. *Iluminación con tecnología LED*. p.30.

Los fabricantes de led ofrecen una amplia gama de productos con temperaturas de color diferentes, típicamente entre 2700 °K y 10000 °K. Una correcta elección de la temperatura de color favorece las condiciones de trabajo, disminuye las patologías asociadas a una mala iluminación puede fomentar la productividad e incluso ayudar a prevenir trastornos afectivos estacionales.

En el caso de las instalaciones de producción, específicamente los gallineros al aire libre y en ambiente controlado, las aves necesitan un programa de luz que supere las 12 horas, llegando a 16 horas. Con estos en la granja se tiene como principales líneas genéticas Lhoman y Dekalb, sus requerimientos aproximadamente de 3 – 6 W/m² que significan 10-15 lux que sule las 4 horas de las 16 horas que se necesitan en el día.

Como se ha dicho, la implementación de luz led no solo requiere un cálculo sencillo de la luminaria, también, las condiciones necesarias para brindar los requerimientos mínimos de los lugares a iluminar. Para ello se toma en cuenta el ángulo donde se proyecta el flujo luminoso de la fuente led, tomando en cuenta la altura a la que se encuentra del punto a iluminar, figuras 67 y 68.

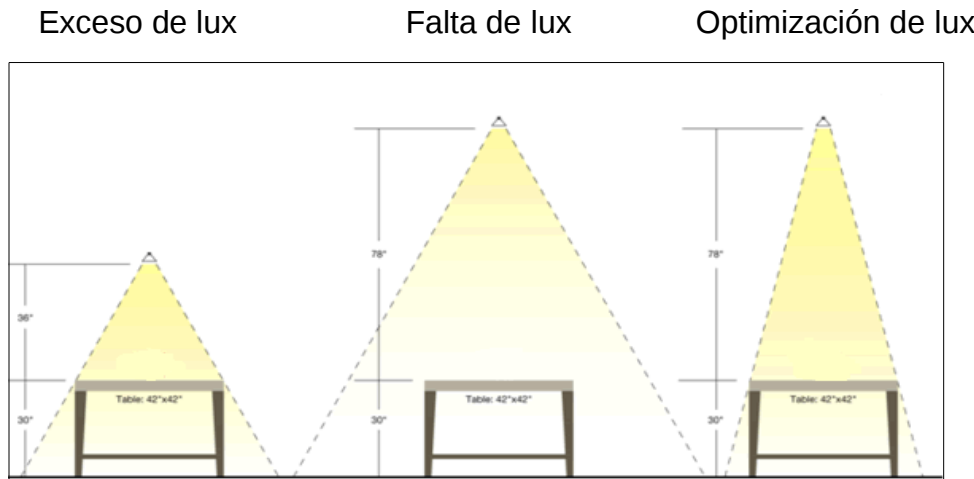
Figura 67. **Ángulos de iluminación led**



Fuente: Google. https://i.blogs.es/2db63c/led3/450_1000.jpg.

Consulta: 4 de abril de 2017

Figura 68. **Importancia de las condiciones para colocar la fuente de iluminación**



Fuente: Google.

<http://2.bp.blogspot.com/-QLnF6eYBCe4/T-2LJbIKvBI/AAAAAACHU/0B7DSKPZ7wg/s1600/angulo+iluminacion+habitacion.gif>. Consulta: 4 de abril de 2017

Base de cálculo para las especificaciones de instalaciones

Los gallineros deben propiciar 16 lux para el programa de iluminación, lo que se elevara a 20 lux por estar al aire libre.

- $LUX = Lm / m^2$
 - M2 iluminados a 20 Lux es
 - $M2 = Lm / Lux = 630 Lm / 20 Lux$

- $M2 = 31,5 \text{ m}^2$ iluminados

Instalaciones

La luminaria proyecta una área circular sobre la superficie, por lo tanto los $31,5 \text{ m}^2$; entonces con esta información se procede a calcular la altura de la luminaria para que optimice los luxes.

- $A_c = \pi * R^2$
 - $R = (\sqrt{A_c/\pi}) = 0,5$
 - $R = 3,16 \text{ m}$
- Por triángulos
 - $H \cos^\circ = \text{altura}$
 - $H \sin^\circ = \text{radio}$
- Se realiza la división de las relaciones
 - $\cot^\circ = \text{Altura} / \text{Radio}$
- $\text{Altura} = \text{Radio} * \cot^\circ$
 - $\text{Altura} = 3,16 * \cot(2,09439/2)$
 - $\text{Altura} = 1,82 \text{ m}$

Con estos datos se tiene que aproximadamente la luminaria debe ser instalada a una altura de 1,80 a partir del suelo de jaula de la gallina para obtener 20 lux de iluminación. Con ello el área iluminada serán de 31,5 m², con un radio de 3,16 m. Por lo que se puede decir que para una galera de 10m X 30m se deben instalar 2 filas de 5 focos.

Estas especificaciones se pueden tomar para el área de gallinero en piso y gallineros automáticos, para los demás se utilizó la capacidad instalada ya que es muy costoso modificar las instalaciones.

3.3. Propuesta para la reducción del consumo de energía eléctrica

Para dar solución según el diagnóstico, se plantea iniciar una propuesta para la iluminación de bombillos led, se tomó en cuenta el modelo de la figura 69 junto a sus especificaciones en la figura 70, se realizaron los cálculos para la instalación.

