



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

TITULO

Propuesta de mejora en el proceso productivo de huevo, basada en los principios de producción más limpia, en la granja avícola de Industria San Francisco S. A.

AUTOR

Br. Carlos Fernando Blandino López.

TUTOR

Ing. Freddy Fernando Boza Castro.

Managua, 13 de septiembre de 2018.



Lider en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

BLANDINO LÓPEZ CARLOS FERNANDO

Carne: 2012-41137 Turno Diurno Plan de Estudios 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es EGRESADO de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Se extiende la presente CARTA DE EGRESADO, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de septiembre del año dos mil diecisiete.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

Managua, 19 de septiembre de 2017

Br. Carlos Fernando Blandino López

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **“Propuesta de mejora en el proceso productivo de huevo, basada en los principios de producción más limpia, en la granja avícola de Industria San Francisco S.A”**, para obtener el título de **Ingeniero Industrial** y que contará con el MSc. Freddy Fernando Boza Castro como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,


MSc. Glenda Velásquez Vargas
Decana en funciones



C/c Archivo
DCH/art

Managua, 3 de septiembre de 2018

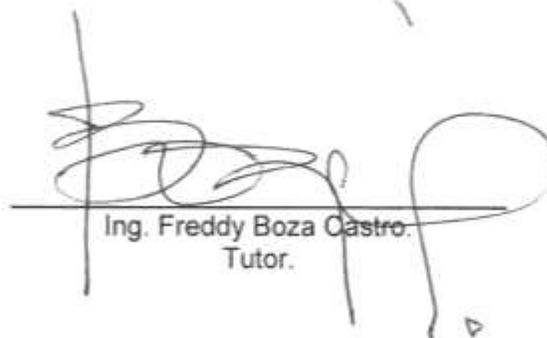
Ing. Lester Antonio Artola Chavarria
Decano FTI – UNI
Su despacho.

Estimado Ing. Artola, reciba un cordial saludo.

El motivo de la presente es para informarle que la monografía del **Br. Carlos Fernando Blandino López**, titulada: **"Propuesta de mejora en el proceso productivo de huevo, basada en los principios de producción más limpia, en la granja avícola de Industria San Francisco S. A."**, ha sido leída y considero que reúne todos los requisitos para ser sometida a revisión por el jurado que usted considere pertinente.

Agradeciendo la atención prestada, le saludo.

Atentamente.



Ing. Freddy Boza Castro.
Tutor.

9 de agosto de 2018.

Ing. Lester Antonio Artola Chavarría.

Decano FTI – UNI.

Su despacho.

Reciba cordiales Saludos:

El motivo de la presente es para infórmale que el bachiller, **Carlos Fernando Blandino López**, estudiante egresado de ingeniería industrial, con número de carnet: 2012 – 41137, ha culminado de manera satisfactoria su trabajo de investigación titulado: "**Propuesta de mejora en el proceso productivo de huevo, basada en los principios de producción más limpia, en la granja avícola de Industria San Francisco S.A.**"

Así como el cumplimiento del compromiso de la revisión, antes de la impresión y entrega de una copia del documento final en digital y en físico.

Sin más que hacer referencia, me despido deseándole éxitos en sus labores diarias.

Atentamente:



Ing. Ligia Linares.

Responsable de granja

Industria San Francisco S.A.



DEDICATORIA

A mis padres, quienes nunca dudaron de mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me ha brindado la oportunidad de culminar mis estudios superiores.

Al Ing. Freddy Boza Castro, por haber sido mi tutor y guía en esta investigación.

A la Lic. Junieth Bolaños, por su afecto y consejos de vida.

A la Lic. Lidia López Espinoza, por su apoyo fraterno e incondicional.

Al Lic. Jeffery Zeledón Tinoco, facilitador en la mayoría de la bibliografía de esta investigación y por las palabras de ánimo, en los momentos de flaqueza.

A todos muchas gracias.

RESUMEN.

El trabajo de investigación expuesto, muestra la aplicación de la metodología producción más limpia, como una herramienta complementaria en la evaluación y mejora de la gestión medioambiental, beneficiando a la productividad del proceso de producción de huevo, en la empresa, Industria San Francisco, en su división de granja. Se utilizaron herramientas básicas (diagrama de flujo, ecomapas y balance de materiales, entre otras), así como cuestionarios y formularios facilitados a algunos colaboradores de la granja, para indagar sobre las operaciones críticas existentes que causan dificultades en la prevención de la contaminación. Se plantearon soluciones de mejora que abarcan, desde la aplicación de buenas prácticas operativas, hasta la adopción de equipos e insumos certificados, categorizados como amigables con el medioambiente (aquellos, que para su fabricación, utilizan procesos, materias primas y prácticas que requieren de una cantidad menor de energía o recursos naturales, por tal motivo afecta en menor manera al ecosistema que la forma tradicional de hacerlos). Se analizaron los aspectos técnicos, ambientales y económicos de cada alternativa, como paso inicial para la priorización en la selección de dichas opciones, y se establecieron indicadores de medición que permitirán corroborar la reducción obtenida en cuanto al consumo de materias primas, agua y generación de desechos por unidad de producción, si se deciden implementar algunas de las alternativas.

TABLA DE CONTENIDOS.

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	3
III.	JUSTIFICACIÓN.....	4
IV.	OBJETIVOS.....	5
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
V.	MARCO TEORICO.....	6
5.1	PLAN DE MEJORA.....	6
5.1.1	Definición.....	6
5.1.2	Estrategias operativas.....	6
5.1.3	Componentes.....	7
5.1.4	Elaboración.....	7
5.1.5	Herramientas de análisis para la causa raíz.....	9
5.2	PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	11
5.2.1	Ecoproducción.....	11
5.2.2	Definición de producción más limpia.....	12
5.2.3	Tecnologías limpias.....	13
5.2.4	Política ambiental.....	13
5.2.5	Evaluación de planta.....	14
5.3	EL PROCESO PRODUCTIVO DE HUEVO.....	15
5.3.1	Definición de proceso productivo.....	15
5.3.2	Características.....	15
5.3.3	Residuos y desechos.....	16
5.3.4	Vectores contaminantes.....	16
5.3.5	Clasificación de los residuos.....	16
5.3.6	Uso y manejo de la gallinaza.....	17
5.4	CONSUMO DE RECURSOS Y GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	18

5.4.1	Entradas y salidas del proceso productivo.	18
5.4.2	Balance de materiales.....	18
5.4.3	Indicadores unitarios.	19
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	20
6.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20
6.2	TIPO DE ESTUDIO.....	20
6.3	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	20
6.4	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	21
6.5	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO.	21
6.5.1	Reunión de datos generales de la empresa y del proceso productivo.	21
6.5.2	Definición del diagrama de flujo de las operaciones.....	21
6.5.3	Registro de consumos.	21
6.5.4	Generación de opciones.	22
6.5.5	Evaluación técnica, ambiental y económica.	22
VII.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	23
7.1	RESEÑA DE LA EMPRESA.....	23
7.1.1	Estructura organizativa.....	24
7.1.2	Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento.	25
7.1.3	Política ambiental de la empresa.	29
7.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.	29
7.2.1	Características del sistema productivo.	29
7.2.2	Análisis FODA.....	32
7.3	ETAPAS DEL PROCESO.	34
7.3.1	Identificación de las actividades principales de la granja.....	34
7.3.2	Alimentación de las aves.....	34
7.3.3	Recolección de huevo.	37
7.3.4	Actividades de empaque.	38
7.3.5	Preparación de la caseta avícola.	42
7.3.6	Vacunación.	43

7.4	EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	44
7.4.1	Ecomapa.....	44
7.4.2	Análisis de los ecomapas.....	47
7.4.3	Entradas y salidas de las actividades principales del proceso productivo.	48
7.5	BALANCE DE MATERIALES.....	49
7.5.1	Consumo de Alimento.....	49
7.5.2	Utilización de empaques.....	51
7.5.3	Consumo de agua.....	52
7.5.4	Consumo de fármacos y vacunas.....	54
7.5.5	Generación de residuos.....	55
7.5.6	Generación de subproducto.....	56
7.6	Balance de materiales para operaciones unitarias importantes.....	58
7.6.1	Resumen de balance de materiales.....	62
7.6.2	Análisis de puntos críticos.....	63
7.7	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES.....	65
7.7.1	Estrategia Preventiva Integrada.....	65
7.7.2	Buenas prácticas operativas.....	67
7.7.3	Recomendaciones específicas para las alternativas de mejora.....	74
7.7.4	Evaluación técnica.....	77
7.7.5	Evaluación económica y ambiental.....	79
7.7.6	Plan de implementación.....	81
7.7.7	Indicadores de seguimiento.....	82
VIII.	CONCLUSIONES.....	83
IX.	RECOMENDACIONES.....	84
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	85
XI.	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Procedimientos Operativos de sanidad.....	25
Tabla 2. Sistema intensivo avícola	29
Tabla 3. Datos de producción.....	30
Tabla 4. Etapas de desarrollo.....	30
Tabla 5. Clasificación del huevo	40
Tabla 6. Áreas de consumo y generación de residuos	44
Tabla 7. Resumen ecomapa.....	47
Tabla 8. Consumo de Alimento, postura.....	50
Tabla 9. Consumo de alimento, crianza e iniciación	50
Tabla 10. Consumo de agua por sector.....	52
Tabla 11. Consumo de agua por galpón (postura).....	53
Tabla 12. Consumo de agua por galpón (crianza e iniciación).....	53
Tabla 13. Generación de emisiones	54
.Tabla 14. Generación de residuos sólidos.....	55
Tabla 15. Generación de gallinaza por galpón.....	56
Tabla 16. Generación de agua residual.	57
Tabla 17. .Balance de materiales	62
Tabla 18. Análisis de puntos críticos.	63
Tabla 19. Buenas prácticas para el aseguramiento de la calidad del producto.....	69
Tabla 20. Buenas prácticas operativas para el uso de materias primas.....	71
Tabla 21. Evaluación técnica.....	77
Tabla 22. Beneficio ambiental y económico.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Etapas de un ciclo Deming	8
Figura 2. Organigrama existente, sector granja	24
Figura 3. Pollita en edad temprana.....	31
Figura 4. Cadena de valor de la empresa.....	31
Figura 5. Matriz FODA.....	32
Figura 6. Alimentación de aves	35
Figura 7. Bebedero tipo niple.....	36
Figura 8. Comedero.....	36
Figura 9. Nidal	36
Figura 10. Recolección de huevo	37
Figura 11. Cajillas apiladas.....	38
Figura 12. Selección y traslado.....	38
Figura 13. Sellado de cajillas	38
Figura 14. Alistado de órdenes	39
Figura 15. Almacenaje.....	39
Figura 16. Máquina selladora	39
Figura 17. Actividades de empaque	41
Figura 18. Preparación de la caseta avícola.....	42
Figura 19. Vacunación.....	43
Figura 20. Ecomapa Sector granja	45
Figura 21. Ecomapa Sector empaque	46
Figura 22. Utilización de empaques.....	51
Figura 23. Ilustración de una operación unitaria	58
Figura 24. Balance de materiales, postura	59

Figura 25. Balance de materiales. Crianza y crecimiento.	60
Figura 26. Balance de agua.....	61
Figura 27. Estrategia preventiva integrada	65
Figura 28. Alternativas de mejora	66
Figura 29. Recipientes para la separación de residuos	74
Figura 30. Grifo ecoeficiente.....	74
Figura 31. Pila de compost.....	75
Figura 32. Empaque biodegradable.....	76
Figura 33. Hidrolavadora	77

I. INTRODUCCIÓN.

En décadas recientes, los procesos de producción, en la industria alimenticia, tenían entre algunos de sus objetivos, garantizar la calidad del producto o servicio, que era ofertado al consumidor final, esto, basándose en los indicios de Prieto (2008). Sin embargo, se obviaba por diversos motivos, el impacto ambiental que ocasionaba, la transformación de algunas materias primas involucradas, a productos terminados. En vista de ello, el sector alimenticio se vio en la obligación de adoptar programas para la gestión medioambiental, como parte de un compromiso social y empresarial.

Al mismo tiempo, se realizaron esfuerzos por parte de organizaciones nacionales y extranjeras, dedicadas al desarrollo y certificación de normas para la gestión ambiental, de promover las prácticas adecuadas, en el uso y manejo de los recursos naturales y residuos, para aprovechar de manera eficiente, los elementos necesarios en los procesos productivos, tal como se puede observar en el estudio de Álvarez Hincapié (2012).

En este sentido, las autoridades gubernamentales de nuestro país, han establecido leyes y reglamentos, con el fin de regular las prácticas medioambientales de las empresas, ejemplo de ello, se encuentra en el compendio jurídico ambiental, editado por Jóvenes Ambientalistas (2012), así mismo, el enfoque de dicha legislación está orientada a evitar afectaciones al entorno y regular la contaminación al final, de los procesos de producción, colocando en un plano secundario, la prevención de la contaminación y eficiencia para el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales y residuos.

En tal contexto, producción más limpia surge desde el mejoramiento continuo de los procesos productivos, para ser una herramienta auxiliar en la prevención ambiental para las empresas nacionales dedicadas a la producción de alimentos, y, de otros ámbitos, incluidas, las avícolas, que adoptaron la estrategia de producción limpia (o control de la polución), como medida para atender la situación antes planteada y el aumento costos de producción (incluidos, costos de ineficiencia) propiciados por tecnologías obsoletas e inadecuadas prácticas de manufactura.

La industria avícola no está ajena ante el panorama antes expuesto, donde la producción de carne de pollo y huevos, exige cantidades considerables de agua y materias primas, y, en donde los residuos generados en de dicho sector, requieren de un tratamiento especializado.

Siguiendo este panorama, Industria San Francisco, empresa de referencia nacional en la producción de huevos, se ha propuesto, lograr los mayores rendimientos productivos en su granja de aves, adoptando buenas prácticas de producción, amigables con el medio ambiente.

Por ello, la investigación, pretende utilizar los principios de producción más limpia, retroalimentándose de las observaciones pertinentes, en el proceso productivo de huevo, y, en específico, en la granja avícola como elemento perteneciente a una amplia cadena productiva, sentando las bases para la implementación de dicha metodología, generando alternativas de mejora para la prevención de la contaminación.

II. ANTECEDENTES.

La industria nacional ha tenido que lidiar con la problemática, en el manejo adecuado de los desechos y recursos naturales, y como estos perjudican al medio ambiente y por ende a la sociedad en general.

Se han hecho esfuerzos por parte del estado, de regular y mitigar, el impacto ambiental que ocasionan, las empresas en general, y, en particular, las del área alimenticia, que se caracterizan por el notable consumo de recursos naturales y contaminación ambiental, ejemplo de ello fue la creación de la política ambiental de Nicaragua (2000), en donde se establecen los lineamientos de desarrollo sostenible, que deben perseguir todos los agentes de producción del país, incluida, la estrategia de producción más limpia.

Bajo estas circunstancias, los efectos del cambio climático, que pasaron de previsión a realidad, perjudicaron de manera notoria a nuestro país en el período reciente, disminuyendo el acceso al recurso agua, energía y materias primas; obligando a replantear las soluciones medioambientales de la industria.

En Nicaragua, son numerosos los casos de éxito, de empresas que han implementado la metodología de producción más limpia, incluidas productoras de huevos, a gran escala. Benedith y López (2011), mencionan que según datos del centro de producción más limpia de Nicaragua (CMPLN), en el año 2010 se logró que 300 empresas nacionales utilizaran la metodología, en sus procesos productivos, con el objetivo de identificar los aspectos, que inciden el uso eficiente de los recursos naturales y generación de desechos, y por ende, mejorar la productividad en general.

En el contexto actual, Industria San Francisco, cumple con las normas obligatorias para la comercialización del huevo de gallina, las cuales radican en la prevención de la transmisión, de enfermedades de ave, al ser humano y al tratamiento de los desechos generados al final del proceso productivo. Sin embargo se desconoce de algún tipo estudio que permita evaluar la gestión medioambiental de la institución.

III. JUSTIFICACIÓN.

Las actividades pecuarias representan un aporte significativo para la economía nacional (representada por una participación de un 5%, en el PIB nominal del año 2017, según estadísticas del Banco Central de Nicaragua), y por ende, un factor de cambio en las condiciones de vida de la sociedad en general. Una de las de mayor auge en los últimos años, es la avicultura.

Bajo estas circunstancias, el crecimiento en el consumo nacional per cápita de huevo, de alrededor del 130 %, en el período de 2007 a 2017 (según datos de la Comisión Nicaragüense del huevo), fue propiciado primordialmente, por su fácil acceso y bajos precios. Además, se han hecho campañas de consumo, a nivel nacional por parte de la industria avícola, con el objetivo de dar a conocer los beneficios nutritivos que tiene este alimento para la salud humana.

Al sector avícola (conformado por granjas de aves en postura y producción de carne e incubadoras) le es necesario, mejorar en su productividad, y por ende, en su competitividad, esto sin obviar en las buenas prácticas ambientales, implementando técnicas de producción amigables con el medioambiente (entre ellas, producción más limpia), con el fin de satisfacer la demanda nacional y proyectarse en un futuro, a mercados externos.

Sin embargo, debido a diversos factores como, el desconocimiento de metodologías adecuadas de producción, resistencia al cambio o falta de recursos económicos, obstaculizan en algunos casos, la adopción de producción más limpia, en la industria avícola, tal como lo refiere el estudio de Valera (2007), y ampliado en la publicación de Elías Xavier (2012).

Por ello, la investigación presentada, responde a la necesidad que posee, Industria San Francisco, en diagnosticar y evaluar el proceso de producción de huevo, y específicamente, las actividades existentes en la granja avícola de la empresa, con el fin de dar a conocer la estrategia de producción más limpia, y los beneficios que se obtendrían, entre las cuales destaca la reducción de costos de producción, como un efecto de mejoras, en la gestión medioambiental.

IV. OBJETIVOS.

4.1 OBJETIVO GENERAL.

Proponer un plan de mejora, utilizando la metodología de producción más limpia, para utilizar de manera eficiente el recurso agua, materias primas y residuos, involucrados en el proceso productivo de huevo, en la granja avícola de Industria San Francisco S.A.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Identificar los elementos del proceso, en la granja avícola, perteneciente a la cadena productiva de huevo.