Figura 69. Luminaria led de bajo consumo



Fuente: Luxlite. www.ecoluxlite.com_Consulta: 4 de abril 2017

Figura 70. Especificaciones de luminaria led

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE FUNCIONAMIENTO	
• Rango de Voltaje (entrada)	AC100-240V
• Rango de Hertz	50/60 Hz
• Temperatura de Trabajo	20°C-50°C
• Humedad de Trabajo	0%-95%
• Factor de Potencia	0.950
• Rango de Voltaje (salida)	DC12V
• Potencia Nominal (Amp)	0.90A
• Rango de Tolerancia	+5.0%
• Tiempo de Carga	+2.0%
ESPECIFICACIONES LUMINICAS	
• Potencia Nominal (watts)	7W
• Lúmenes Totales Emitidos	630.00 Lm
• Rendimiento Lumínico	90.00 L/W
• Índice de Reprod. Cromática	70.06 CRI
• Grados Kelvin	6500K
• Color de Luz	Luz Blanca

Fuente: Luxlite. www.ecoluxlite.com. Consulta: 4 de abril 2017

En la figura 70 se ven las especificaciones de las bombillas que ofrecen LUXLIFE, estas se calculan las unidades necesarias para la mejora de iluminación.

- Especificaciones importantes de luminaria propuesta:
- Ángulo de emisión: 120° o 2,09439 rad
- Flujo luminoso: 630 Lm

En el análisis de cada área se realizó una visualización de la mejora en el consumo de energía eléctrica, al implementar las bombillas led de manera óptima. En la tabla XXVII se muestran las cifras de los costos actuales y a futuro, junto a la proyección de la reducción.

Tabla XXVII. **Proyección del ahorro en consumo eléctrico**

Resumen de área	Total (Q)	Actual (%)	Futuro (Q)	Reducción (%)
Reproductora	Q88,04	3,06%	Q24,70	71,95%
Pollera	Q187,52	6,51%	Q18,52	90,12%
Gallinero 1	Q199,38	6,93%	Q24,70	87,61%
Gallinero 2	Q227,68	7,91%	Q21,61	90,51%
Gallinero automático	Q522,94	18,16%	Q30,87	94,10%
Edificio de clasificación	Q358,20	12,44%	Q256,23	28,47%
Motores	Q584,77	20,31%	Q584,77	0,00%
Comedor y tienda	Q710,64	24,68%	Q710,64	0,00%
Totales	Q2.879,18	100,00%	Q1.672,03	41,93%
Cambio del dólar al 28/09/216 es \$1.00 = Q 7.34427				

Fuente: elaboración propia.

A partir de la investigación previa y consulta con los proveedores se realizaron cálculos con las especificaciones técnicas para la implementación de led. Por último, se realizó un plan de ejecución de la inversión para los focos con un 10 % de imprevistos, que se visualiza en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Proyección de la inversión en luminaria para cambio a led**

Planificación de la compra de luminarias por unidades, el paquete incluye 4 unid.												
Lugar	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Inversión
Pollera	36,00											Q648,00
Reproductora		40										Q720,00
Gallinero 1			56	56								Q2.016,00
Gallinero 2					64,00	64,00						Q2.304,00
Automático pasillo 1							28					Q504,00
Automático pasillo 2								28				Q504,00
Automático pasillo 3									28			Q504,00
Automático pasillo 4										28		Q504,00
Automático pasillo 5											28	Q504,00
Inversión	Q648,00	Q720,00	Q1.008,00	Q1.008,00	Q1.152,00	Q1.152,00	Q504,00	Q504,00	Q504,00	Q504,00	Q504,00	Q8.208,00

Fuente: elaboración propia.

La inversión inicial antes descrita se ve recuperada en un plazo no mayor a un año con 2 meses, con base en la instalación adecuada de los bombillos; la tabla XXIX muestra los resultados de instalar el número adecuado de focos y, por ende, el período de recuperación de la inversión. Cada bombillo tiene una vida útil de 3 a 5 años debido a las condiciones de campo, esto es suficiente para desembolsar y dar mantenimiento a la luminaria y en planes de ser sostenible la implementación de paneles solares. Según las tablas XXVII y XXIX se plantea un periodo de 10 meses para ver los cambios totales de la reducción del consumo en energía eléctrica.

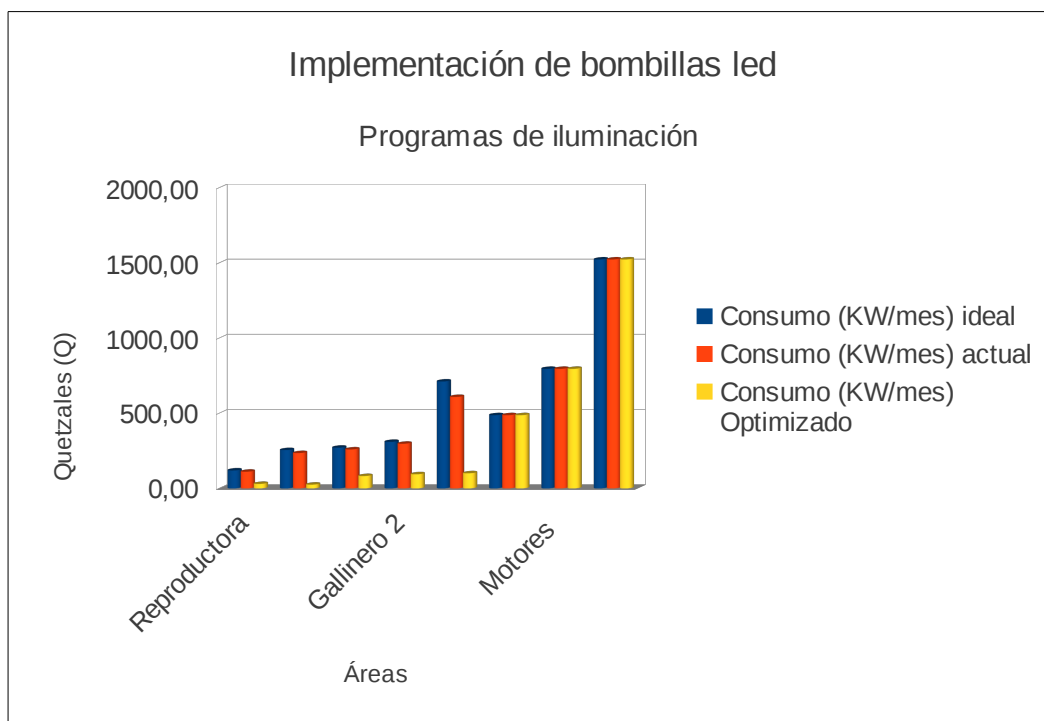
Tabla XXIX. Recuperación de la inversión en luminaria led en base al ahorro

Datos estimados para meses					
Resumen de área	Reducción (Q)	Reducción (%)	Inversión en luminaria LED	Unidades	Periodo de recuperación (meses)
Reproductora	Q65,81	74,75%	Q720,00	40,00	10,94
Pollera	Q169,00	90,12%	Q594,00	33,00	3,51
Gallinero 1	Q138,88	69,65%	Q1.944,00	108,00	14,00
Gallinero 2	Q158,53	69,63%	Q2.232,00	124,00	14,08
Gallinero automático	Q448,85	85,83%	Q2.376,00	132,00	5,29
Edificio de clasificación	Q0,00	0,00%	Q0,00	0,00	0,00
Motores	Q0,00	0,00%	Q0,00	0,00	0,00
Comedor y tienda	Q0,00	0,00%	Q0,00	0,00	0,00
Totales	Q981,08	29,84%	Q7.866,00	437,00	8,02

Fuente: elaboración propia.

Por último, se deja un gráfico en la figura 71 que expone los consumos ideales en luminarias, es decir, si todo el equipo está siendo utilizado y, por ende, el programa de luz se lleva a cabo al 100 % en toda la granja; luego, el consumo real que en su momento es una visualización sobre cómo se está realizando el programa de iluminación; para un programa a futuro con focos led.

Figura 71. **Proyección de ahorro con luminaria led en el corto plazo**



Fuente: elaboración propia.

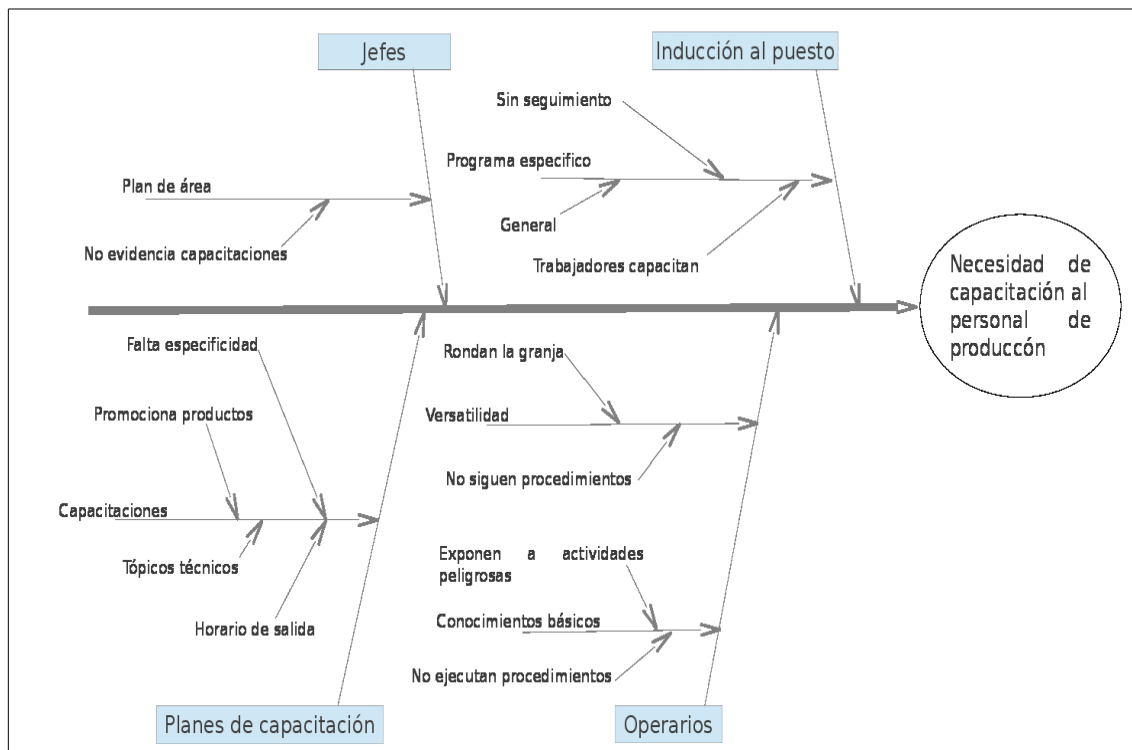
La proyección anual vista en la figura 71 es de beneficio para la empresa ya que genera un ahorro de Q 1 207,15, este se puede ver como el retorno de la inversión al implementar todo el proyecto. De la misma manera es un fondo para el mantenimiento del sistema de iluminación, también, para el financiamiento de los programas de limpieza que incluyen equipo sencillo como: gorras, redecillas, uniformes, aditivos, carteles y señalización.

4. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de capacitación

Para realizar el diagnóstico de capacitación se aplicó un análisis de Ishikawa; se problematizó a los jefes, los planes de capacitación de la división de establecimiento, el operario en su labor diaria y los planes de inducción. En la figura 72 se muestra el diagrama junto a las causas.

Figura 72. Análisis de Ishikawa para necesidades de capacitación



Fuente: elaboración propia.

- Los jefes, en sus planes de área, ven la necesidad de capacitación para cumplir sus objetivos, pero no hay propuestas concretas sobre los temas. Para ello se utilizó una encuesta dirigida al coordinador de la división pecuaria que muestra las deficiencias observadas en la jornada de los trabajadores, como se ve en la figura 73.