Realizar balance de materiales en cada sector productivo de la granja avícola, para determinar los consumos de agua, materiales y generación de residuos por unidad de producción.

Generar alternativas que contribuyan a la propuesta de mejora, con la finalidad de utilizar eficientemente los recursos involucrados en el proceso productivo de huevo.

Evaluar técnica, económica y ambientalmente, las alternativas de mejora propuestas.

V. MARCO TEÓRICO.

5.1 PLAN DE MEJORA.

5.1.1 Definición.

Sipper y bulfin (1998), mencionan que “la mejora debe de ser un proceso continuo; siempre existe un espacio para las mejoras futuras. Una mejora lleva a otra, la establece un proceso cíclico” (p. 39). El alcance de la excelencia productiva radica en la adaptación a los cambios continuos en el entorno (económico, social y ambiental). La mejora continua es un elemento de importancia, en el diseño de estrategias de producción, y complemento en la filosofía de la reducción de desperdicios.

Los elementos antes mencionados se plasman en un plan de mejora , que es la propuesta de actuaciones, resultante de un proceso previo de diagnóstico en una unidad, que recoge y formaliza los objetivos de mejora, y, las correspondientes actuaciones dirigidas a fortalecer los puntos fuertes y resolver los débiles de manera priorizada y temporalizada.

Básicamente, se establecen metas y objetivos con el fin de establecer una mejora continua, en la organización. Para garantizar que las acciones sean efectivas deben de poseer ciertas características tales como:

Consensuadas: las acciones a ejecutar deben de ser discutidas entre los involucrados.

Realistas: deben de tener viabilidad económica.

Flexibles: deben ser susceptibles a modificaciones

5.1.2 Estrategias operativas.

Thompson (2011, p.36), menciona que las estrategias operativas se refieren a “las iniciativas y planteamientos relativamente estrechos para manejar las unidades operativas clave (plantas, centros de distribución, centros de compra) y unidades operativas específicas de importancia estratégica”.

Las estrategias operativas pertenecen a una jerarquía de ideas (o estrategias), en las cuales se persigue el o los objetivos (incluidos los ambientales) planteados por la organización. Una estrategia operativa es un elemento implícito, como parte de los componentes de un plan de mejora ambiental.

5.1.3 Componentes.

Basándose en la propuesta del ministerio de administración pública (2014), en donde exponen en su guía técnica, los componentes necesarios que todo plan de mejora debe de poseer, entre los cuales están:

Actividades: acciones que se llevan a cabo para resolver la debilidad

Objetivos: definen de una manera clara el resultado que se persigue con la acción de mejora a ejecutar.

Metas: conjunto de actividades o acciones orientadas a concretar para un objetivo determinado.

Capacidad de ejecución: se refiere a los recursos técnicos, económicos, humanos y tecnológicos que posee la institución para ejecutar dicho plan.

Productos: indicadores de resultados programados para alcanzar como consecuencia de la mejora.

5.1.4 Elaboración.

La elaboración de un plan de mejora deberá responder a las siguientes interrogantes:

Los elementos que se incluirán.

El personal involucrado.

El o los lugares donde se desarrollará.

La forma en que se ejecutarán las acciones.

La duración de las acciones.

Así mismo los pasos para la elaboración de la propuesta de mejora son:

Identificación del área de mejora.

Determinación de las causas principales del problema.

Formulación de objetivos.

Selección de las acciones de mejora.

Planificación.

Seguimiento.

Un plan de mejora, es un elemento importante del llamado “Ciclo de Deming”, el cual presenta las siguientes etapas: planear, ejecutar, comprobar y actuar, (véase figura 1).

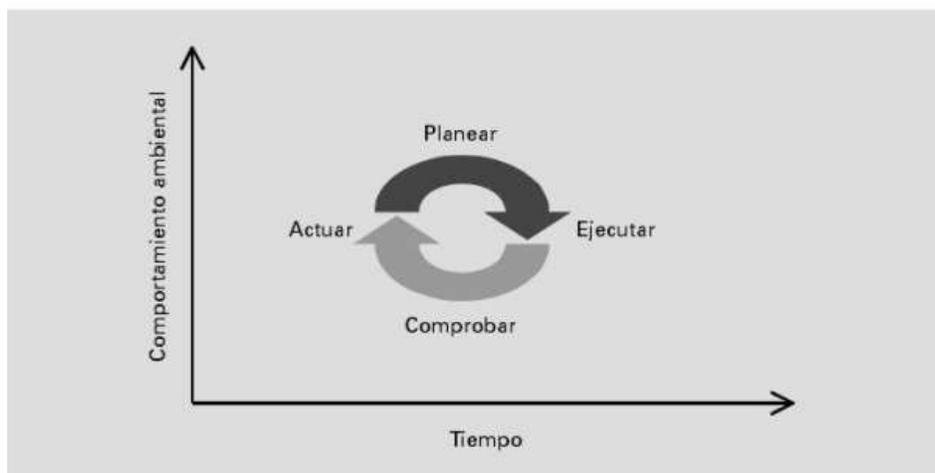


Figura 1. Etapas de un ciclo Deming

Detallando los principales elementos en las etapas de un “Ciclo Deming”, se puede destacar, la planeación, en donde se incluyen: la documentación del proceso, analizar los datos, establecimiento de metas cuantitativas y elaboración de un plan de mejora. La ejecución y etapas subsecuentes de un plan de mejora esta fuera del alcance de esta investigación.

5.1.5 Herramientas de análisis para la causa raíz.

Algunas herramientas típicas para determinar la causa raíz de un problema o área de mejora son:

FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas)

Es una herramienta que “posibilita la información y uso de datos que permite conocer el perfil de operación de una empresa en el momento dado, y partir de ello establecer un diagnóstico objetivo para el diseño e implementación de estrategias”. Ramírez Rojas, (2009, p.1)

Ponce Talancón (2006), menciona que un análisis FODA consiste “en una evaluación de los factores fuertes y débiles que en su conjunto diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, oportunidades y amenazas”.

Diagrama de pescado.

El diagrama de pescado es una herramienta para la solución de problemas que consiste en:

“Definir la ocurrencia de un evento o problema no deseado, esto es el efecto, como la cabeza de pescado, y después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es las causas, como las espinas de pescado”, Niebel y Freivalds (2014, p.19).

Elementalmente las causas se agrupan en categorías y se clasifican por orden de importancia, la cual es discutida por un grupo de trabajo.

Ramírez Rojas (2011), incluye en su publicación, al diagrama de causa y efecto como una herramienta básica para la implementación de producción más limpia en el ambiente organizacional.

Un **diagrama de flujo** es la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entenderlo mejor. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales, estos diagramas utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas. Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación.

Tipos de diagramas de flujo.

Formato Vertical: En él el flujo o la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.

Formato Horizontal: En el flujo o la secuencia de las operaciones, va de izquierda a derecha.

Formato Panorámico: El proceso entero está representado en una sola carta y puede apreciarse de una sola mirada mucho más rápido que leyendo el texto, lo que facilita su comprensión, aun para personas no familiarizadas. Registra no solo en línea vertical, sino también horizontal, distintas acciones simultáneas y la participación de más de un puesto o departamento que el formato vertical no registra.

Formato Arquitectónico: Describe el itinerario de ruta de una forma o persona sobre el plano arquitectónico del área de trabajo. El primero de los flujogramas es eminentemente descriptivo, mientras que los utilizados son fundamentalmente representativo.

5.2 PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

5.2.1 Ecoproducción.

La necesidad de alcanzar un desarrollo sostenible, es uno de los pilares de la llamada “producción amigable” con el medio ambiente.

Ecoproducción implica la utilización en los procesos de producción de ecoeficiencia, en otras palabras, eficiencia ambiental y económica. Lo anterior, es un concepto a fin a producción más limpia.

Entre las bases para la aplicación de producción más limpia, se encuentran:

Buenas prácticas operativas: En general, son medidas sencillas que no implican cambios significativos en los procesos o en los equipos, más bien se tratan de cambios en los procedimientos operacionales, en las actitudes de los empleados, y sobre todo, de un mejor manejo a nivel administrativo.

Circuito cerrado de reciclaje: Consiste en el retorno de los residuos directamente al proceso de producción en calidad de insumo.

Sustitución de insumos: Consiste en reemplazar un material y/o energético empleado en un proceso por otro material y/o energético, que genere una menor cantidad de residuos, y/o que su uso sea no peligroso o menos peligroso.

Modificación u optimización de procesos: Significa entre otros, rediseñar los procesos, mejorar los controles de las operaciones; sustitución de procesos ineficientes; efectuar modificaciones en los equipos o cambios tecnológicos que permitan reducir la generación de residuos.

Reformulación del producto: Consiste en sustituir un producto final por otro de características similares, que requiera insumos no peligrosos o menos peligrosos en los procesos de producción; y cuyo uso y/o disposición final sea menos dañinos para el medio ambiente y/o salud.

Las tres “R”: Segregar los flujos de residuos, a fin de facilitar su reciclaje, re-uso o recuperación, minimizando de esta manera la cantidad de desechos o en último caso, cuando no hay más alternativa, para facilitar su tratamiento y disposición final como desechos.

5.2.2 Definición de producción más limpia.

Según UNEP (1981), producción más limpia (PML), se define como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente”. Los principios de esta metodología se basan en atender las causas que originan los consumos en algunos casos, inadecuados de energía y materiales, así como la generación excesiva de desperdicios, contrario al control de la contaminación al final del proceso de producción. El enfoque mencionado contribuye al correcto aprovechamiento del agua, y, al tratamiento de las aves muertas, cáscara de huevo y compostaje, los cuales son algunos de los aspectos de referencia que caracterizan a la producción de huevo, de gallinas ponedoras.

Producción más limpia, se puede aplicar a diversas áreas productivas y de servicios como: actividades pesqueras, agricultura, turismo, hospitales, etc., como lo refiere la guía de trabajo propuesta por la corporación de investigación tecnológica de Chile (INTEC, 1998). Por supuesto, el sector avícola presenta las condiciones ideales para la utilización de la metodología de producción más limpia.

Producción más limpia es un pilar para un sistema de gestión ambiental, lo cual, según Baca (2013, p.330), significa:

Llevar un control estricto (documentado) de todas las actividades relacionadas con los sistemas que contaminan dentro de una industria. Se espera que este registro escrito, aunado a otras actividades y compromisos de los directivos y trabajadores de una empresa, contribuya, en el mediano plazo, al abatimiento de la contaminación que genera la empresa.

Las empresas que estén en proceso de certificación o renovación de un sistema de gestión ambiental, formulan objetivos que contribuyen al diseño de estrategias, para la utilización eficiente de los recursos, materiales y residuos involucrados en los procesos productivos.

5.2.3 Tecnologías limpias.

Díaz y Escárcega (2009), proponen desde una perspectiva general, que las tecnologías limpias “ayudan a prevenir el desperdicio y la contaminación, reducen el consumo de materia prima y el uso de energía y emplean material reciclado en la producción” (p. 139).

Las tecnologías limpias presentan entre sus ventajas, atender el manejo de los contaminantes en la industria, al comienzo de cada proceso y como una desventaja su coste. Por ello se pretende evaluar la conveniencia económica y técnica de las tecnologías limpias en el proceso productivo de huevo.

5.2.4 Política ambiental.

Política ambiental se define como la declaración formal de las intenciones y dirección, generales de una organización, relacionadas con su desempeño ambiental, como la ha expresado formalmente la alta dirección.

Dichos principios se complementan con el primer paso para la implementación de producción más limpia, en una organización, que consiste en “lograr el apoyo gerencial, definir los objetivos principales del programa y realizar la planificación de actividades generales” (Rojas, 2011).

Ortiz (2013), plantea en su investigación, que una política ambiental beneficiara a una organización en el cumplimiento de estándares ambientales, obtención de incentivos económicos para adquisición de tecnologías asequibles con el medio ambiente (tecnología limpias), entre otras. La existencia de una estrategia de gestión ambiental claramente definida facilita la adopción de métodos de producción amigables con el entorno.

Cardona (2007), hace referencia de que los aspectos antes mencionados (política ambiental) se complementan con la filosofía de minimización de residuos, como parte de criterios más amplios, como la modificación de los procesos productivos y modalidades de consumo de recursos, por lo cual no se deben olvidar estos principios, al momento de realizar sugerencias de mejora o cambios en proceso de producción.

5.2.5 Evaluación de planta.

La evaluación de planta es uno de los pasos más importantes en la metodología de producción más limpia, la cual tiene como objetivo principal, coleccionar datos de flujo de masa, energía, costos, entre otras cosas, con el fin de realizar las debidas modificaciones.

Ramírez Rojas (2011), establece en su publicación que:

Para plantear mejoras, es necesario conocer cómo se encuentra la empresa en el momento inicial. Por esto debe realizarse una recopilación de la información disponible de la organización, así como realizar un recorrido de la planta para identificar los sitios de alto consumo de materia primas y recursos, y los que poseen emisiones o vertidos importantes (p. 1).

Dicha evaluación es de obligatoria y en contexto de la producción de huevo, implica la observación del proceso productivo y el registro de las entradas y salidas de la planta productiva.

La evaluación de planta es una acción que puede ser utilizada en la aplicación de otras herramientas o estrategias ambientales de mejora en la industria, tal como lo ver en la guía de Arrieta (2012).

5.3 EL PROCESO PRODUCTIVO DE HUEVO.

5.3.1 Definición de proceso productivo.

Según Méndez (2011), define a un proceso productivo como “la transformación de material que se encuentra en un estadio inicial llamado materia prima a través de una serie de etapas que en su conjunto, se denominan proceso, todo esto para llevarlo a un estado final denominado producto” (p. 11).

5.3.2 Características.

Las actividades avícolas se caracterizan por pertenecer, a una cadena productiva, en la cual los residuos generados son utilizables por otras industrias, completando verdaderamente un ciclo productivo tal como lo refiere Méndez (2011).

El centro de producción más limpia de Honduras (CPMLH), generaliza y clasifica a los procesos de producción avícola como:

Granja de aves reproductoras.

Granja de aves de postura comercial.

Granja de pollos de engorde.

Plantas de incubación.

Las granjas de aves de postura comercial presentan la necesidad de pollitas de reemplazo para gallinas ponedoras y producción de carne. La materia prima generalmente es suministrada por proveedores externos.

CPMLH (2009) propone una descripción general del proceso productivo de huevo, en donde las etapas de crianza y producción, generan el mayor consumo de materiales y residuos.

En las etapas de crianza y reproducción, se utilizan recubrimientos en el piso de las galeras, como cascarilla de arroz, virutas de madera, entre otros. Por lo común a este recubrimiento se le conoce como base o cama. La cama tiene especial importancia porque ayuda a absorber la humedad del medio, de los bebederos y de los excrementos, lo que evita enfermedades respiratorias y afectaciones en las

patas de las aves, siendo de los principales residuos que caracterizan a las actividades de avicultura.

5.3.3 Residuos y desechos.

De manera general el término “residuo”, se conceptúa como “materia prima de menor valor”, mientras que el término “desecho”, se conceptúa como “materia prima a la que ya no se le puede dar valor alguno”.

5.3.4 Vectores contaminantes.

El análisis de la problemática ambiental comienza con el estudio de las vías en donde se produce las afectaciones al entorno, éstas vías se nombran como vectores contaminantes y primordialmente se agrupan en: agua, aire, residuos, utilización de energía, ruidos y olores.

5.3.5 Clasificación de los residuos.

Elías Xavier (2012), categoriza a los residuos en tres grupos: especiales (tóxicos o peligrosos), no especiales.

En la actividad productiva de huevo se pueden encontrar residuos como:

Residuos sólidos orgánicos: los principales residuos sólidos de la avicultura son la gallinaza y pollinaza, entendida como la mezcla de la base (cáscara de arroz, café, madera) con la deposición del ave.

Residuos sólidos domésticos: materiales como cartón, vidrio, bolsas, papel, etc.

Residuos peligrosos: son los referidos a los fármacos o vacunas aplicados a la salud del ave como empaques, recipientes e insumos vencidos.

Residuos líquidos: el agua residual de las granjas avícolas se generan por parte de los empleados, en su aseo personal, usos sanitarios, etc., y del proceso productivo, cuando se hace la limpieza de bebederos y vehículos.

Los residuos pueden generados en los procesos, pueden convertirse en problema, más aún si son contaminantes que puedan generar daños al ambiente o entorno por lo cual la empresa tendrá que responder (Méndez, 2011).

Por ello, el principio fundamental para lograr un manejo eficiente de los residuos, es minimizar la cantidad de los mismos.

CPMLH (2009), menciona que los principales factores de riesgo en la avicultura, en específico, los concernientes a la producción de huevo son:

- ◆ Limpieza y desinfección de galpones
- ◆ Manejo del estiércol (gallinaza / pollinaza)
- ◆ Manejo y disposición de mortalidad de las aves.

Todos ellos, presentan diferentes grados de afectación, al medio o entorno correspondiente. Existen diferentes propuestas sobre la manera en que deben de ser abordados, pero la viabilidad económica, técnica y económica incide en la adopción de cualquier medida.

5.3.6 Uso y manejo de la gallinaza.

La gallinaza se compone de una mezcla de deyecciones del ave y material absorbente (como cáscara de arroz) permaneciendo en galpones durante el ciclo de productivo.

Estrada pareja (2005), menciona que algunos usos de la gallinaza son:

Alimento para ganado (resalta las restricciones de algunos países europeos, de tal práctica)

Fertilizante agrícola.

Biogás (se menciona la complejidad de implementar tal uso).

5.4 CONSUMO DE RECURSOS Y GENERACIÓN DE RESIDUOS.

5.4.1 Entradas y salidas del proceso productivo.

Cardona (2007), menciona que:

Antes de implementar las técnicas de prevención se debe comprender claramente el proceso de producción de una empresa –el proceso principal y cada uno de los procesos unitarios que los integran, así como sus interrelaciones –teniendo en cuenta que el proceso productivo se caracteriza por dos movimientos fundamentales: entradas de materiales y salidas de productos, subproductos, residuos y emisiones.