Figura 73. Encuesta dirigida a división de establecimiento y pecuaria

Manual de Calidad para la producción de Huevo de consumo humano		
Encuesta "Recursos Humanos"		
Objetivo: Demostrar que el departamento de recursos humanos proporciona evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de la calidad, así como con la mejora continua de su eficacia.		
Instrucciones: Responda con honestidad y de forma clara y breve a la siguiente encuesta, en las preguntas de opción múltiple marque con "X", y en las preguntas de argumento es importante que exponga sus ideas enfocadas a la producción de huevo para consumo humano. Usar lapicero.		
1. ¿Cuáles son las competencias que el personal debe tener para desempeñarse en la producción de consumo humano?		
A nivel de Jefe de Area pecuaria	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Encargado de gallina de postura	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Alimentación y Aguas	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de alimentación y Aguas de emergencia	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel Sanitario	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Encargado de Recolección y Transporte a bodega	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Encargado de Clasificación	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Recolección y Transporte a bodega	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Clasificación	_____	_____
_____	_____	_____
A nivel de Transporte a área de bodega	_____	_____
_____	_____	_____

Fuente: elaboración propia.

De la encuesta se destaca que el control de vacunas, peso del ave, control de alimento y vitaminas son temas a tratar en las capacitaciones. Otros temas de interesa son: huevo fresco que se produce hoy se debe vender mañana, pasar por un proceso de recolección-clasificación-lijado de huevo-lavado-peso, presentar un producto que satisfaga la necesidad del cliente o consumidor especialmente el ama de casa y producción no más antigua de 48 horas, sellada con cartón verde.

De la división de establecimiento se obtuvo un perfil de puesto de clasificador de granja, que aspira a lo siguiente:

- Velar porque las aves se encuentren en un lugar agradable, con suficiente alimento y agua y en condiciones adecuadas de nido.
- Que las instalaciones donde se encuentran las aves sean las adecuadas.
- Hacer la recolección de huevos por los diferentes nidos y llevarlos a clasificación.
- Recoger los huevos que se encuentran tirados.
- Revisar la mortalidad a diario.
- Informar al jefe inmediato cuando se ve algún brote de enfermedad dentro de la población de aves.
- Mantener sus áreas de trabajo limpias, ordenadas y de forma higiénica.
- Los programas de inducción al operario son un aspecto importante para evitar problemas en granja, lo que en realidad sucede es que se le da una

charla general de como funciona la granja para luego ponerlo en su estación de trabajo donde los mismos operarios terminan presionándolo como se ve en la figura 74.

Figura 74. **Operario nuevo recibiendo inducción de otro operario**



Fuente: elaboración propia.

- El plan de capacitaciones actual tiene como objetivo ser gratuito, por lo tanto, tiende a tener un carácter promocional de productos, tecnicados y poco enfocados a las necesidades de granja. El horario de las capacitaciones es al final de la jornada, figuras 75 y 76, que fracasan por el cansancio de los operadores, incurriendo en la mezcla de personal de ventas con producción para temáticas de granja.

Figura 75. Capacitación en granja llevada a cabo al final de la jornada



Fuente: elaboración propia.

Figura 76. **Trabajadores que muestran carencia de atención a la capacitación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 77. **Trabajadores de ventas entre la capacitación para trabajadores de producción**



Fuente: elaboración propia.

- El personal de producción se caracteriza por tener estudios básicos como máximo, lo que limita las capacitaciones técnicas. También, en su mayoría las personas son de edad avanzada por lo que tiende a disminuir el aprendizaje en temas importantes para el bienestar de su jornada laboral, según figura 77.

Basados en estos aspectos se decide desde el ejercicio profesional supervisado que las capacitaciones se dirigen a empleados de producción, que involucran las mejoras a los procesos de la planta, es decir, todo lo enunciado con la modificación de instalaciones, edificios y control de calidad. Por ende, se debe focalizar en cuanto a:

- Buenas prácticas de manufactura –BPM-
- Buenas prácticas avícolas -BPA-
- Entrenamiento con huevos falsos
- Entrenamiento de ejercicios
- Nuevas área de clasificación
- Programas de limpieza y sanitización
- Movimientos y cargas manuales
- Resolución de problemas en el área de trabajo

4.2. Ejecución de las capacitaciones

Según el diagrama de Ishikawa y la investigación realizada sobre la empresa, es necesaria la capacitación de los operarios para la mejora de los procesos. Del plan de capacitación se muestran generalidades en la tabla XXX con énfasis en los temas urgentes: bioseguridad, buenas prácticas de manufactura, aplicación en campo, ergonomía y manejo de cargas manuales; para estas se desarrolló una ficha que se enuncia en las tablas de la XXXI a la XXXIII. También, se hizo un contacto con proveedores por parte del equipo de recursos humanos para tener charlas con exposición sobre temas de manejo de químicos para la industria, reacción en accidentes, seguridad e higiene industrial, documentado figuras de la 83 a la 85.

Tabla XXX. **Ficha de capacitación para bioseguridad**

Capacitación en Bioseguridad	
Bioseguridad: se refiere a los procedimientos en campo, para el manejo correcto de aves, y contempla varios aspectos en el personal operativo. Con ello se debe tocar el tema debido a que es una rutina, y el trabajador por acomodo puede olvidar ejecutar ciertos procedimientos.	
Temas a desarrollar	
¿Qué son las buenas practicas agrícolas?	
¿Por qué son importantes?	
Elementos a tomar en cuenta para BPA	
Granja y sus áreas	
Localización de Granja	
Higiene de la granja	
Acceso a granja y galpones	
Bienestar animal	
Manejo de suministros	
Control de plagas y enfermedades	
Materiales	Cantidad
Proyector / cañonera	1
Expositor/ EPS	1
Horas	1
Días	3
Material audiovisual	Videos
Dirigido a	Todo el personal

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Generalidades del plan de capacitaciones**