Baca (2013), afirma que un proceso industrial, “se caracteriza por el uso de insumos y suministros que, sometidos a una transformación generan productos, subproductos y residuos, como agua residual, emisión de gases o material peligroso”, para la identificación de dichos elementos, se requiere de técnicas para la solución de problemas, por la complejidad y magnitud de las operaciones productivas.

El establecimiento de alcance o límites, de análisis de los aspectos ambientales adquieren relevancia, porque estos determinaran las entradas y salidas de los recursos y emisiones, León (2000).

Una vez definidas las metas, se debe de elaborar un plan de acción que permita alcanzarlas en un corto o mediano plazo.

5.4.2 Balance de materiales.

Un balance general del sistema muestra que todas las entradas en el proceso, es igual a lo que sale (principio fundamental de balance de materia y energía).

“Uno de los principales objetivos es disminuir el impacto causado al medio ambiente. Esto se logra al disminuir la cantidad de materias primas consumidas en los procesos productivos y por consiguiente, al disminuir la cantidad de materiales extraídos del medio ambiente”, (Méndez, p.26).

5.4.3 Indicadores unitarios.

Los indicadores unitarios permiten evaluar la productividad de un proceso, lo cual determina la relación de lo producido con los recursos utilizados. A su vez, los indicadores unitarios no están ajenos al medio o entorno, lo cual implica la consideración de componentes ambientales (o indicadores ambientales), en el proceso.

CPMLH (2009), comenta que uno de los principales atributos de los indicadores ambientales es la capacidad de cuantificar la empresa en la protección ambiental, permitiendo comparaciones año tras año.

Además al comparar la información de indicadores ambientales de otras empresas o de diferentes departamentos dentro de la misma empresa, se hacen evidentes las fallas y acciones de optimización, por lo que estos son esenciales para la definición de metas de un programa de mejora.

Méndez (2011), ejemplifica algunos indicadores ambientales como:

Metros cúbicos generados en relación con las toneladas de producto obtenido.

Toneladas de residuos sólidos generados en relación con las toneladas de producto obtenido.

Otra importancia de los indicadores ambientales es que permite evaluar los progresos conseguidos por la aplicación de medidas de mejora. Los indicadores ambientales, además ayudan a medir el grado de ecoeficiencia lo cual permite relacionar la utilización de los recursos involucrados.

Elías Xavier (2012), menciona que la efectividad de los indicadores ambientales depende de: la objetividad, que sean verificables y comprensibles para los usuarios, permitan comparaciones, y estén acordes a la política ambiental de la organización.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO.

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la empresa, Industria San Francisco, de capital privado, en donde las líneas productivas son: alimentos balanceados para animales domésticos y producción de huevo (blanco y colorado).

El tipo de investigación es de carácter no experimental porque se observaron los fenómenos, tal como se dan en su contexto actual, principalmente en la granja avícola.

6.2 TIPO DE ESTUDIO.

Investigación descriptiva: este tipo de estudio evaluó el proceso productivo, y, permitió brindar sugerencias para la utilización de los materiales, recursos y residuos.

Así mismo es de carácter descriptivo porque requirió de información sobre el área y actividades analizadas, con el cual se obtuvieron datos importantes relacionados con la problemática expuesta.

6.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

La información necesaria para lograr alcanzar los objetivos planteados en esta investigación, se clasifican en fuentes primarias y secundarias:

Primarias: por parte del personal encargado de la granja avícola la cual está dividida en las áreas de cría (aves jóvenes), producción y empaque. Se puede considerar como población las áreas antes mencionadas.

Secundarias: consultas de fuentes de información relacionadas con el proceso productivo, en cuanto a la implementación de producción más limpia en otras empresas.

La información adquirida en el área (granja avícola), se seleccionó y organizó con el fin de interpretar los datos obtenidos y relacionarlos con los objetivos planteados.

6.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la obtención de datos se utilizaron las siguientes herramientas:

Observación directa: es una herramienta importante, ya que permite comprender los fenómenos que ocurren en el entorno de investigación y sus límites, además de la problemática relacionada con la administración de los recursos y residuos

Revisión documental: se hicieron consultas a documentos brindados por la empresa y a la guía de producción más limpia para el sector avícola editado en Honduras (CPMLH, 2009).

6.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO.

6.5.1 Reunión de datos generales de la empresa y del proceso productivo.

Se requiere obtener la información sobre el volumen de materiales, residuos y emisiones de materiales. Se utilizarán formatos de chequeo adaptados en base a los establecidos por el centro de producción más limpia de Honduras (CPMLH). Se obtendrán datos relevantes del proceso productivo para identificar las oportunidades de mejora.

6.5.2 Definición del diagrama de flujo de las operaciones.

Esta etapa consiste en evaluar las entradas y salidas de las distintas fases del proceso productivo, para identificar los recursos generados y definir los indicadores de monitoreo. El diagrama de flujo es uno de los elementos básicos para establecer indicadores productivos y eficiencia en el uso de los recursos. Se cuantifica y describe para cada una de las fases del proceso productivo.

6.5.3 Registro de consumos.

Para llevar el registro y mediciones de materiales, además del consumo de agua, debe diseñarse un recorrido a lo largo de la empresa, se tratan de responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo debe de ser el recorrido de la empresa?
2. ¿Cuánto debe durar el recorrido?
3. ¿Qué información se requiere antes de realizar el recorrido?
4. ¿Qué áreas podrían ser de interés?
5. ¿Qué personas deben entrevistarse durante el recorrido?

6.5.4 Generación de opciones.

Al momento de realizar el recorrido de la empresa, se deben identificar puntos críticos en las distintas áreas del proceso, haciendo énfasis en el uso eficiente del agua y de las materias primas, así como la generación de residuos de producción. Para ello, se tendrán que definir con claridad los aspectos a evaluar y los datos a recopilar.

La evaluación de planta generará información sobre metas e intervenciones que se incorporaran al plan de mejora. La información generada debe estar bajo los límites de la viabilidad económica y ambiental.

6.5.5 Evaluación técnica, ambiental y económica.

La evaluación técnica pretende determinar el grado de disponibilidad de tecnología e insumos que exige una alternativa de mejora. Al mismo tiempo, determinar los beneficios en términos de ahorros de residuos y contaminantes, es uno de los objetivos de la evaluación ambiental.

La evaluación económica de opciones de mejora implica agrupar todos los costes y beneficios que se espera que un proyecto genere.

Elías Xavier (2012), nos muestra un repertorio de herramientas para la toma de decisiones como el criterio valor presente neto, tasa interna de retorno, entre otros, tomando en cuenta los elementos que afectan la producción, la calidad, el ambiente, inversiones y beneficios.

VII. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

7.1 RESEÑA DE LA EMPRESA.

Industria San Francisco S.A., empresa dedicada a la producción de huevo de gallina y alimentos, para la nutrición de animales domésticos, se encuentra localizada en el kilómetro 35 de la carretera panamericana sur, municipio de San Marcos, Carazo.

Inicia operaciones, en año 1958 como planta productora de huevos y alimentos concentrados, sin embargo existen reseñas históricas en la cual se muestra que las primeras actividades, en el campo de la avicultura en dicho sector, iniciaron a finales del siglo XIX. Posteriormente luego de los evidentes cambios socioeconómicos en nuestro país, en la década de 1990, se inicia una transformación organizacional y tecnológica que involucra la adquisición de la compañía por parte del consorcio AGRICORP S.A y posterior venta a socios privados.

En cuanto a la producción de alimentos, es una de las marcas de referencia en el mercado local, abasteciendo a los sectores aledaños al departamento de Carazo, y destaca entre las productoras de huevo más grande del país.

Dentro de las empresas dedicadas a la avicultura en el país, es una de las pocas que aún utiliza el sistema tradicional intensivo de piso, en el cual las aves, permanecen con comodidad en las galeras, sin sufrir algún tipo de estrés por la reducción de los espacios físicos, en contraste al sistema intensivo de jaulas, el cual ofrece mayores rendimientos de productividad, pero en la cual su convicción ha sido puesta en duda, por organizaciones de bienestar animal

Se estima que el número de gallinas aptas para la producción de huevo (aves en postura), es de 214,000, con proyecciones de alcanzar las 220,000 en un futuro cercano.

Como parte de las proyecciones de crecimiento en la oferta de productos se pretende invertir en tecnología, a lo referido a la automatización del empaque de los productos y someterse a procesos de certificación, en cuanto a la inocuidad alimenticia.

7.1.1 Estructura organizativa.

El diagrama mostrado, en la figura 2, resume la estructura organizativa, existente de la granja avícola en Industria San Francisco, la cual está complementada con el responsable de las áreas, de empaque y distribución.

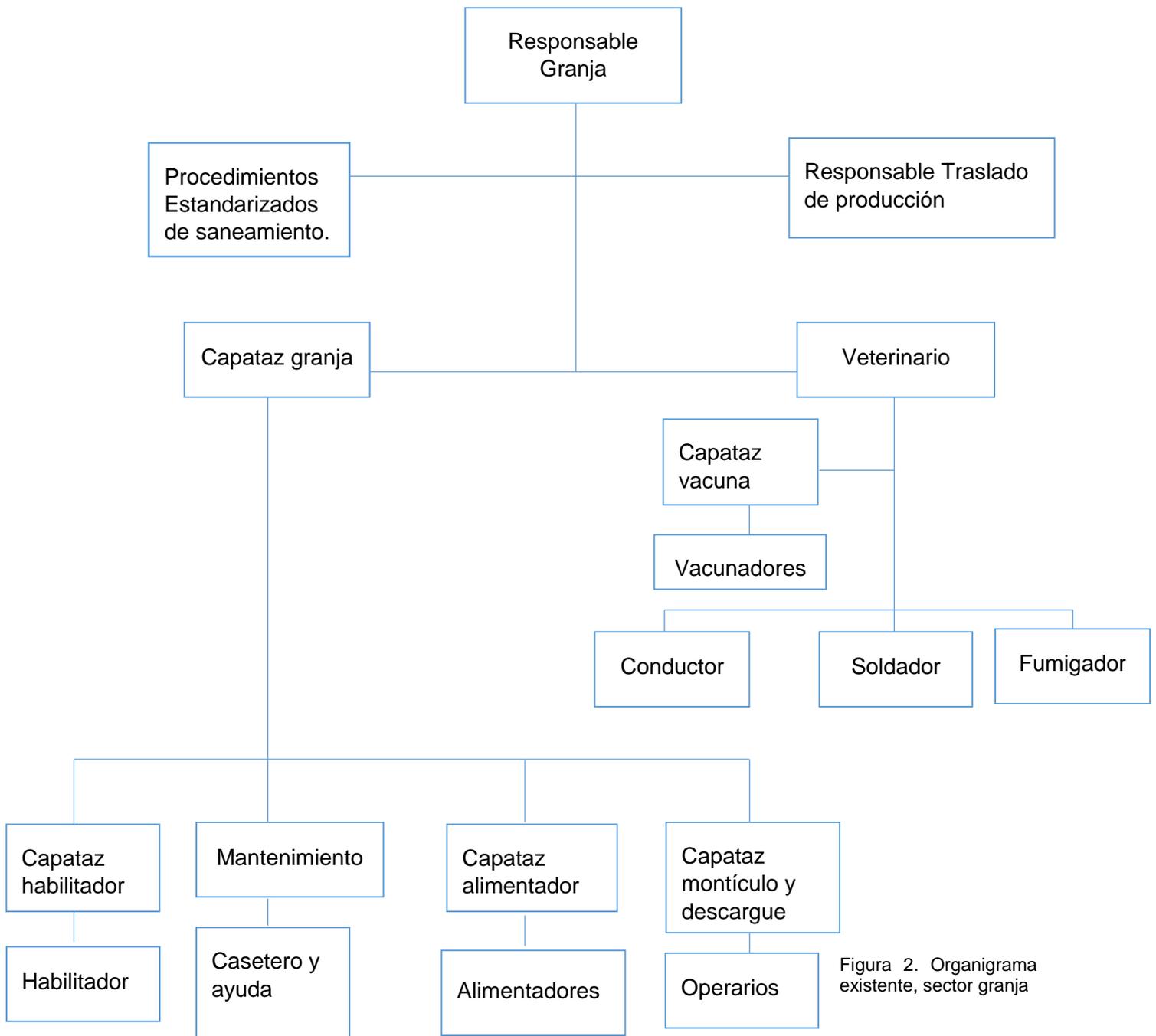


Figura 2. Organigrama existente, sector granja

7.1.2 Procedimientos operativos estandarizados de saneamiento.

La higiene de los alimentos, es una prioridad para asegurar la inocuidad alimenticia, las cuales están reflejadas en las prácticas operativas estandarizadas sanitarias (POES), en donde se registran todas las actividades de limpieza e higiene para la producción de huevo, de Industria San Francisco.

Tabla 1. Procedimientos Operativos de sanidad.

POES	Procedimiento
Seguridad del agua.	Procedimiento de dosificación de cloro en agua.
	Procedimiento de lavado de tanque de almacenamiento de agua
	Formato de verificación: lavado de tanque de almacenamiento de agua.
	Procedimiento de toma de muestras de agua para análisis externos.
	Formato de verificación: registros de análisis externos.
Superficies de contacto.	Procedimiento para la habilitación de galeras de iniciación.
	Formato de verificación de la habilitación de galeras de iniciación.
	Procedimiento de habilitación de galeras de crianza.
	Formato de verificación de la habilitación de galeras de crianza.
	Procedimiento de habilitación de galeras de producción.
	Formato de verificación de la habilitación de galeras de producción.
	Procedimiento de limpieza y desinfección de herramientas y utensilios.
	Formato de verificación de limpieza y desinfección de herramientas y utensilios.
	Procedimiento de limpieza y mantenimiento de equipos de maquinaria.
	Formato de verificación: limpieza y mantenimiento de equipos y maquinaria.
Procedimiento de limpieza y desinfección de equipos de protección personal.	

POES	Procedimiento
Prevención de la contaminación cruzada	Procedimiento de control de visita de granja.
	Formato de verificación control visita de granja.
	Procedimiento de ingreso a los baños.
	Formato de verificación: ingreso a los baños.
	Procedimiento de ingreso de vehículos a la granja.
	Formato de verificación: Ingreso de vehículos a la granja, desinfección
	Procedimiento de manejo de aves muertas.
	Formato de verificación: manejo de aves muertas.
	Procedimiento aplicación de desinfectante, arco sanitario
	Formato de verificación: Aplicación de desinfectante, arco sanitario.
	Procedimiento de lavado de manos
	Formato de verificación: lavado de manos
	Procedimiento de lavado de basureros
	Formato de verificación: lavado de basureros
Higiene de los empleados	Procedimiento de limpieza de baños
	Formato de verificación: limpieza de baños.
	Procedimiento de limpieza de servicios sanitarios
	Formato de verificación: limpieza y desinfección de servicios sanitarios
	Procedimiento de limpieza de baños y servicios sanitarios de visitas y administración
	Formato de verificación: limpieza de baños y servicios sanitarios de visitas y administración
	Procedimiento de limpieza de comedor
	Formato de verificación: limpieza de comedor
	Procedimiento de limpieza: área de lavandería
	Formato de verificación: limpieza área de lavandería
	Registro de capacitación al personal.

POES	Procedimiento
Protección de los alimentos	Procedimiento medicamentos aplicados a las aves.
	Formato de verificación: medicamentos aplicados a las aves.
	Procedimiento: vacunación de las aves
	Formato de verificación: vacunación de aves.
	Procedimiento: ingreso de aves a las galeras.
	Formato de verificación: ingreso de aves a galeras
	Procedimiento: alimentación de aves.
	Formato de verificación: alimentación de aves.
	Procedimiento salida de huevos granja.
	Formato de verificación: salida de huevos granja.
Compuestos / agentes tóxicos.	Procedimiento: Almacenamiento de vacunas.
	Procedimiento: entrada y salida de vacunas.
	Formato de verificación: entrada y salida de vacunas.
	Procedimiento: almacenamiento de medicamentos.
	Procedimiento: entrada y salida de medicamentos
	Formato de verificación: entrada y salida de medicamentos.
	Procedimiento para el manejo de la gallinaza.
	Formato de verificación: manejo de la gallinaza.
	Procedimiento: almacenamiento de productos químicos.
	Procedimiento: preparación solución de productos químicos.
	Procedimiento: entrada y salida de productos químicos.
	Formato de verificación: entrada y salida de productos químicos.
Procedimiento: registro y disposición final productos químicos	

POES	Procedimiento
Compuestos / agentes tóxicos.	Procedimiento para el lavado de piletas, rodilubios, pedilubio y aplicación de desinfectantes.
	Formato de verificación: lavado de piletas, rodilubios, pedilubio y aplicación de desinfectantes.
	Procedimiento para el manejo y disposición de desechos sólidos no peligrosos.
	Formato de verificación: eliminación final de desechos sólidos no peligrosos.
Salud de los empleados.	Procedimiento para el manejo de personal enfermo.
	Registro de personal enfermo.
Control de plagas y vectores.	Fichas técnicas de productos químicos.
	Procedimiento: registro de rotación de productos químicos.
	Formato de verificación: rotación de productos químicos.
	Procedimiento: aplicación de pastilla Dethia en madrigueras y cebo en granja.
	Formato de verificación: aplicación de pastilla Dethia en madrigueras
	Formato de verificación: aplicación de cebo en granja.
	Mapeo de ubicación de granjas.

Nota. Fuente: Industria San Francisco.

7.1.3 Política ambiental de la empresa.

Los lineamientos de la política ambiental existente se describen en el siguiente enunciado:

“Industria San Francisco se compromete a determinar y difundir los principios y valores éticos, ecológicos, ambientales para la conservación del medioambiente mediante la observación y estricto cumplimiento de la legislación ambiental nicaragüense que se encuentra en vigencia a través de un proceso de gerenciamiento basado en la educación y el compromiso”.

7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.

7.2.1 Características del sistema productivo.

Según lo observado, el sistema de producción de huevo predominante, es el “intensivo” o de “confinamiento”, en este caso, de piso, esto debido al capital invertido en cuanto a tecnología e instalaciones en la granja y a la disposición y distribución del terreno para las aves (véase tabla 2).