Generalidades del Plan de capacitación	
Presentación	El plan de capacitación para la División de Producción constituye un instrumento que determina las prioridades de capacitación de los colaboradores de Industria avícola de Mixco S.A.
Actividad de la empresa	Producción de productos pecuarios (huevo fresco, cerdos de engorde y abono orgánico)
Justificación	El plan de capacitación es el recurso más importante, ya que es el encargado de asegurar que el colaborador realice su jornada laboral dentro de las actividades acordadas con las especificaciones aprobadas por la Juntad Directiva y División de Producción. También es un instrumento que permite la tecnificación del colaborador, a través de capacitaciones enfocadas a la realidad de granja como de sus necesidades en la actividad diaria. Por último es necesario ya que desarrolla competencias en los colaboradores para minimizar hasta eliminar los riesgos que conlleva extenuante esfuerzo físico.
Alcance	El presente plan de capacitación es de aplicación para todo el personal operativo de granja Mixco.
Fines del plan de capacitación	Impulsar la productividad organizacional
Metas	Capacitar al 100% de los colaboradores operativos en granja Mixco
Estrategias	Metodología de exposición audiovisual-diálogo
Tipo	Capacitaciones correctivas: “solucionar problemas del desempeño”.
Modalidad	Formación del operario: impartir conocimientos básicos orientados a proporcionar una visión general.
Nivel	Intermedio: orienta a personal que requiere profundizar conocimientos y experiencias en una ocupación determinada o aspecto de ella.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Ficha de capacitación para cargas manuales**

Capacitación de movilidad de cargas y ergonomía	
Movilidad de cargas: debido a que todas las operaciones dentro de la granja son manuales, esto implica que los trabajadores transporten objetos, es decir, cargas de un lado a otro. Esto se transforma en a largo plazo en lesiones provocadas por el trabajo, lo que afecta de manera directa a la productividad de la empresa. Por ello la manipulación de cargas de la forma correcta es indispensable para resguardar la salud de los colaboradores y de actividad productiva, con ello se capacita para se tome la idea de como debe ser el levantamiento de cargas y el transporte, así como los límites máximos de peso.	
Temas a desarrollar	
¿Qué son las buenas practicas agrícolas?	
Levantamiento de cargas manuales	
Pesos máximos	
Manipulación ergonómica de cargas	
Materiales	Cantidad
Proyector / cañonera	1
Expositor/ EPS	1
Horas	1
Días	2
Material audiovisual	Videos
Dirigido a	Todo el personal
Numero de asistentes	12-30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Ficha de capacitación para resolución de problemas**

Capacitación de resolución de problemas	
Resolución de problemas: dentro de los grupos de trabajo hay diversidad de criterios y en el caso de las organizaciones hay puestos que engloban personal; por lo que la resolución de problemas juega un papel importante al momento de presentarse un incidente, además una resolución efectiva.	
Temas a desarrollar	
Enfoque a un problema Temas a tratar:	
Conciliación de criterios y cooperación	
Resolución efectiva	
Materiales	Cantidad
Proyector / cañonera	1
Expositor/ EPS	1
Horas	1
Días	12-30
Material audiovisual	Videos
Dirigido a	Todo el personal
Numero de asistentes	12-30

Fuente: elaboración propia.

Figura 78. **Área de comedor para capacitar a los operarios de producción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Personal de producción previo a las capacitaciones**



Fuente: elaboración propia.

Figura 80. Programa de señalización industrial acorde a capacitaciones



Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIV se ve la programación de las actividades de capacitación para empleados de producción y de otras áreas de la empresa. Se utilizarán videos de exposición junto a charlas guiadas, esto en el periodo de la refacción, lo que se pretende es que los empleados se dirijan a aplicar los nuevos conocimientos en sus actividades. En la tabla XXXV se muestran los costos para llevar a cabo el programa de capacitación; se muestra una columna de material que fue lo utilizado en las exposiciones, las personas que lo proveen, el costo valorado que fue consultado en inventarios y capacitaciones anteriores; la gestión que muestra como se dividió la inversión de capacitación.

Tabla XXXIV. **Programación de capacitaciones en granja**

Capacitación	Temas	Proveedor	Fecha
1	Bioseguridad interna	EPS	Febrero
2	Ergonomía	EPS	Febrero
3	Desinfectantes	Inmovet	Marzo
4	Ingreso a la granja	Alquemi	Febrero
5	Resolución de conflictos	EPS	Febrero
6	Buenas prácticas avícolas, BPA	EPS	Febrero
7	Seguridad industrial	Grupo MR	Abril
8	Higiene industrial	Grupo MR	Abril
9	Limpieza y desinfección	EPS	Febrero
10	Extintores	Extintores de Guatemala	Diciembre

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Costos de las capacitaciones brindadas por EPS**

Material	Quién lo provee	Costo valorado	Cantidad	Total valorado	Gestión
Cañonera	Granja	Q 3,500.00	1 unidad	Q 3,500.00	Recursos de granja
Material didáctico	Estudiante	Q 100.00	3 vídeos	Q 300.00	Ambos
Expositor	Estudiante	Q 200.00	3 charlas	Q 600.00	Estudiante
Computador	Estudiante	Q 3,500.00	1 unidad	Q 3,500.00	Estudiante
Recursos de internet	Granja	Q 100.00	1 servicio	Q 100.00	Recurso de Granja
Total				Q 8,000.00	Ambos

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXV muestra los costos de implementar el plan de capacitaciones propuesto, este monto se tiene como una referencia al ahorro que se tiene ya que desde el EPS se cubrieron los gastos de expositor, computador y material didáctico, la granja el servicio de internet y el préstamo de la cañonera. Al implementar los programas el total fue de carácter donativo para la empresa, y con el fin de que se vuelva a capacitar durante varios ciclos hasta que el personal forme hábitos solo debe incurrir en gastos de expositor.