Según Angulo (2015), en los sistemas intensivos de producción avícola, las principales ventajas radican en aprovechar de mejor manera, el terreno para las aves, mejora la protección ante los depredadores y enfermedades, además del consumo eficiente de alimentos y agua.

Tabla 2. Sistema intensivo avícola

Característica	Sistema intensivo		
	Bajo	Medio	Alto
Costo de inversión en infraestructura			
Demanda de mano de obra			
Costo de alimentación			
Riesgo de pérdidas por depredadores			
Producción			
Potencial de aumento de la productividad			
Velocidad de crecimiento de las aves.			

Nota. Fuente: Adaptado de Gómez, A., *Sistema Productivo Avícola, Caso de estudio: “Granjeros Gaycura A.C”, (2015).*

Algunos datos, de las actividades laborales, en el área de granja se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 3. Datos de producción

Días laborables al mes.	30
Horas de trabajo al día.	8
Número de obreros	120 (84 en granja y 36 en empaque)
Población de aves aptas para producción.	214, 586 aves / semana
Producción de huevos por semana	1,123,050 huevos

Nota. Fuente: Industria San Francisco.

Las actividades concernientes a la producción de huevo, observadas en la empresa se caracterizan por divisiones de áreas, marcadas por las etapas de crianza y desarrollo del ave, por lo cual Industria San Francisco, clasifica estas etapas de acuerdo a las siguientes designaciones (véase tabla 4).

Tabla 4. Etapas de desarrollo

Fase de desarrollo	Período
Iniciación	Desde el nacimiento hasta la semana 6
Crianza	Desde la semana 6 hasta la semana 14
Desarrollo	Desde la semana 14 hasta la semana 18
Postura	Desde la semana 18 hasta la semana 104

Nota. Fuente: Industria San Francisco.

Cada una de estas etapas de desarrollo, se caracteriza por la alimentación especializada de acuerdo a las necesidades de nutrición del ave. Así mismo, el manejo de la temperatura ambiente y cantidad de agua proporcionada varía en relación a los parámetros antes mencionados.

Se reciben las pollitas de un día de edad (véase figura 3) y permanecen en el área de incubación hasta 16 semanas, aproximadamente. Las condiciones de temperatura tienen mucha importancia en esta etapa. Posteriormente las aves se preparan para las actividades de postura, comenzando así la producción de huevo. Se lleva un registro estricto de la edad, y de la aplicación de medicamentos, ya que ello influye en la productividad del ave.



Figura 3. Pollita en edad temprana Recuperado de <http://www.sanmarino.com.co/index.php/component/k2/itemlist/category/2-portafolio>

La alimentación y suministro de agua, es permanente de acuerdo a la etapa de desarrollo y producción del ave. En cuanto a la distribución de las instalaciones, se contabilizan 11 galeras, para la población de preproducción y postura, según la información suministrada. Posteriormente se inician las actividades concernientes a la recolección de huevo, la cual se hace de tres a cuatro veces por día, dependiendo de la productividad del ave. En la figura 4 se ilustra la cadena productiva del proceso.

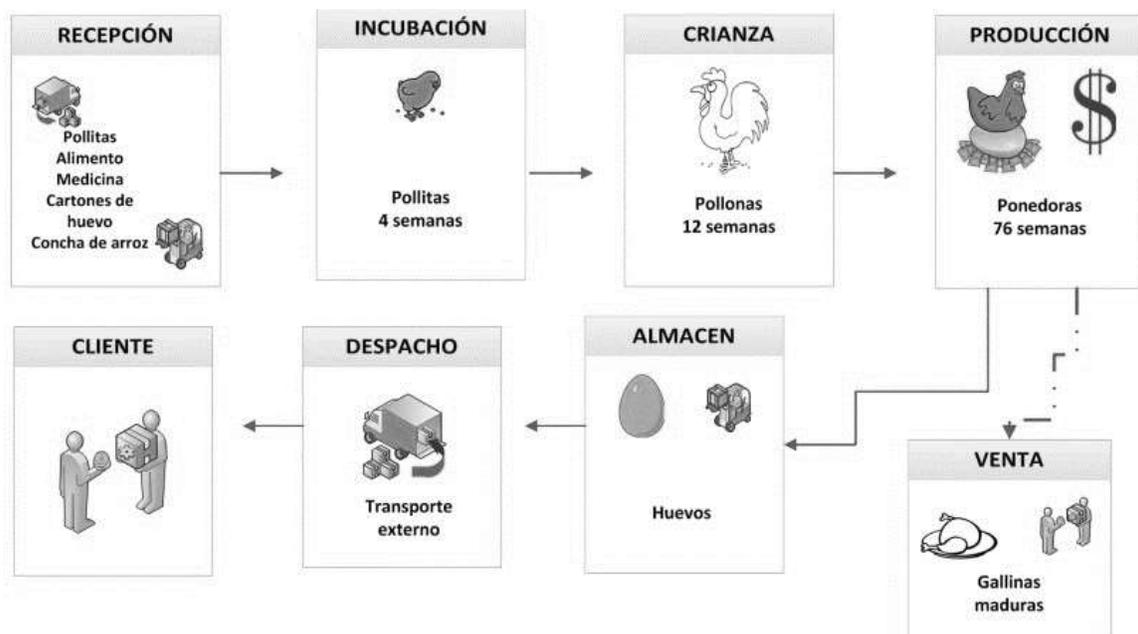


Figura 4. Cadena de valor de la empresa. Ávila, S., Corriere, S. (2013). *Propuestas de mejoras al sistema de producción de huevos, en una granja avícola, ubicada en el estado de Miranda.* (Ilustración). Recuperado de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS4839.pdf>

7.2.2 Análisis FODA.

La finalidad de realizar un análisis de fortalezas y debilidades es evaluar el entorno de la empresa a nivel ambiental como una herramienta auxiliar para indagar sobre los aspectos críticos en cuanto al manejo del agua y materias primas, así como los efectos ambientales.

El objetivo principal del análisis FODA, es llegar a conclusiones a partir de sus listas sobre la situación general de la empresa y convertirlas en acciones estratégicas

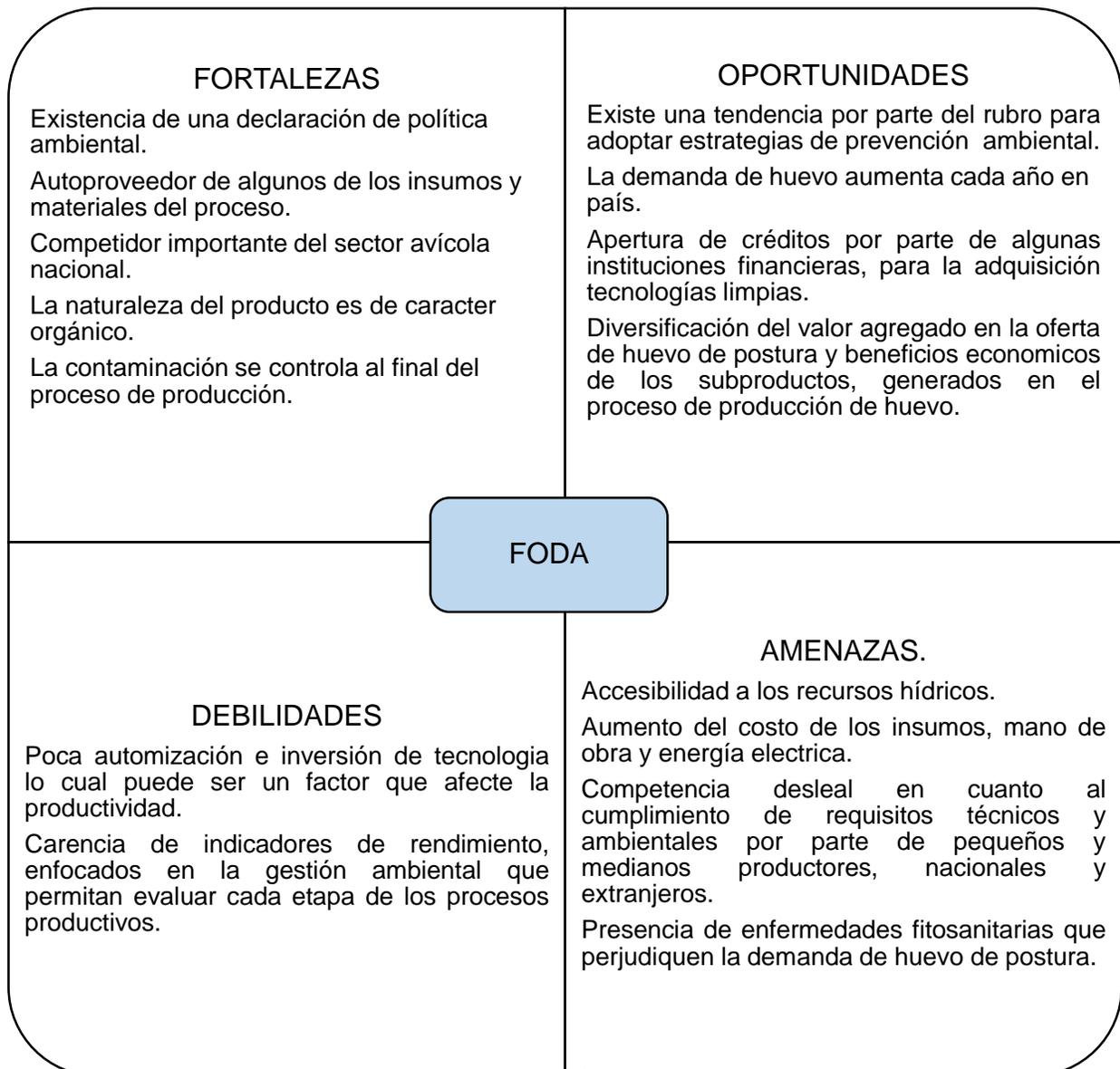


Figura 5. Matriz FODA

Las acciones planteadas a continuación corresponden a las conclusiones obtenidas a través de la realización de un análisis de oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas (ver página 32), relacionando los factores internos y externos que pueden afectar a la organización, concluyendo en la siguiente lista.

Estrategia Fortaleza - Amenaza

Formar una plataforma de divulgación en donde se exponga a los consumidores e instituciones los logros alcanzando en cuanto a certificaciones y cumplimiento de las normas sanitarias y programas de gestión medioambiental.

Estrategia Debilidad - Amenaza

Establecer metas y estándares de rendimiento y consumo de agua, como medida de prevención ante una posible indisponibilidad de este recurso.

Automatizar el proceso de empaqueo de huevo, con el objetivo de reducir costos de mano de obra, y, aumentar la productividad.

Estrategia Fortaleza - Oportunidad

Remarcar la utilización de un programa de gestión ambiental y control de contaminación en el proceso productivo, como un atractivo para la marca, ante la creciente demanda de huevo.

Utilizar los lineamientos de la política ambiental existente en la empresa como complemento, de la posible implementación de una estrategia de prevención de la contaminación.

Estrategia Debilidad - Oportunidad

Ampliar la oferta, al mercado nacional, aprovechando los subproductos que puedan ser procesados (higienización, reciclaje, etc.), como parte de la innovación de nuevos productos, en el sector avícola.

7.3 ETAPAS DEL PROCESO.

7.3.1 Identificación de las actividades principales de la granja.

Al identificar las principales actividades existentes en la granja, como parte de la cadena de valor de producción de huevo se encuentran:

- Alimentación de las aves.
- Recolección de huevo de postura.
- Empaque.

Además se incluyen otras actividades complementarias, pero de mucha importancia como:

- Preparación del galpón.
- Vacunación.

7.3.2 Alimentación de las aves.

La actividad de alimentar a las aves es realizada por el operario de forma manual, se cargan los sacos de alimento, del área de almacenamiento y se trasladan a los gallineros correspondientes. A las aves ponedoras, se les suministra una mezcla, adecuada para los requerimientos de producción de huevo.

El operador entra al gallinero y distribuye el alimento entre los comederos ubicados en el piso. La medida es aleatoria, se coloca la cantidad de alimento para un día. Se hace lo mismo para cada uno de los demás galpones. Si sobra alimento, se devuelve al área de almacenamiento o en dado caso se redistribuye en los galpones

Los operadores, revisan el estado de los comederos y lo reemplazan solo si presentan algún desperfecto, causado por el uso o por el deterioro propiciado por las gallinas. Se describen las actividades en un diagrama de flujo (véase figura 6).

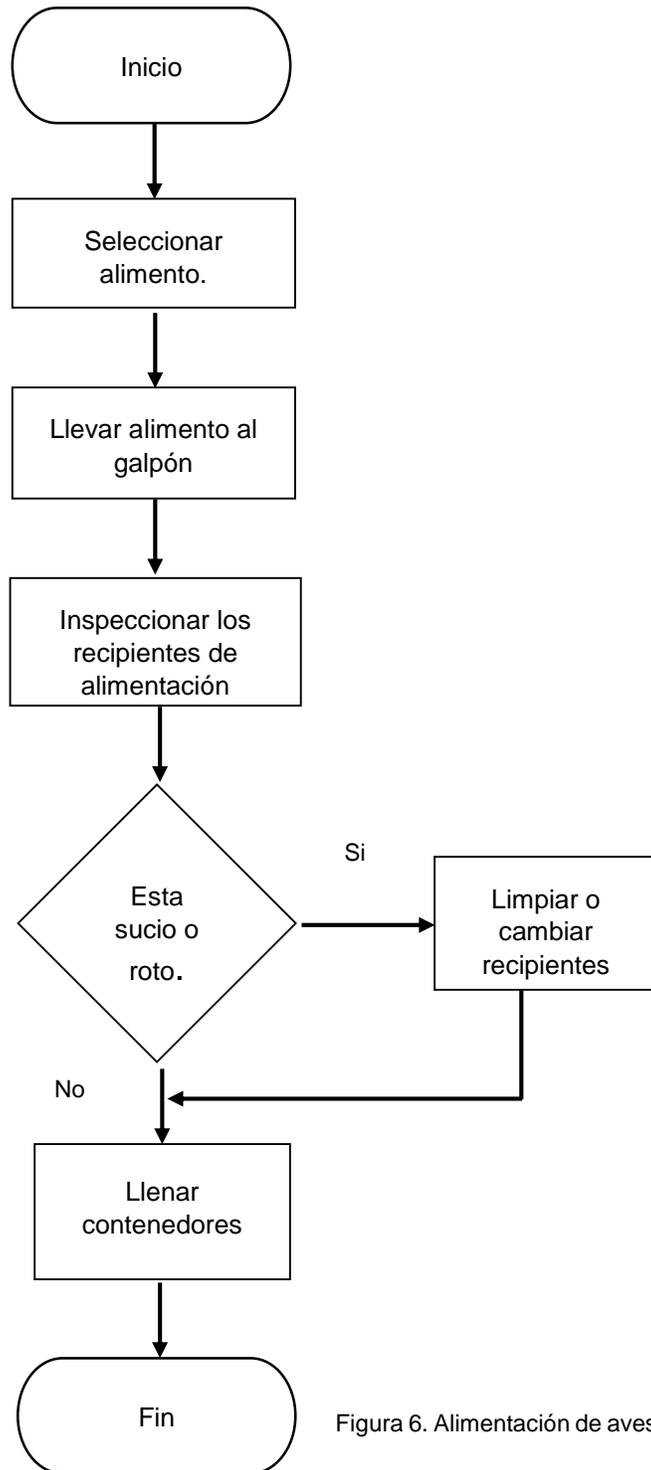


Figura 6. Alimentación de aves

Equipamiento de la caseta avícola para aves productoras.



Figura 7. Bebedero tipo niple. Recuperado de <http://www.avicorvi.com/calidad-los-nipples-no/>

Bebedores: evitan la contaminación del agua, y es una fuente de administración de medicamentos solubles. En cuanto al diseño del mismo se pueden encontrar el de tipo campana y el de copa híbrida, entre otros.



Figura 8. Comedero Recuperado de <http://icharlotgv.blogspot.com/2016/10/>

Comederos: su principal objetivo es proveer de alimento (véase figura 8), al ave o pollita de remplazo, deben estar diseñados con el objetivo de reducir el desperdicio de alimento. El número de comederos en cada galpón varía de acuerdo a las necesidades de alimentación del ave.



Figura 9. Nidal Recuperado de <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-471217387-gallinas-ponedoras-rojanegrascrionas-blancas-de-granja- JM>

Nidales: Tienen por objeto proporcionar a las gallinas, un lugar de penumbra y semicultamente para las acciones de postura.

7.3.3 Recolección de huevo.

La recolección de huevo se hace de forma manual por parte del operador, utilizando recipientes para su traslado de los nidales. Así mismo se revisan posibles posturas en el piso del galpón. Luego se trasladan los huevos al área de empaque en donde se limpian y colocan en cajillas de cartón.

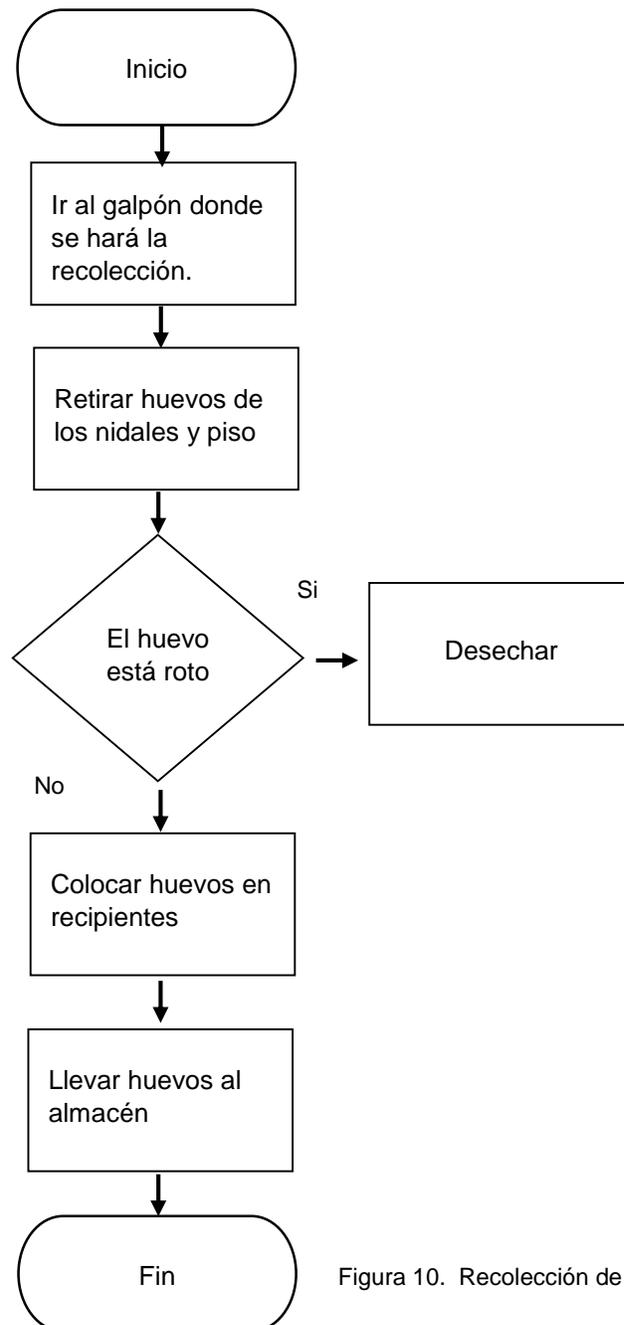


Figura 10. Recolección de huevo

7.3.4 Actividades de empaque.

Colocación en bloques y almacenamiento temporal.



Figura 11. Cajillas apiladas

Después de las inspecciones de calidad, el huevo de postura, se almacena con gran cuidado en bloques como otro paso previo al proceso de selección. El polo mayor del huevo se almacena hacia arriba.

Selección.



Figura 12. Selección y traslado

En el área de selección de huevos, uno a uno se debe revisar y colocarse en posición correcta en su empaque de cartón, se descartan huevos sucios, con manchas u otros defectos de calidad.

Empaque.



Figura 13. Sellado de cajillas

En los respectivos cartoneros los huevos son empacados con plástico, se les colocan etiquetas autoadhesivas. Existen diferentes tamaños y presentaciones del empaque. Los huevos se colocan en empaques de 6, 15 y 30 unidades según las preferencias del cliente y del local comercial.

Alistado de órdenes y despacho.



Figura 14. Alistado de órdenes

Cuando el huevo está empacado y etiquetado (con indicaciones de fecha de vencimiento, fecha de empaque, número de unidades, peso neto, costo por kilo, precio total y lote de producción), se alistan las cajas para la zona de despacho en donde el producto se entrega para los comercios y centros de distribución.



Figura 15. Almacenaje.

La distribución del producto es inmediata, debido a que el producto debe de entregarse lo mas fresco posible al consumidor.

El área de empaque de Industria San Francisco, se caracteriza en que la mayoría de las operaciones son realizadas por operarios, existiendo poca automatización en el proceso de empaque, exceptuado por la utilización de una máquina de sellado al vacío, a continuación se describen algunas herramientas de manejo y empaque de materiales existentes en el área de trabajo. Se utilizan básicamente, para apilar las cajillas, listas y ordenadas para la comercialización y distribución.



Figura 16. Máquina selladora

Envolvedora: utilizada para sellar y etiquetar las presentaciones de 6, 12, 15 y 30 unidades, las cuales son distribuidas a supermercados y tiendas de conveniencia.

Dentro de las instalaciones de empaque, las operaciones se realizan en forma manual, resaltando a las operaciones de selección, clasificación y empaque de huevo, en donde laboran, aproximadamente por 30 trabajadores. Entre los insumos, que se utilizan, se encuentran cajillas de cartón, plástico, etiquetas, y desinfectantes. Al mismo tiempo se retiran los huevos que presentan daños y grietas en la cáscara y membrana superficial, el cual no puede ser recuperado y es desechado por motivos de salubridad.

Tabla 5. Clasificación del huevo

Parámetro de clasificación.	Peso (gramos)
Tamaño	Extra (más de 73 gramos.)
	Jumbo (entre 63 a 73 gramos)
	Mediano (entre 53 a 63 gramos)
	Pequeño (menos de 53 gramos)

Nota. Fuente: Industria San Francisco.

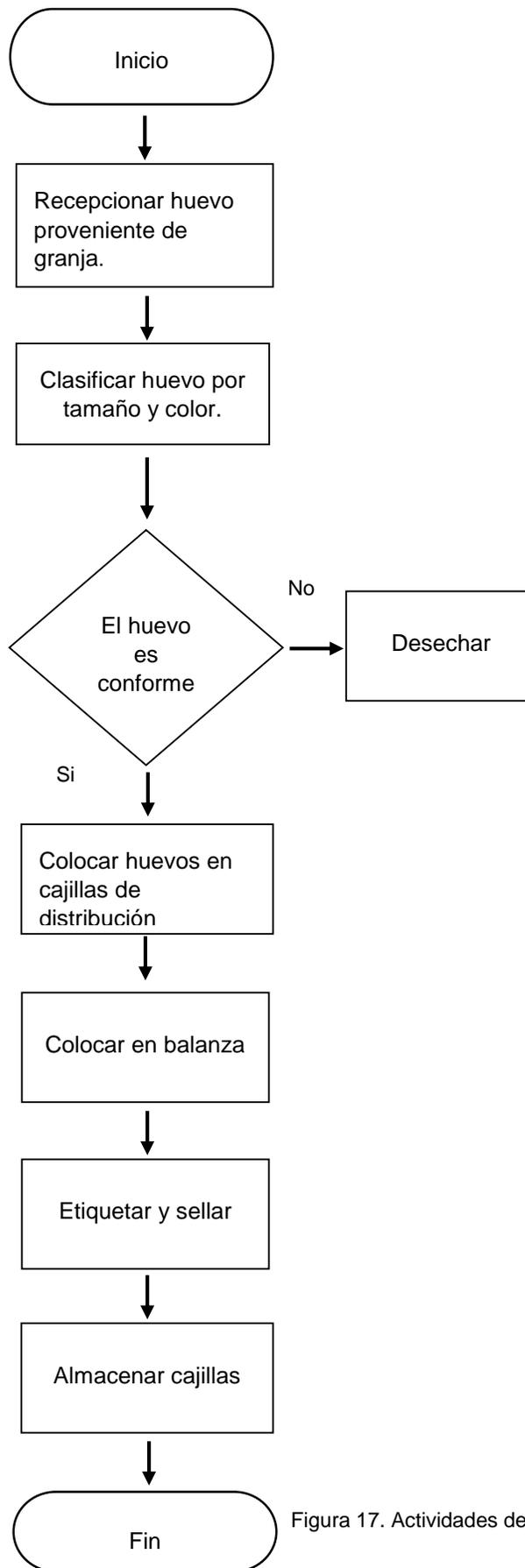


Figura 17. Actividades de empaque

7.3.5 Preparación de la caseta avícola.

Para el inicio de las actividades productivas de huevo, posteriores a la finalización de la etapa de crianza de las aves, se realiza la limpieza y desinfección de la caseta avícola. Debe de prepararse de inmediato para que el edificio este vacío entre una o dos semanas antes de la introducción de las aves.

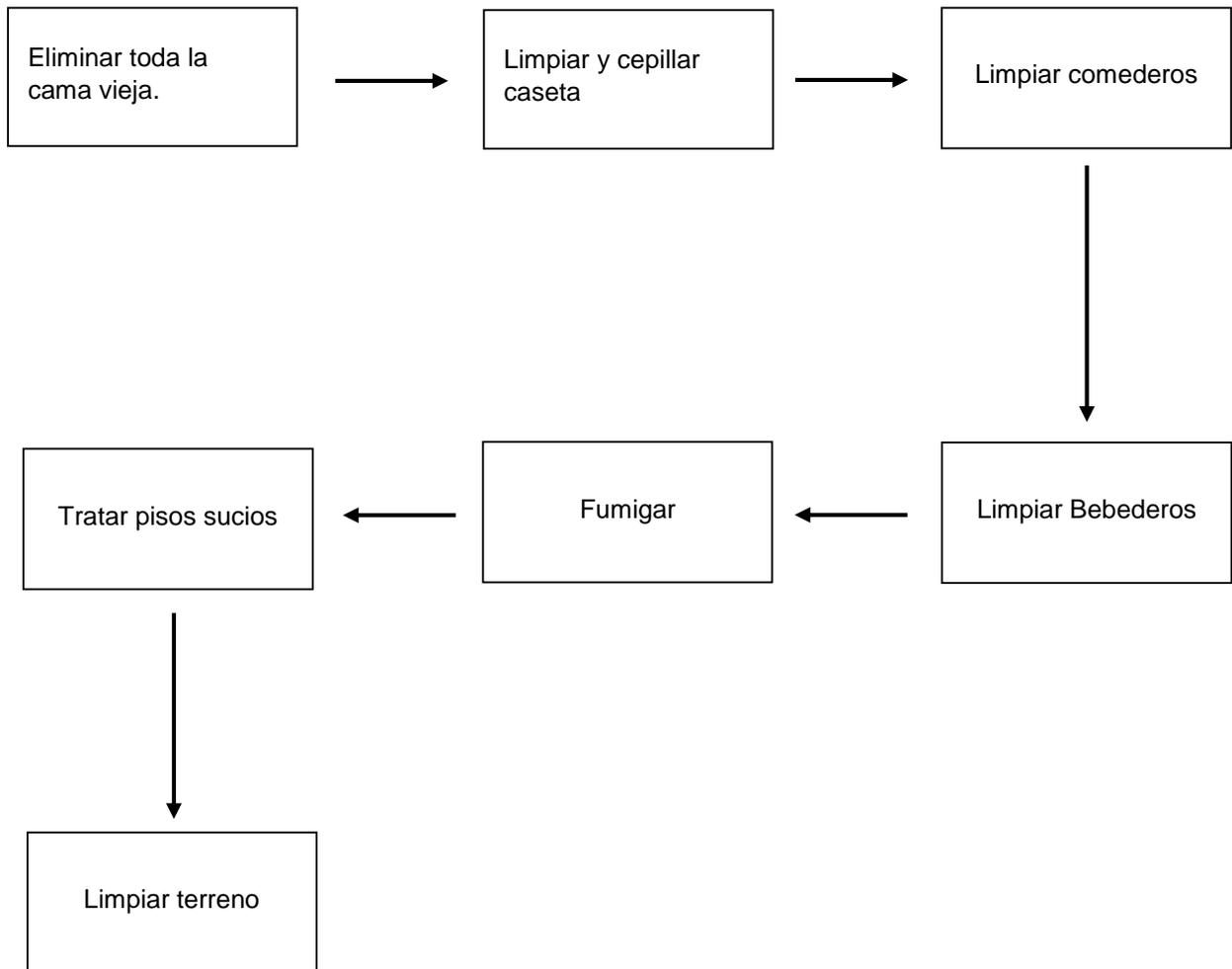


Figura 18. Preparación de la caseta avícola.

7.3.6 Vacunación.

La vacunación de las aves, varía por edad y enfermedad. La mayoría de las vacunas son de tipo preventivas; con su aplicación se evita la aparición y propagación de enfermedades. Es de suma importancia mantener una gallina sana, ya que está es la fuente de ingresos para la empresa.

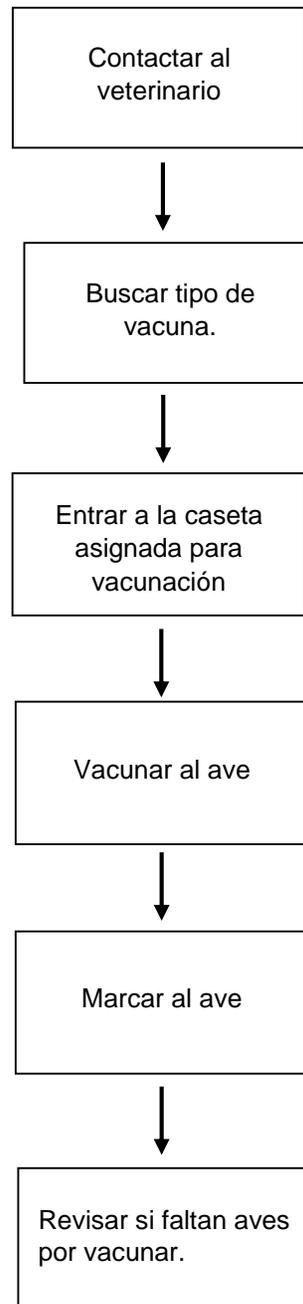


Figura 19. Vacunación

7.4 EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

7.4.1 Ecomapa.

Es una herramienta de producción más limpia, de fácil aplicación que permitió identificar los sectores, con mayores consumos de materias primas, agua y generación de residuos. También, es una partida para determinar los puntos críticos o de ineficiencias del sistema productivo con el objetivo de generar opciones de mejora que contribuyan a la prevención de la contaminación, Según las evaluaciones pertinentes realizadas en la granja avícola los mayores consumos de recursos hídricos y generación de residuos se resumen en la tabla 6, y se muestran en la figura 19 y 20.

Tabla 6. Áreas de consumo y generación de residuos

Sector.	Indicador.	Actividad.
Galpones	m ³ /día. Kg / día	Consumo de alimento y agua de aves ponedoras, limpieza y recolección de huevo.
Bodega.	Kg/ día.	Almacenamiento de alimento y broza de arroz, Sacos, plásticos
Servicios sanitarios	m ³ /día.	Consumo de agua por parte del personal
Mantenimiento	Kg / día	Procesos de manufactura (corte, soldadura, fresado, etc.)
Depósitos	Aves /día	Desechos de Plumas, Aves, huevos, plástico; Cartón
Empaque	Kg / día	Utilización de cartón, papel, desinfectantes y agua. Desechos orgánicos (huevo no conforme)

Nota. Fuente: Elaboración propia.