CONCLUSIONES

1. Los procesos de huevo fresco tiene problemas principales en: clasificación, limpieza, ruptura de cascarón, manchas de sangre en el interior; para la carne de cerdo las condiciones insalubres de las instalaciones, y en el abono orgánico las instalaciones muestran deficiencias para estandarizar el proceso desperdiciando la materia prima.
2. Se recopilaron datos para realizar diagramas de Ishikawa y de Pareto como herramientas de diagnóstico; para la implementación de mejoras se realizaron presupuestos con los beneficios obtenidos al implementar las mejoras.
3. Los requerimientos de maquinaria y producción representa un plan de limpieza-desinfección, actualización de la tabla para clasificar huevo, control de calidad en huevo, remodelación de edificios para procesar marqueta, mejora de las áreas de trabajo, mejora de corrales junto a un área de sacrificio de cerdo y acondicionamiento de galeras para fermentación controlada de gallinaza.
4. La limpieza de instalaciones, equipo, utensilios y huevo en el proceso aumenta el valor de la cadena al brindar un producto final de mejor presentación; la tabla actualizada hace que lo ofrecido sea justo en cuanto a la normativa, las áreas de trabajo aumentan la eficiencia, por lo tanto, menor costo de mano de obra. Para los cerdos permite aumento de salud, estabilidad del engorde, rendimientos estables y un producto menos perecedero, la carne. Y en el abono acortar el proceso de fermentación, que baja costos.

5. Los factores que intervienen en el diseño de una cadena eficiente: maquinaria antigua, procesos de limpieza inexistentes, carencia de cronograma de limpieza, clasificación manual, área de trabajo poco ergonómicas, corrales contaminados, áreas insalubres para sacrificio de cerdos, galeras de proceso de abono expuestas al ambiente.
6. La estandarización de los recursos para la producción y comercialización es la mejora de edificios de clasificación de huevo presupuestado en Q74 768,73, diseño de un cuarto de emergencias para sacrificio de cerdos presupuestado en Q 20 804,97, una estación de trabajo ergonómica para operarios de gallineros automático presupuestado en Q14 054,02 y de aboneras en sitio para los gallineros tradicionales presupuestado en Q82 357,00.
7. Se implementó un modelo de control y registro de clasificación basado en estadísticas de los operarios para realizar mejoras, los diagramas de Gantt se aplicaron en las propuestas de limpieza de granja a manera de que estén planificadas en el mes.
8. Se generó un diseño de mejora ergonómica enfocado a la utilización de ambas manos, disminuir el riesgo de lesión lumbar y el trabajo al nivel del suelo, para elevar la productividad del personal.
9. Se generó una propuesta para la reducción de energía eléctrica en las galeras de gallinas ponedoras presupuestado en Q 7 866,00 que genera un ahorro mensual de Q 981,08.
10. Se diseñó un programa de capacitaciones acorde a las necesidades de producción, calidad y establecimiento que involucra la resolución de

problemas, buenas prácticas agrícolas, uso de desinfectantes y seguridad industrial.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una inspección veterinaria de los lotes de producción ya que los problemas de huevos con sangre es a causa de la materia prima que es concentrado y/o genética del ave.
2. Los programas implementados en el proceso de huevo deben llevarse a cabo con la división de control de calidad, encargada de la mejora continua de los procesos; así mismo, procurar la inversión en las instalaciones para elevar los estándares del producto en limpieza y uniformidad de operaciones que dan valor.
3. Los procesos de mejora en el sacrificio de cerdos deben llevarse a cabo desde la división de pecuaria, con ello asegurar la sanidad de la carne con inspecciones veterinaria más frecuentes y el seguimiento de la cadena limpia para evitar daño al consumidor final.
4. Al Implementar los programas de mejora de edificios, solicitar la licencia sanitaria de alimentos debido a la marqueta; de esta manera evitar sanciones con la inspección del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
5. Comenzar la inversión con una galera mensual, en específico las que presentan mayor degradación de la materia prima junto a programas de control de plagas.
6. Buscar financiamiento para los programas con mayor desembolso de

efectivo, actualizar los presupuestos con la división de mantenimiento, verificar la obtención de recursos a partir de chatarra o materiales reutilizables de la misma granja.

7. Continuar con las mejoras implementadas para observar el comportamiento de los procesos a largo plazo; también, como registros preventivos ante un problema y puntos de mejora en la cadena: certificación ISO 9001:2015.
8. Financiar los programas de reducción en el consumo de energía eléctrica con el fin de volver la granja autosustentable y sostenible.
9. Capacitar al personal de manera continua, evaluar su desempeño en los temas, verificando su alcance a lo largo de la jornada laboral.

BIBLIOGRAFÍA

1. Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo No. 411-2002 . Reglamento de rastros para bovinos, porcinos y aves.* Guatemala: Secretaría de la Presidencia de Guatemala. 2002. 80 p.
2. CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniera de métodos y medición del trabajo.* México: McGraw-Hill. 1990. 475 p.
3. Dr. Chamale. *Desinfectantes en la industria avícola.* Mixco, Guatemala, Guatemala: Innovación veterinaria. 2005, 65 p.
4. Usuario: Información, S. p. [en línea]. <www.youtube.com>. [Consulta: 4 de abril de 2017].
5. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. *Manual de Rastros .* Tegucigalpa: IICA. 2009. 150 p.
6. LORENZANO, Ever. *Ergonomía en el Trabajo.* [en línea]: <<https://www.youtube.com/channel/UCYRzAG3fqNBcH7o4fchvUbg>> [Consulta: 4 de abril 2017].
7. Pollito508. *Buenas prácticas avícolas* [en línea]. <<https://www.youtube.com/channel/UC3uGcJmBtlhlc7zfKbKlITag>>

[Consulta: 4 de abril de 2017].

8. Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). *Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas practicas de manufactura. principios generales*. Guatemala: RTCA, 2006. 170 p.
9. SALAZAR, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: McGraw-Hill, 2009. 20p.
10. SARTI, José. *Práctica del uso de extintores en incendios*. Mixco, Guatemala: Extintores de Guatemala, 2014. 15 p.