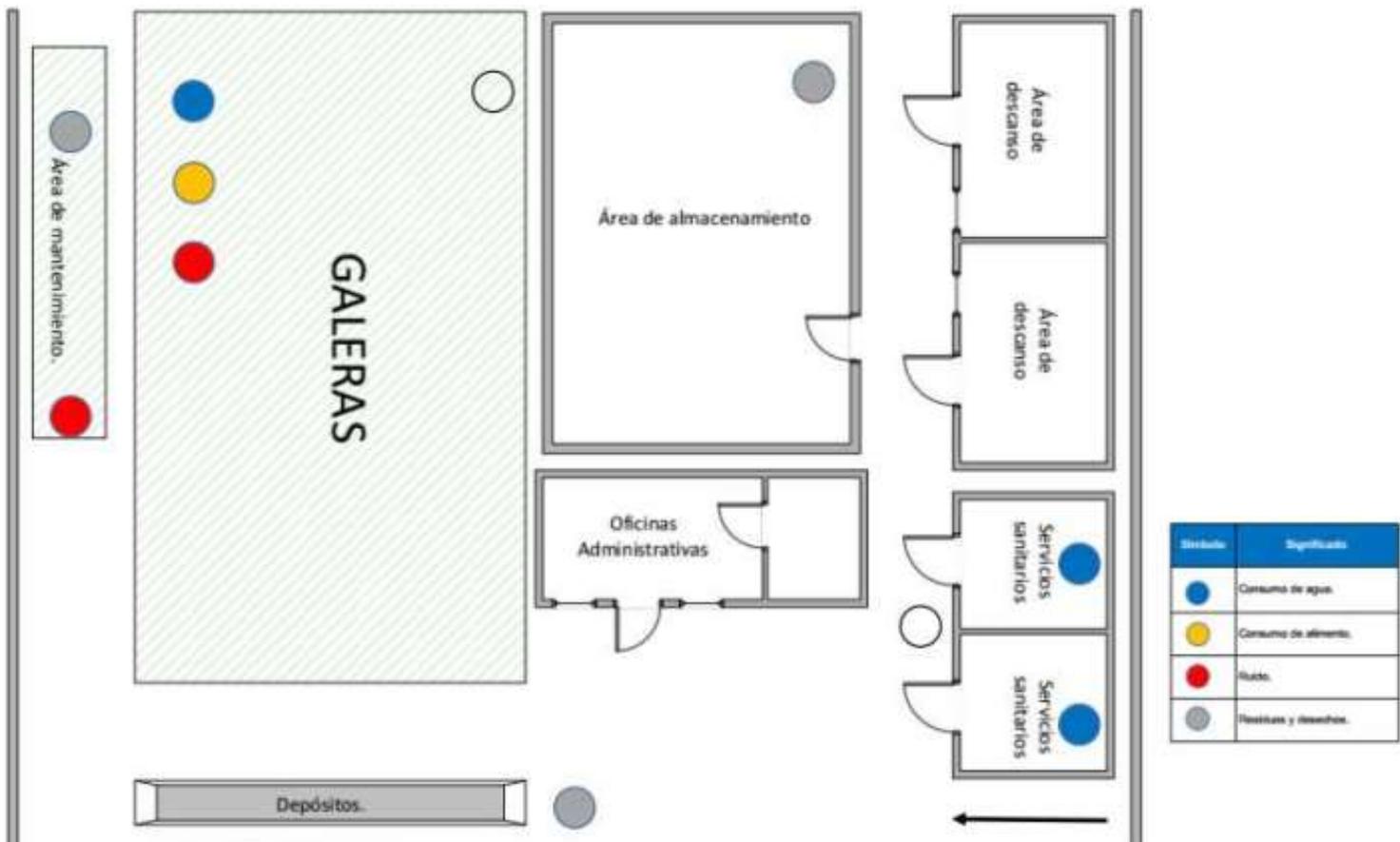


Figura 20. Ecomapa Sector granja

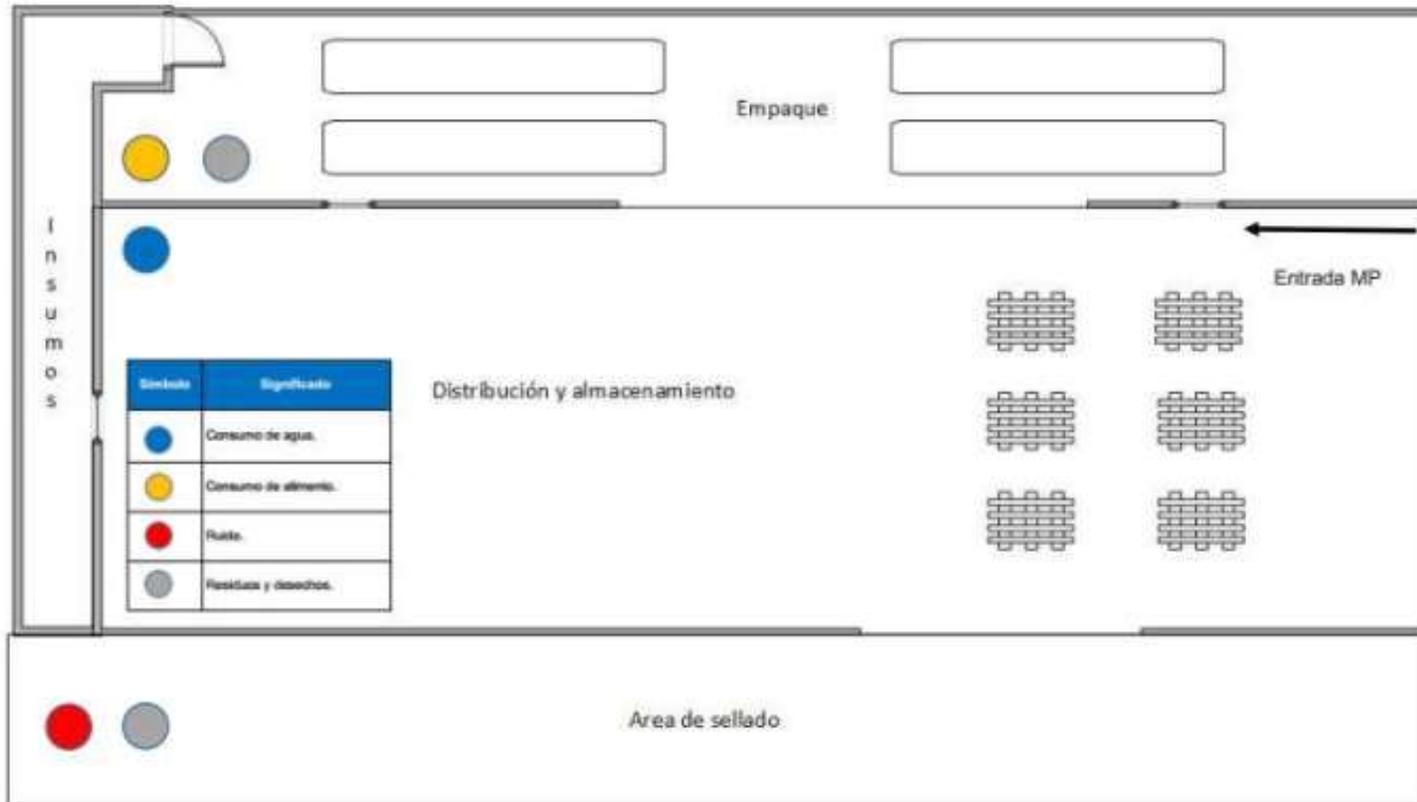


Figura 21. Ecomapa Sector empaque

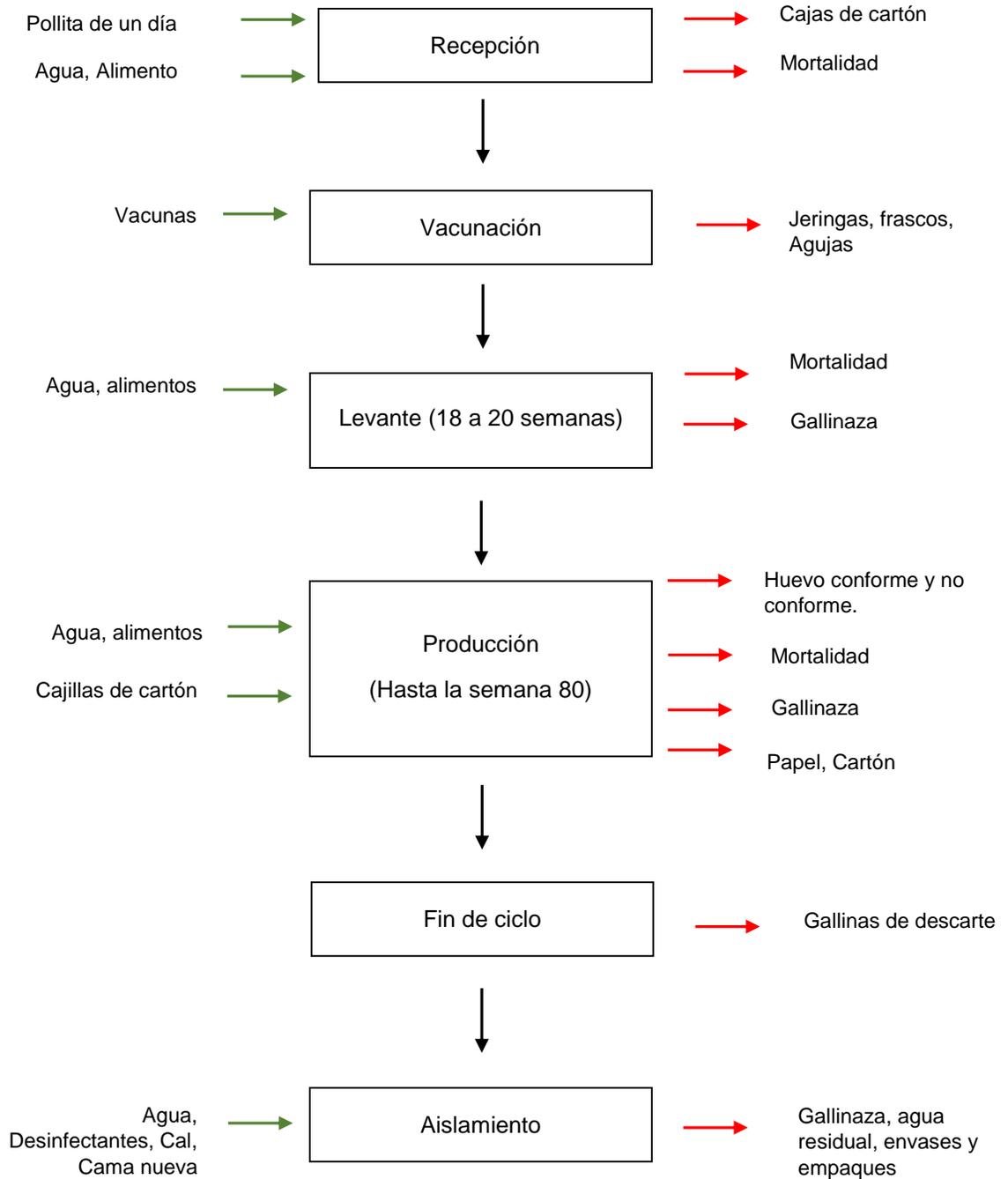
7.4.2 Análisis de los ecomapas.

Tabla 7. Resumen ecomapa

Áreas críticas.	Causas.	Residuos generados.
Galpones	Generación de gallinaza. Goteo en bebederos. Emisiones	Generación de humedad en la gallinaza. Plagas.
Servicios sanitarios	Persistencia de goteo en grifería. Ausencia de mantenimiento	Aumento en el consumo de agua.
Mantenimiento	Desperdicios. Residuos (metales, papel, etc.)	Contaminación ambiental
Almacenamiento	Exposición a humedad	Aumento de plagas, desperdicio de alimento
Empaque.	No reutilización de papel, cartón y plástico.	Generación de residuos.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

7.4.3 Entradas y salidas de las actividades principales del proceso productivo.



7.5 BALANCE DE MATERIALES.

El balance de materiales permitió medir el consumo de materias primas y recursos hídricos, así como la generación de efluentes y subproductos, residuos y emisiones, basado en los registros de los parámetros zootécnicos (mortalidad, porcentaje de producción, etc.), proporcionados por los administradores de la granja.

7.5.1 Consumo de Alimento.

Los registros de consumo de alimentos para dos semanas de producción se ilustran en la tabla 8.

Se hace la mención sobre el registro poblacional promedio de aves debido a que existe un índice de mortalidad, el cual ocasiona que se tenga que calcular una cantidad estimada de aves en cada galera para cada semana, tomando en cuenta el registro inicial y final de ponedoras, obteniendo un promedio.

Posteriormente se multiplica por el consumo de alimento por día, el cual según las estimaciones de Villanueva (2015) se aproxima a 0.13 kg /ave para aves de postura de más de 18 semanas de edad.

Por otra parte se pudo determinar el porcentaje de consumo aproximado de alimento por cada galpón (véase tabla 8 y 9).

Así mismo para las etapas de crecimiento y desarrollo se utilizaron las normas recomendadas por NITAPLAN, para aproximar el consumo por día. Cabe mencionar el que el suministro de alimento, es por medio de comederos automáticos lo cual reduce el desperdicio, suministrando las cantidades necesarias.

Tabla 8. Consumo de Alimento, postura.

Galera	Edad semanal	Población inicial de aves	Población final ave	Población promedio / aves .semana	Consumo kg /semana	Consumo real kg/semana	% de consumo
Postura	67	18830	18709	18, 769.	2432.17	2145.75	88%
Postura	60	24556	24431	24, 493.	3176.03	2898.59	91%
Postura	52	22653	22583	22, 618	2935.79	2386.00	81%
Postura	40	22362	22299	22, 330.	2898.87	2131.99	74%
Postura	32	22515	22481	22, 498	2922.53	2453.23	84%
Postura	23	24737	24726	24, 731.	3214.38	2302.27	72%
Postura	99	18971	18827	18, 899	2447.51	2153.21	88%
Postura	92	18505	18346	18, 425.	2384.98	2100.32	88%
Postura	84	20085	19924	20, 004.	2590.12	2279.65	88%
Postura	77	22440	22260	22, 350	2893.8	2852.57	99%

Nota. Fuente: Industria San Francisco

Tabla 9. Consumo de alimento, crianza e iniciación

Galera	Edad semanal	Población inicial de aves	Población final de aves	Población promedio / semana	Consumo kg	Consumo real kg	Porcentaje de consumo
Crianza	15	23082	23074	23078	1308.5226	1465.5453	112%
Iniciación	6	19587	19503	19545	775.74	886.56	114%

Nota. Fuente: Industria San Francisco.

7.5.2 Utilización de empaques.

Los empaques de cartón con capacidad de 30 unidades, se utilizan con un doble propósito, como recipiente en las labores de recolección de huevo, y como embalaje de producto terminado. Además existen las presentaciones de 15, 12, y 6 unidades, las cuales están destinadas a supermercados y grandes distribuidores.

Posteriormente se puede resumir que los empaques utilizados según las presentaciones (en porcentaje) ofertadas en la siguiente figura.

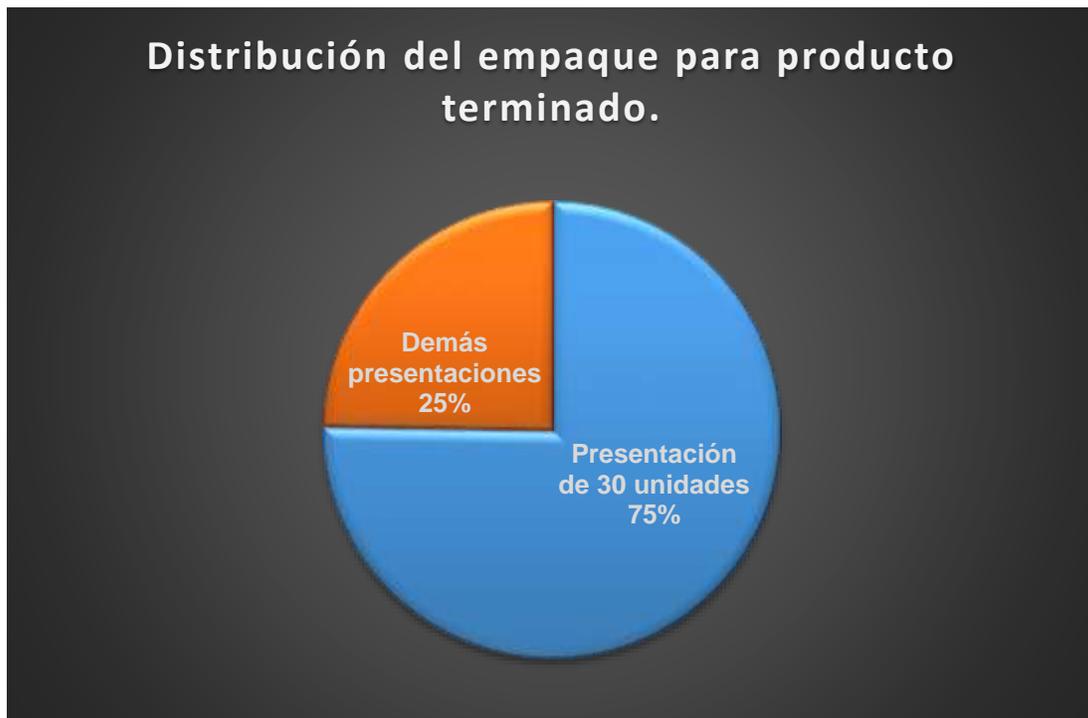


Figura 22. Utilización de empaques

Las cajillas desechadas del área de empaque provienen del traslado del huevo con la membrana superficial rota, lo cual ocasiona que el cartón se humedezca, siendo descartadas por razones de seguridad e higiene. Se estima que el número de cajillas desechadas asciende 10 por día. No existe algún tipo de reutilización para este insumo.

7.5.3 Consumo de agua.

El agua utilizada para todas las actividades de la granja proviene de una fuente subterránea, la cual se envía a un tanque de almacenamiento ubicado al exterior de las instalaciones, y por medio de una bomba, se suministra a los galpones y servicios sanitarios.

No existe un medidor de consumo en el pozo de agua potable, lo cual dificulta estimar con exactitud la cantidad de agua utilizada por día.

Según las estimaciones aportadas por el departamento de producción, el consumo promedio de agua, para todos los sectores de la granja es 11, 500 galones por día (43.53 m³), lo cual da un consumo aproximado de 345, 000 galones por mes (1305.70 m³).

La utilización del agua, se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla 10. Consumo de agua por sector

Sector	Descripción de uso
Postura	Como fuente de hidratación y suministro de medicamentos
Iniciación	Como fuente de hidratación y suministro de medicamentos
Crianza	Como fuente de hidratación y suministro de medicamentos
Sector de aseo.	Limpieza del personal, como requisito para el inicio de las actividades laborales en granja

Nota. Fuente: elaboración propia.

Para las estimaciones del agua de consumo personal se la norma de 80 litros por persona, que utiliza las duchas. Por otra parte el consumo promedio por galpón se muestra en la tabla, lo cual corresponde a un período de dos semanas de producción. Se muestra además el consumo de las galeras de crecimiento y crianza

Tabla 11. Consumo de agua por galpón (postura)

Galpón	Consumo promedio m ³ /Galpón. día	Costos asociados (\$/mes)
1	3.05	85.64
2	4.53	126.93
3	3.71	104.05
4	3.14	88.15
5	3.44	96.52
6	6.60	184.69
7	4.91	129.16
8	3.76	105.45
9	0.88	11.90
10	3.84	107.68
11	5.23	146.46

Nota. Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Consumo de agua por galpón (crianza e iniciación)

Sector	Consumo promedio m ³ / galpón. Día	Costos asociados (\$ /mes)
Crianza	1.98	26.09
Iniciación	0.47	6.61

Nota. Fuente: elaboración propia

7.5.4 Consumo de fármacos y vacunas.

Las vacunas utilizadas en la granja tienen por objetivo al desarrollo y fortalecimiento del sistema inmunológico y generado por bacterias y agentes externos. Al mismo tiempo los fármacos son utilizados para el control de enfermedades. Entre los fármacos utilizados están antibióticos aplicados en agua, sulfato de cobre, calcio y elementos para el control de parásitos

Generación de emisiones.

Las emisiones provienen básicamente de la degradación de diferentes tipos de materia orgánica. El siguiente cuadro presenta las fuentes de las emisiones atmosféricas, durante el proceso productivo.

Tabla 13. Generación de emisiones

Fuente generadora	Características
Manejo de materias primas (alimentos para aves).	Partículas (polvo).
Gallinaza	Amoniaco Metano Dióxido de carbono

Nota. Fuente: Adaptado de Duarte, C., Guillen, M. *Propuesta de guía de producción más limpia en la granja BETHEL*. (2013).

7.5.5 Generación de residuos.

Residuos sólidos.

Los residuos sólidos generados son mayormente del tipo orgánico, entre los cuales se pueden mencionar: estiércol de aves, picos, uñas, mortalidad. Por otro lado, también se producen otros residuos sólidos tales como: material de empaque, aserrín y cascarilla de arroz, y empaques provenientes de las actividades de vacunación de las aves.

En el siguiente cuadro se resumen las principales características de los residuos sólidos presentes en la granja avícola de Industria San Francisco.

.Tabla 14. Generación de residuos sólidos

Fuente generadora	Características del residuo
Procesos de levante, postura y clasificación.	Residuos de origen orgánico (gallinaza, mortalidad y en menores proporciones cáscara de huevo roto, yema, aserrín o viruta.
Procesos de bioseguridad.	Desechos sólidos hospitalarios (jeringas, ampollitas, agujas, plástico y cartón, papel, mortalidad)

Nota. Fuente: Adaptado de Duarte, C., Guillen, M. *Propuesta de guía de producción más limpia en la granja BETHEL*. (2013).

7.5.6 Generación de subproducto.

Gallinaza

La gallinaza es uno de los subproducto más significativo en cuanto a cantidad e importancia ambiental, generada en los galpones existentes en Industria San Francisco.

Para aproximar la cantidad de gallinaza generada por día, se hizo uso de las estimaciones de North (1998), el cual determina se resume en el siguiente gráfico.

La siguiente tabla resume la cantidad de gallinaza que se produce aproximadamente por día en cada galpón.

Tabla 15. Generación de gallinaza por galpón

Galera	Gallinaza fresca (kg /galpón. día)
1	2, 128.45
2	2, 777.60
3	2, 564.90
4	2, 532.28
5	2, 551.30
6	2, 804.54
8	2, 143.15
9	2, 268.51
10	2, 534.49

Nota. Fuente: elaboración propia

Al mismo tiempo existe cierta cantidad de gallinaza que no se utiliza debido a la humedad generada por fuentes internas o externas.

Mortalidad

En cuanto a la disposición de la mortalidad de aves se calcula que el número promedio de aves muertas al mes es de 300 aves, esto debido a factores como hacinamiento, enfermedades y cambios de temperatura.

Cada galera presenta un depósito para el desecho de estas aves, las cuales proceden a ser incineradas.

Agua residual

Las fuentes generadoras de agua residual provienen mayormente durante el proceso de lavado y limpieza de los galpones. En el caso de Industria San Francisco no existen sistemas de retención de sólidos y grasas, por otra parte por la naturaleza de la actividad avícola, las aguas residuales también contienen coliformes fecales, así como fosforo y nitrógeno.

Tabla 16. Generación de agua residual.

Fuente generadora	Características del efluente
Remoción húmeda de la gallinaza.	Moderada carga orgánica
Desinfección de los galpones.	Presencia de:
Lavado de los equipos (bebederos, comederos, bandejas).	Coliformes
Limpieza de vehículos.	Sólidos suspendidos
Sanitarios y duchas del personal / visitantes	Potencial de Hidrogeno (PH) con tendencia a la acidez.
	Fosfatos

Nota. Fuente: Adaptado de Duarte, C., Guillen, M. *Propuesta de guía de producción más limpia en la granja BETHEL*. (2013).

Además se pudo observar que la limpieza de los galpones se realiza por medio de mangueras la cuales producen aproximadamente 720 galones /mes.

No existe alguna medición que permita determinar la cantidad de agua generada por algún tipo de fuga en el sistema de suministro de agua, en los bebederos sin embargo existen algunos métodos como el propuesto por para estimar el caudal.

7.6 Balance de materiales para operaciones unitarias importantes.

El balance de entradas y salidas establece que el peso total de los materiales que ingresan a un proceso (materia prima, insumos, energía, agua, etc.) es igual al de los productos, subproductos y emisiones que salen del mismo.

$$\text{Materias primas} - (\text{productos} + \text{subproductos}) = \text{Residuos} + \text{emisiones.}$$

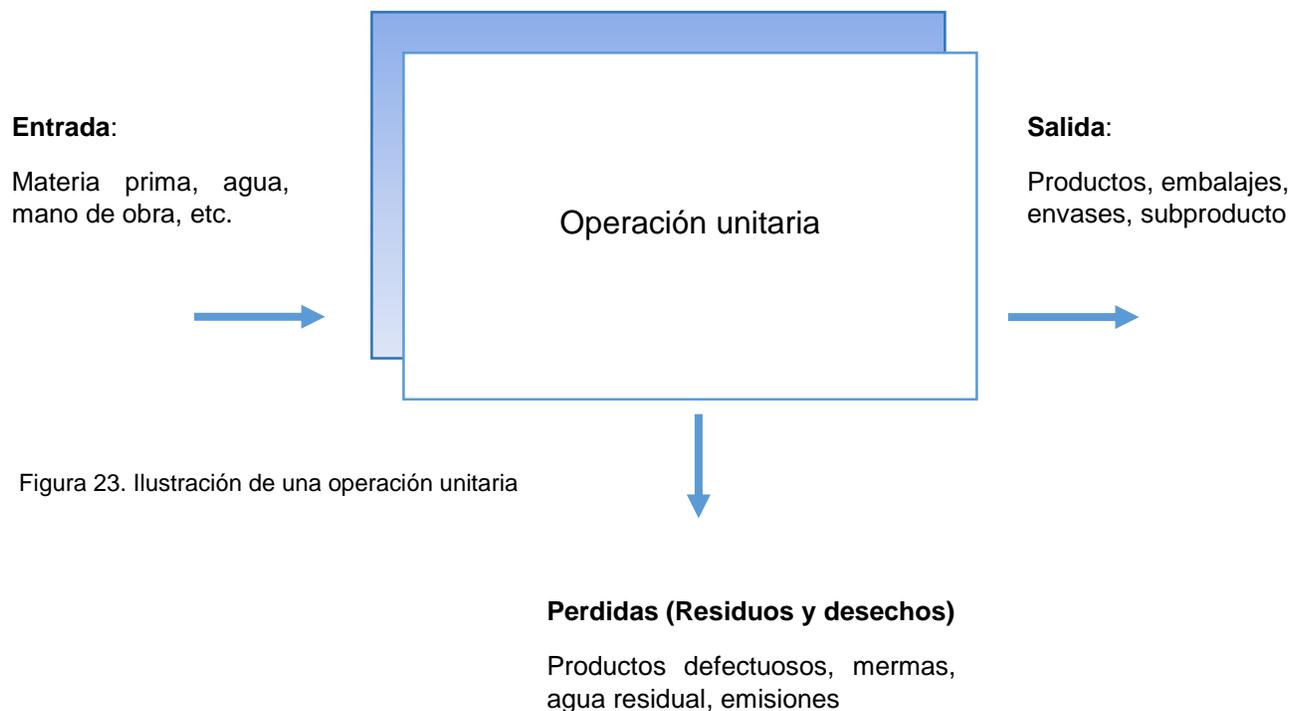


Figura 23. Ilustración de una operación unitaria

Al mismo tiempo se considera que la operación unitaria general es una suma de todas las actividades o etapas del proceso productivo, sin embargo solo se toman en cuenta, las actividades de recolección y alimentación en los galpones de la granja, en la descripción del balance de materiales y de las entradas y salidas de recursos hídricos

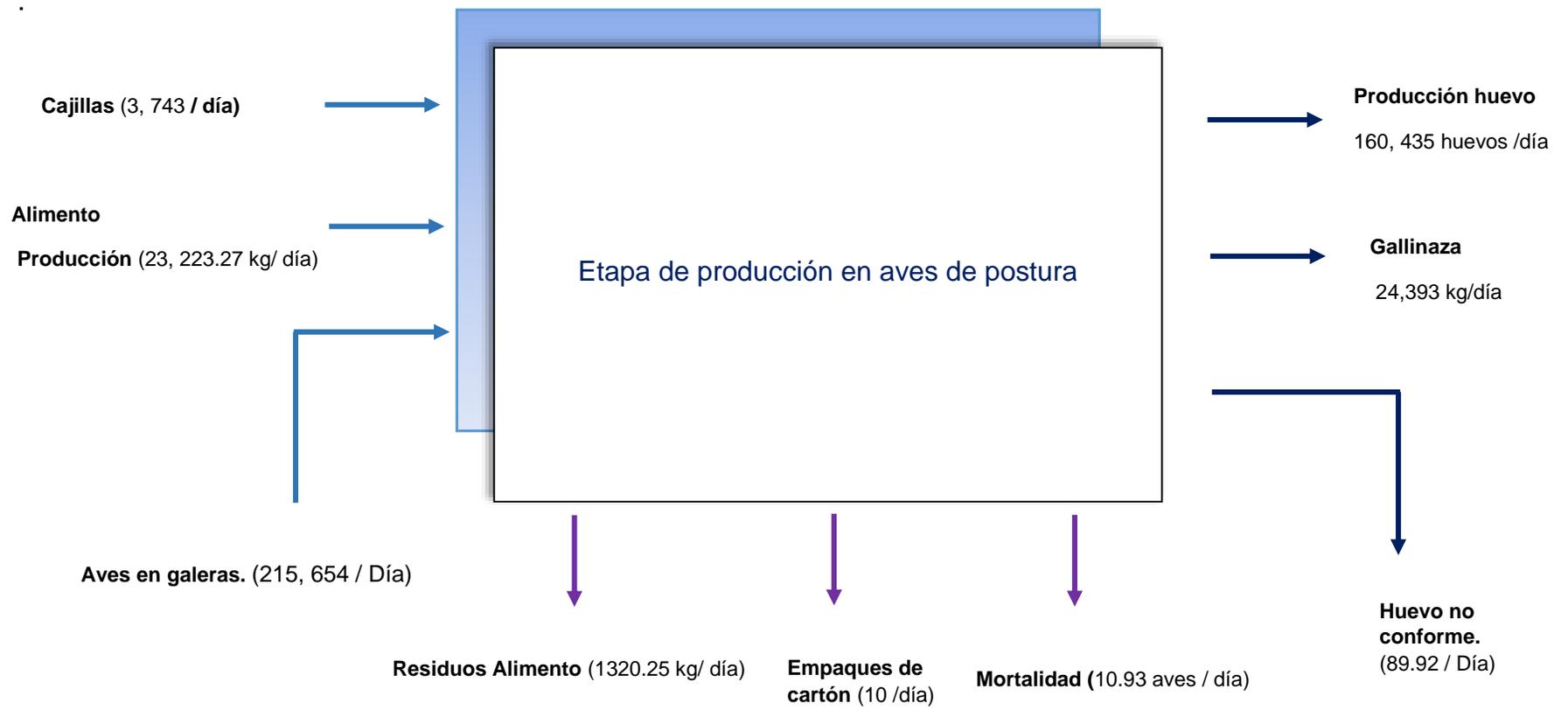


Figura 24. Balance de materiales, postura

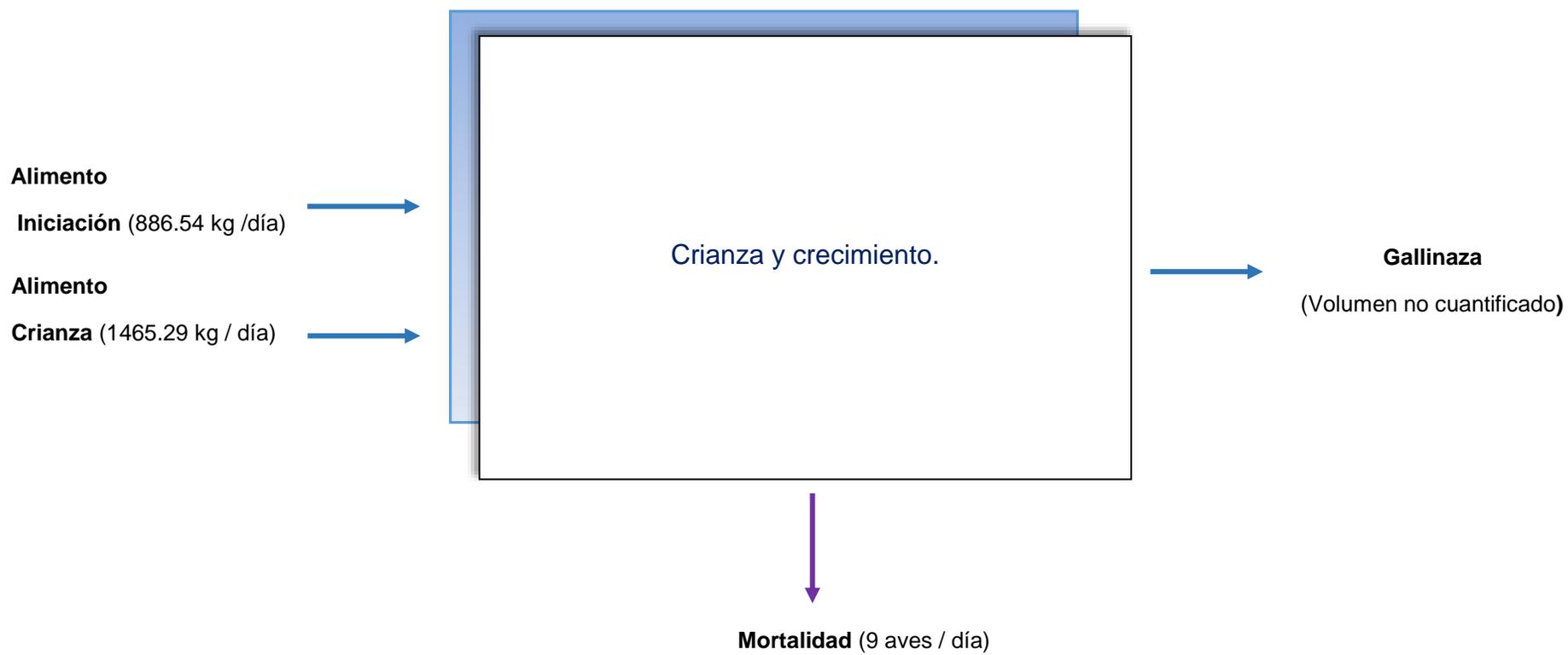


Figura 25. Balance de materiales. Crianza y crecimiento.

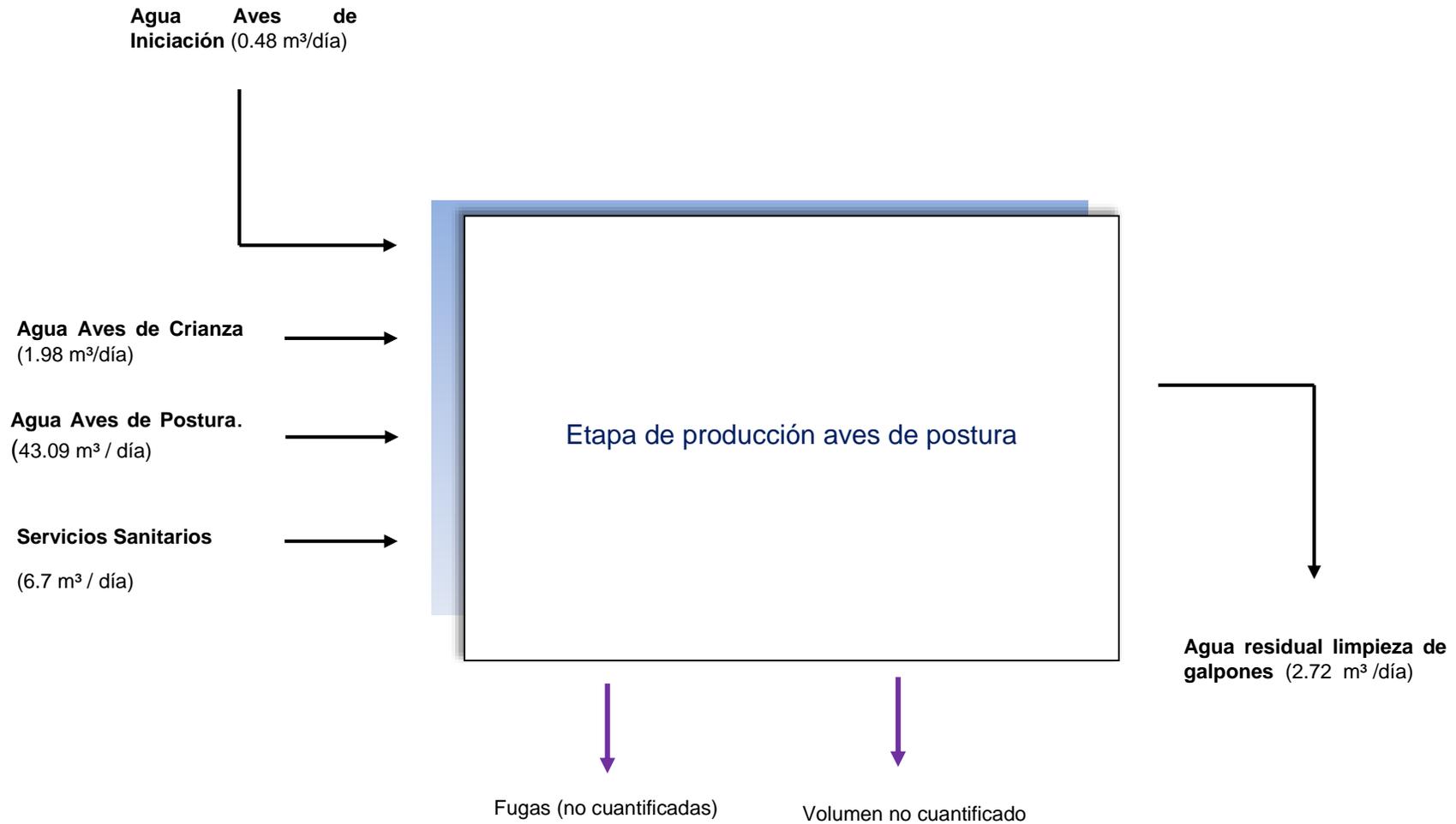


Figura 26. Balance de agua.

7.6.1 Resumen de balance de materiales.

Tabla 17. Balance de materiales

Entradas	Cantidad (kg / día)	Salidas	Cantidad (kg / día)
Alimento iniciación	886.54	Huevo (postura)	9, 626. 10
Alimento crianza	1, 465. 27	Mortalidad postura	17.57
Alimento postura	23, 223. 27	Mortalidad Crianza y crecimiento	14.49
Cajillas (cartón)	374.30	Gallinaza (postura)	24, 393
Broza	8,250	Residuos (alimento postura)	1320. 25
Elementos no cuantificados	1 , 178.75	Huevo no conforme	5.68
		Cajillas de cartón	1.04
Total	35, 378. 13	Total	35, 378.13

Nota. Fuente: elaboración propia.

Entre factores que pudieron haber afectado la precisión del balance de materia se encuentra, la disponibilidad de datos por área del proceso, además se cuenta con datos de confidencialidad que restringen el acceso a la información.

7.6.2 Análisis de puntos críticos.

La gallinaza (24, 393 kg / día), es el subproducto de mayor importancia en cuanto a volumen generado y como emisor de efluentes en cada galpón. Se utiliza como fertilizante para la producción de pasto, esta genera un olor desagradable en el entorno aledaño a la empresa, aplicada de manera fresca (sin someter a un proceso de compostaje).

Al mismo tiempo, no se considera adoptar alguna práctica para la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos, con la cual se podrían obtener beneficios económicos y ambientales. No se lleva algún registro de la cuantificación de dichos residuos inorgánicos (plástico y cartón).