ANEXOS

Anexo 1. **Prácticas para control e inspección de huevo fresco** **Universidad de Murcia**

Características de calidad en el huevo

Índice morfológico

Los huevos de gallina doméstica exhiben una forma elíptica típica. Es una característica que ayuda a facilitar el envasado y transporte de los huevos. Los huevos largos están expuestos a ser quebrados y los gruesos no encajan en el envase.

Relación se expresa como $= (\text{ancho}/\text{largo}) / 100$

Los huevos deben seguir un estándar cercano a 74

Índice de yema

El índice de yema es un parámetro que informa sobre la forma ideal de la yema y su relación con la frescura y calidad del huevo. Cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor es la frescura del huevo, ya que se presenta más compacta.

Relación se expresa como $= \text{altura}/\text{diámetro}$

Los huevos deben seguir un estándar cercano a 0,40 a 0,42

Continuación anexo 1.

Los índices extremos son 30 y 60 en la yema indicando un deterioro del huevo.

Unidades Haute (U.H)

Es una medida de calidad aplicada a un huevo abierto, representa una unidad de medida objetivo y precisa, y su valor para cada huevo esta en función del peso total del huevo y de la altura de la clara densa. Se considera que la muestra tenga una condición entre 7° C a 15° C, y a cada 10° C más de temperatura supone 1,15 U.H menos.

Relación se expresa como = $100 \text{ gol } (A - (1,7P^{0,37} + 7,57))$

Este valor se debe tomar como característica de calidad, más sin embargo ni la clasificación C.A.E. y la U.E. la incluyen como un índice según tabla XXXV.

Su interpretación

Unidades Haugh	Descripción cualitativa
90	EXCELENTE
80	MUY BUENO
70	ACEPTABLE
65	MARGINAL
60	RESISTENCIA DEL CONSUMIDOR
55	POBRE

Continuación anexo 1.

IMPORTANTE: la altura de la clara densa es uno de los métodos objetivos que se utilizan en la valoración de la calidad de frescura del huevo. Así la licuefacción y pérdida de agua por evaporación conducen a una menor clara densa en el huevo. Otros factores incluyen la estirpe, la alimentación o la edad de las gallinas, aunque nunca se deben alcanzar factores menores a 60 que rechace el consumidor; lo que directamente afecta es el almacenamiento a altas temperaturas.

Espesor de la cáscara

Los huevos con cáscara delgada y muy porosa están sujetos a una evaporación más intensa, pierden peso con mayor rapidez, y en consecuencia son de calidad más baja. La medición no debe ser menor a 0,35 mm ya que son poco apropiados para comercializar.

Color de yema

Este aspecto en el color de yema se compara con el abanico de Roche. Huevos pálidos provenientes de avicultura industrial son causa de aumento en vitamina A, por lo que son muy nutritivos.

Fuente: Universidad de Murcia. *Higiene, inspección y control de huevos de consumo*. 13 p.

Anexo 2. Criterios para Evaluación -RTCA- A

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO	RTCA 67.01.33:06
Anexo A (Normativo)	
Ficha de Inspección de Buenas Prácticas de Manufactura para Fábricas de Alimentos y Bebidas, Procesados	
Ficha No. _____	
INSPECCIÓN PARA: Licencia nueva <input type="checkbox"/> Renovación <input type="checkbox"/> Control <input type="checkbox"/>	
NOMBRE DE LA FÁBRICA (Ver patente de comercio) _____	
DIRECCIÓN DE LA FÁBRICA (Acorde a licencia sanitaria) _____	
TELÉFONO DE LA FÁBRICA _____ FAX _____	
CORREO ELECTRÓNICO DE LA FÁBRICA _____	
DIRECCIÓN DE LA OFICINA _____	
TELÉFONO DE LA OFICINA _____ FAX _____	
CORREO ELECTRÓNICO DE LA OFICINA _____	
LICENCIA SANITARIA	
No. _____ FECHA DE VENCIMIENTO _____	
OTORGADA POR _____	
NOMBRE DEL PROPIETARIO <input type="checkbox"/> REPRESENTANTE LEGAL <input type="checkbox"/>	
RESPONSABLE DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN _____	
NÚMERO TOTAL DE EMPLEADOS _____	
TIPO DE ALIMENTOS _____	
PRODUCTOS	
NÚMERO TOTAL DE PRODUCTOS _____	
NÚMERO DE PRODUCTOS CON REGISTRO SANITARIO VIGENTE _____	
FECHA DE LA 1ª. INSPECCIÓN _____ CALIFICACIÓN _____ /100	
FECHA DE LA 2ª. INSPECCIÓN _____ CALIFICACIÓN _____ /100	
FECHA DE LA 3ª. INSPECCIÓN _____ CALIFICACIÓN _____ /100	
15	

Fuente: Ministerio de Economía. *Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas practicas de manufactura. principios generales.*

41p.

Anexo 3. Criterios para Evaluación -RTCA- B

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO		RTCA 67.01.33:06	
Anexo B (Normativo)			
Guía para el Llenado de la Ficha de Inspección de las Buenas Prácticas de Manufactura para las Fábricas de Alimentos y Bebidas, Procesados			
ASPECTO	REQUERIMIENTOS	CUMPLIMIENTO	PUNTOS
1 EDIFICIO			
1.1 PLANTA Y SUS ALREDEDORES			
1.1.1 ALREDEDORES			
a) Limpios.	i) Almacenamiento adecuado del equipo en desuso.	Cumple en forma adecuada los requerimientos i), ii) y iii)	1
	ii) Libres de basuras y desperdicios.	Cumple adecuadamente únicamente dos de los requerimientos i, ii, y iii).	0.5
	iii) Áreas verdes limpias	No cumple con dos o más de los requerimientos	0
b) Ausencia focos de contaminación.	i) Patios y lugares de estacionamiento limpios, evitando que constituyan una fuente de contaminación.	Cumple adecuadamente los requerimientos i), ii), iii) y iv)	1
	ii) Inexistencia de lugares que puedan constituir una atracción o refugio para los insectos y roedores.	Sólo incumple con el requisito ii)	0.5
	iii) Mantenimiento adecuado de los drenajes de la planta para evitar contaminación e infestación.	Incumple alguno de los requisitos i), iii) o iv)	0
	iv) Operación en forma adecuada de los sistemas para el tratamiento de desperdicios.		
1.1.2 UBICACIÓN ADECUADA			
a) Ubicación adecuada.	i) Ubicados en zonas no expuestas a cualquier tipo de contaminación física, química o biológica.	Cumple con los requerimientos i), iii) y iii)	1
	ii) Ubicación del establecimiento debe estar libre de olores desagradables y no expuestas a inundaciones.	Incumplimiento severo de uno de los requerimientos	0.5
	iii) Vías de acceso y patios de maniobra deben encontrarse pavimentados a fin de evitar la contaminación de los alimentos con el polvo.	Cuando uno de los requisitos presenta condiciones contrarias a nivel alto de posible contaminación. * Si los requerimientos i), ii), o iii) presentan incumplimiento en baja proporción en combinación.	0
1.2 INSTALACIONES FÍSICAS			
1.2.1 DISEÑO			
a) Tamaño y construcción del edificio.	i) Diseño de la planta en función al proceso de producción y a las normas de seguridad.	Cumplir con los requerimientos i), ii) y iii) asegurándose la obtención de un producto final higiénico e inocuo.	1
	ii) El tamaño de la planta debe de ser adecuada a las normas de seguridad e higiene, debe de contar con espacio de pasillo alrededor del área de trabajo para poder permitir una limpieza y desinfección eficiente del equipo y de la planta misma.	Cuando se observe dentro del proceso dificultades de limpieza y sanitización debido al espacio reducido; o, que se observe demoras en el flujo de producción ya que el diseño de la planta no es el adecuado y causa problemas o riesgos de contaminación biológica.	0.5
	iii) Su construcción debe permitir y facilitar su mantenimiento y las operaciones sanitarias para cumplir con el propósito de elaboración y manejo de los alimentos, así como del producto terminado, en forma adecuada.	Cuando existe la posibilidad de contaminación hacia los alimentos por ejemplo, (contaminación cruzada, ubicación de servicios sanitarios muy cercanos al proceso de elaboración de el cual está expuesto al ambiente alimentos y otros)	0
b) Protectores	i) El edificio e instalaciones deben ser de tal manera	Cumplir con los requerimientos i) y ii)	2

Fuente: Ministerio de Economía. *Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas practicas de manufactura. principios generales.*

Anexo 4: Criterios para Evaluación (RTCA) C

NUMERAL	PUNTAJE MINIMO
1.3.1	8
1.6.1	3
2	2
3.1	2
3.2	5
4.1	3
4.2	3
4.3	2
5	3

—FIN DEL REGLAMENTO—

Fuente: Ministerio de Economía. *Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA). Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas practicas de manufactura. principios generales.*

51p.

Anexo 5. Plan contra malos olores de gallinaza

HUEVOS DE MIXCO PRUEBA INDIGO PARA EVITAR MALOS OLORES EN GALLINAZA

Objetivo:

Inocular la materia orgánica en los pisos con INDIGO para controlar la emanación de olores y de amoníaco, asimismo acelerar el proceso de descomposición para lograr en menos tiempo un material de mejor degradación que pueda ser totalmente disponible al suelo como enmienda o fuente de nutrientes.

Dosis y Procedimiento:

Se usará un volumen de descarga de 18-20 litros (1 bombas de espalda) de solución por aplicación, utilizando 250 ml de INDIGO en la bomba de espalda lo cual sirve para 500m². La aplicación se hará en tres galeras cubriendo un área de 480m² debido a que el nivel de amoníaco en la galera es muy alto. Posteriormente se aplicarán en las siguientes semanas 150 ml de INDIGO, siempre preparado en la bomba de espalda, a las tres galeras.

Resumen de aplicación:

- Semana 1:** 250 ml de INDIGO preparado en 1 bomba de espalda con agua aplicado a la superficie de las 3 galeras.
- Semana 2:** 150 ml de INDIGO preparado en 1 bomba de espalda con agua aplicado a la superficie de las 3 galeras.
- Semana 3:** 150 ml de INDIGO preparado en 1 bomba de espalda con agua aplicado a la superficie de las 3 galeras.
- Semana 4:** 150 ml de INDIGO preparado en 1 bomba de espalda con agua aplicado a la superficie de las 3 galeras.
- Semana 5:** 150 ml de INDIGO preparado en 1 bomba de espalda con agua aplicado a la superficie de las 3 galeras.

Total de INDIGO a utilizar en las tres galeras = 850 ml

Análisis de Resultados:

Se tomará en cuenta el resultado de olores y un parámetro cuantificable y previamente determinado junto con el cliente en la galera número 2, la cual está en medio de las tres galeras a las cuales se aplicará el producto.


Previamente se había acordado con el cliente en hacer la prueba sólo en una galera, debido a que la disolución de Indigo debe de ser 250 ml en una bomba de espalda (18-20 litros) y esto alcanza para 500m², debido a que las galeras tienen 160 m² se aprovechará

Fuente: Industria Avícola de Mixco S.A. *Prueba indigo para evitar malos olores en gallinaza.*

No. 03-2018

Trabajo de Graduación:	“TRABAJO DE GRADUACIÓN MEJORA DE LOS PROCESOS EN INDUSTRIA AVÍCOLA DE MIXCO, S.A.”
Estudiante:	Juan Diego Melgar Revolorio
Carné:	201210770

“IMPRÍMASE”


Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