La cantidad de agua, consumida en los servicios sanitarios es aproximadamente de 6 m³/ día y existen volúmenes de agua no cuantificados en los galpones y área de empaque. No se ha considerado medir con exactitud la cantidad de agua consumida a diario en las instalaciones.

Tabla 18. Análisis de puntos críticos.

Hallazgo	Causas
Consumo de agua no cuantificado.	<ul style="list-style-type: none">- No se cuenta un registro exacto del consumo global de agua, utilizando estimaciones no respaldadas por algún estudio o medición.- Existencia de goteo en los servicios sanitarios de los colaboradores.- Volúmenes de agua no cuantificados en los galpones.
Materiales expuestos a humedad y plagas	<ul style="list-style-type: none">- La broza de arroz y otros elementos utilizados para la cama de los galpones y alimentación para aves de postura, crianza y desarrollo que se almacenan temporalmente en la granja están expuestos a plagas (roedores) y a al agua generada por la lluvia.

<p>Carencia de equipos de protección personal</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La manipulación de materiales en los galpones exige la utilización de guantes y mascarillas de protección, los cuales eran inexistentes en la mayoría de las observaciones.
<p>Acumulación de humedad en la gallinaza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El de agua en tuberías o algún bebedero de niple defectuoso ocasionan que la gallinaza se humedezca, lo cual no es deseable
<p>Los residuos generados en el área de empaque presentan poca reutilización</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El plástico como residuo y las cajillas apartadas, debido a la suciedad generada por los huevos fisurados, se desechan, existiendo la alternativa de obtener beneficios económicos realizando acciones de reciclaje con proveedores externos y compostaje.
<p>Falta de señalización y recipientes para la separación de residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se utiliza un mismo recipiente en cada uno de los galpones para el desecho de materiales orgánicos e inorgánicos.
<p>Generación de olores por desechos sólidos. Contaminación atmosférica por generación de olores y partículas suspendidas (emisiones de amoníaco y metano).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No se considera algún tratamiento para la descomposición de los desechos provenientes de las galeras (granza de arroz /pollinaza), lo cual genera afectaciones ambientales al entorno,

Nota. Fuente: elaboración propia

7.7 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES.

7.7.1 Estrategia Preventiva Integrada.

Como se ha mencionado anteriormente, producción limpia es una herramienta preventiva integrada a los procesos, productos o servicios. El concepto antes mencionado, esta implícitamente ejemplificado en uso de la estrategia medioambiental preventiva integrada, la cual se resume en la figura 27.

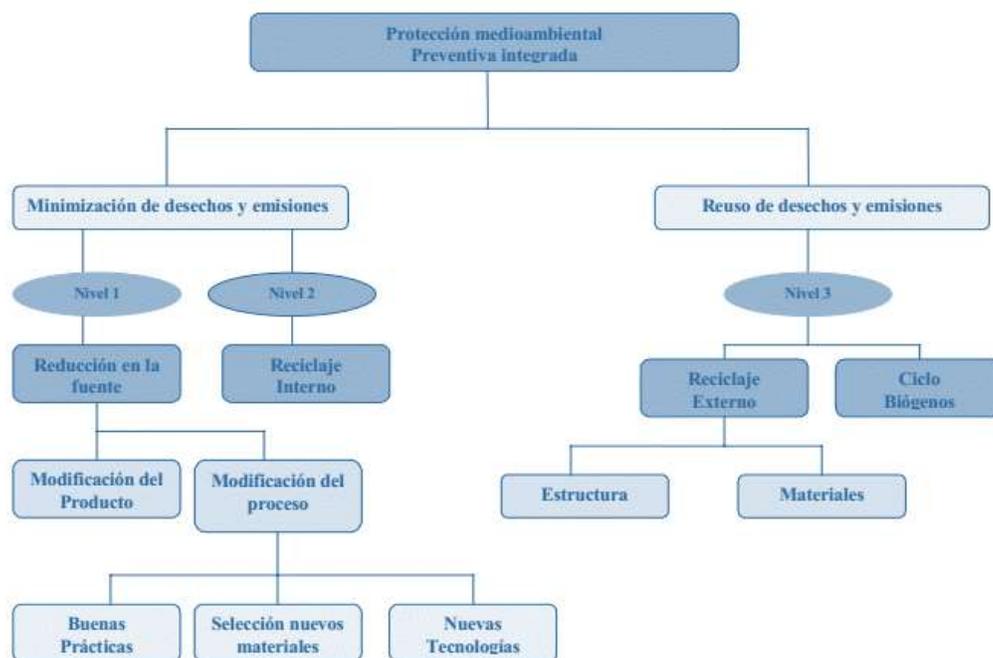


Figura 27. Estrategia preventiva integrada. Centro nacional de producción más limpia y tecnologías ambientales. (2007). *Aplicación de la metodología de producción más limpia*. Recuperado de <http://latinamericacaribbean.recpn.net.org/uploads/resource/91bb3d8522117c5a38225f791275e359.pdf>

Las alternativas por lo general, son de carácter preventivo enfocadas en la disminución de ineficiencias encontradas en las actividades críticas a través del balance de entradas y salidas de materiales, y agua. Posteriormente se comparan las alternativas para establecer los niveles de prioridad, utilizando criterios ecológicos, económicos y técnicos.

En la figura 28, se agrupan las principales alternativas de mejora, desde la perspectiva de prevención ambiental, con el objetivo de reducir las actividades críticas encontradas.

En cuanto a la minimización de emisiones la principal estrategia a utilizar fue las buenas prácticas de operación, y en cuanto al re-uso de desechos y emisiones, se consideró adecuada, tomar en cuenta los ciclos biogénos y el reciclaje externo como medidas paliativas.

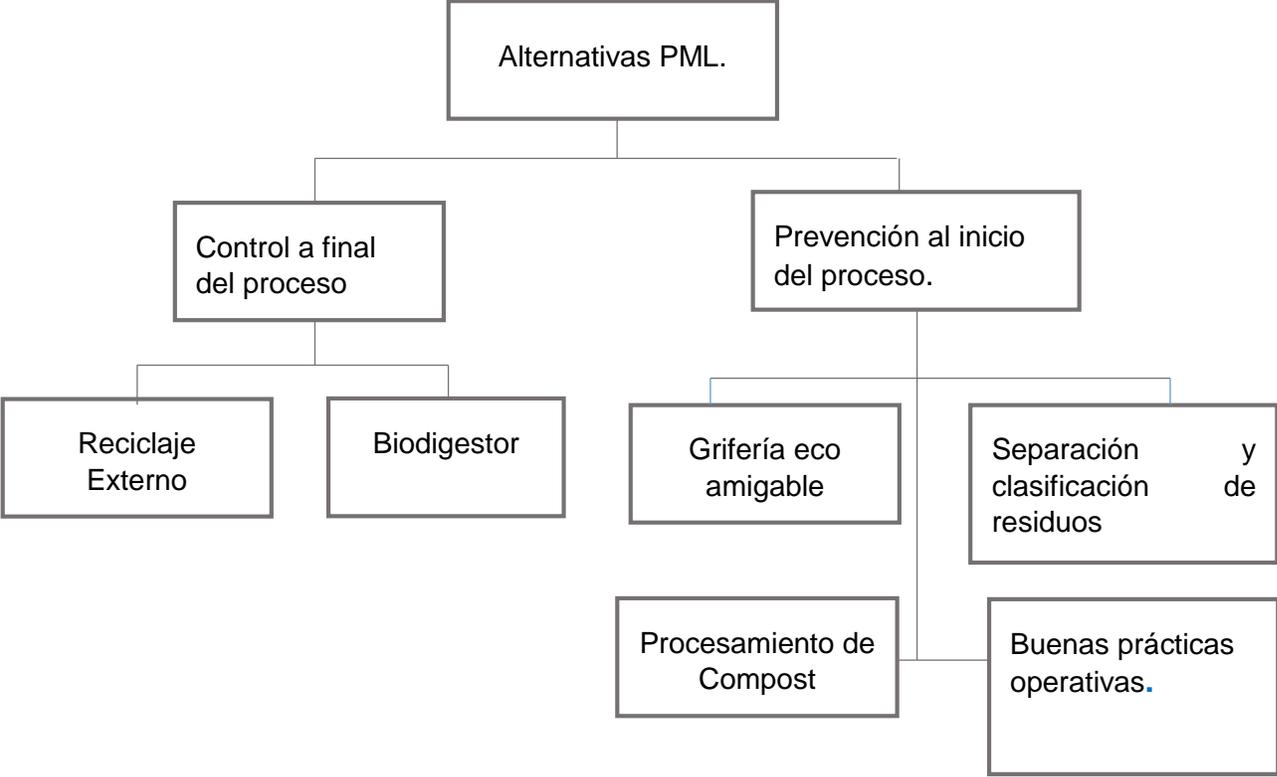


Figura 28. Alternativas de mejora

7.7.2 Buenas prácticas operativas.

Hoof (2008) menciona que “Las buenas prácticas operativas son recetas sencillas que brindan alternativas a procedimientos de trabajo críticos que generan ineficiencias, bajas en la productividad y contaminación en los procesos productivos. Su implementación genera ahorros inmediatos en costos de producción y mejora en el desempeño ambiental”.

Las Buenas prácticas aplicadas en el marco de producción más limpia se basan en las recomendaciones del Centro de Producción más Limpia de Honduras (2009), las cuales están enfocadas específicamente a la producción avícola.

Como ventaja, las buenas prácticas operativas, son soluciones de bajo costo y que al ser aplicados de manera adecuada, generan ahorros en los recursos utilizados en la granja.

Los objetivos principales de las buenas prácticas son:

Optimizar el consumo de materia prima, agua y energía; evitar el desperdicio de costosas materias primas y por lo tanto, reducir los costos de operación.

Reducir la cantidad y grado de contaminación de los residuos sólidos, aguas residuales y emisiones atmosféricas.

Optimizar la reutilización y reciclaje de materias primas y material de embalaje.

Mejorar las condiciones de trabajo y seguridad en el trabajo.

Mejorar la organización del proceso productivo.

Buenas prácticas para el mantenimiento de equipos e instalaciones.

Para lograr un mantenimiento adecuado de equipo e instalaciones de la granja avícola se recomiendan los siguientes pasos:

Hacer un inventario de todo el equipo (accesorios, repuestos, piezas de cambio) que permita programar compras y cambios oportunos que tomen en cuenta los tiempos de entrega de parte del proveedor.

Ubicar el manual original de uso y mantenimiento del equipo en un área visible y cercana del mismo, de manera que el responsable del mantenimiento tenga acceso permanente.

Establecer un manual de buen uso para los operarios de los equipos de granja, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano. Los operarios deben ser capacitados en el uso. El manual y sus recomendaciones principales siempre deben estar a la vista en el área del proceso correspondiente.

Llevar un registro permanente de las averías e incidentes, a cargo del operador de cada equipo para posterior consulta de los responsables de mantenimiento.

En la tabla 19, se resumen otras recomendaciones, enfocadas al uso eficiente del agua, materias prima. Por otra parte se establecen sugerencias para las prácticas del reciclaje y seguridad laboral.

Tabla 19. Buenas prácticas para el aseguramiento de la calidad del producto

Recomendación	Beneficio	Actividades a realizar
Recomendación para procedimientos operacionales	Mejorar la organización del proceso productivo.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar manuales de procedimientos para el control de operación. - Normalizar los trabajos mediante el uso de los procedimientos documentados (mediciones, registros en los puntos de entrada y salida de los procesos, hojas de registros, etc.) <p>Establecer registros que garanticen el control y monitoreo de todas las buenas prácticas implementadas en el proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar espacios de presentación y discusión que permitan a los empleados intercambiar conocimientos técnicos y estrategias de operación para mejorar la calidad y rendimiento
Recomendaciones para el control de calidad	Optimizar el consumo de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de los manuales de procedimientos en las distintas áreas del proceso. - Hacer uso de las especificaciones de los materiales (asegurar un buen manejo y almacenamiento). - Establecer registros para comprobar las fechas de vencimiento de los insumos - Establecer indicadores de rendimiento de cada una de las etapas del proceso. <p>Establecer un programa de inducción para el personal, en el cual se dé a conocer los procesos y estándares de calidad requeridos</p>

Recomendación	Beneficio	Actividad a realizar.
Recomendaciones para higiene y seguridad ocupacional	Un manejo efectivo de los riesgos y enfermedades ocupacionales y de los accidentes de trabajo para erradicar o prevenir los riesgos identificados.	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de control de ruido. - Programa de control de temperatura en áreas de trabajo. - Programa de manejo de sustancias y materiales peligrosos. - Programa de dotación de equipos de protección personal. - Programa de control de ejecución de trabajo en condiciones de riesgo (alturas, espacios confinados, trabajos de energía). - Programa de condiciones óptimas de iluminación - Programa de investigación y análisis de accidentes. - Diseño de un plan de contingencias en caso de emergencias en las granjas avícolas
Recomendaciones para el control de costos.	Reducir los costos de operación	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer el requerimiento unitario de materias primas, mano de obra, energía y controlar el gasto del producto por equipo utilizado. - Calcular el costo de los productos, basarse en el presupuesto estipulado y posteriormente diseñar estrategias para reducir costos.

Nota. Fuente: adaptado de Centro de producción más limpia de Honduras (2009). *Guía de producción más limpia para la producción avícola* (p. 30), Tegucigalpa: Autor.

Tabla 20. Buenas prácticas operativas para el uso de materias primas

Punto crítico	Recomendación.	Beneficio.	Actividades a realizar.
<p>Volumen de agua no cuantificado.</p>	<p>Implementar un plan de ahorro y control del uso del agua.</p> <p>Implementar un procedimiento y equipo eficiente durante las actividades de lavado y desinfección del galpón</p> <p>Implementar un proceso de limpieza en seco del galpón</p>	<p>Reducción del consumo de agua del proceso.</p> <p>Reducción del volumen de agua residual a tratar.</p>	<p>Definir los requerimientos de agua por cada etapa del proceso.</p> <p>Realizar acciones de concientización para los empleados (campañas, rotulación y charlas para el uso eficiente del agua)</p> <p>Fomentar entre los empleados el desarrollo de buenas prácticas para la reducción del consumo de agua.</p> <p>Instalar aparatos económicos para el ahorro de agua como delimitadores de flujo.</p> <p>Monitorear la efectividad del plan de ahorro</p> <p>Establecer los procedimientos y capacitar al personal en el procedimiento de lavado.</p> <p>Establecer tiempos para evitar lavados y enjuagues excesivos en los galpones durante las actividades de limpieza y desinfección.</p> <p>Controlar el uso de detergentes y desinfectantes en el lavado, utilizando la cantidad / dosis, mínima necesaria que sea efectiva</p> <p>Instalar equipo que reduzca el consumo de agua en limpieza y desinfección de vehículos, duchas, lavamanos, etc.</p>

Punto crítico.	Recomendación.	Beneficio.	Actividades a realizar.
<p>Materiales expuestos a humedad y plagas.</p>	<p>Establecer un programa de control de recibo y manejo de materia prima</p>	<p>Reducción de pérdidas por materia prima que no cumpla con las especificaciones al momento de ser utilizadas.</p> <p>Reducción en el volumen generado de residuos.</p> <p>Reducción en el consumo de materia prima debido a su uso eficiente</p>	<p>Monitorear el estado de las áreas de almacenamiento de alimento para evitar las pérdidas por deterioro.</p> <p>Almacenar vacunas, medicamentos y desinfectantes en áreas separadas y cerradas que reúnan las condiciones adecuadas acorde a su naturaleza y características.</p> <p>Registrar las fechas y cantidades de compra de la materia prima.</p> <p>Al momento de la recepción, revisar el alimento, material de cama, para verificar el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones de los mismos.</p> <p>Instruir al personal sobre las medidas de manejo y uso adecuado del alimento, material de cama, etc., para evitar el daño o contaminación de estos.</p> <p>Almacenar las materias primas en condiciones adecuadas de temperatura, humedad, libres de polvo, bien iluminadas y ventiladas de acuerdo a su naturaleza.</p> <p>Rotular la materia prima en los lugares dispuestos para su almacenamiento, separando los considerados peligrosos o contaminantes.</p> <p>Identificar y evaluar diferentes alternativas de materiales e insumos para utilizar las de menor impacto ambiental.</p>

Punto crítico.	Recomendación.	Beneficio.	Actividades a realizar.
Los residuos generados en el área de empaque y galpones presentan poca reutilización.	Implementar procedimientos y tecnologías adecuadas para la recolección, tratamiento y manejo de residuos sólidos y líquidos	Reducción de los costos por el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos. Ingresos adicionales por la venta de gallinaza y pollinaza.	<p>Establecer procedimientos de recolección y manejo de residuos sólido (gallinaza y pollinaza) en los galpones.</p> <p>Verificar la implementación de los procedimientos.</p> <p>Entrenar al personal sobre los procedimientos establecidos para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos de los galpones.</p> <p>Evaluar la posibilidad de utilizar la gallinaza, pollinaza y compostaje para:</p> <ul style="list-style-type: none"> Venderlo como abono. Producir biogás y utilizarlo en las criadoras reduciendo el consumo de energía. <p>Establecer un programa de control y registro de residuos peligrosos como: frascos de vacunas, jeringas, guantes, etc., verificar que la disposición se realice de acuerdo a las disposiciones de la autoridad competente.</p>

Nota. Fuente: adaptado de Centro de producción más limpia de Honduras (2009). *Guía de producción más limpia para la producción avícola* (p. 32), Tegucigalpa: Autor.

7.7.3 Recomendaciones específicas para las alternativas de mejora.

Programa de reciclaje.

De acuerdo a las actividades observadas en cada galpón, en la granja de Industria San Francisco, los desechos sólidos (como aves muertas, cartón, plástico, plumas, etc.), son vertidos en un mismo depósito conexo a cada galera.

Por tanto se recomiendan las siguientes acciones:



Figura 29. Recipientes para la separación de residuos Recuperado <http://problemmedioambientales.blogspot.com/2011/08/recursos.html>

Desarrollar un programa de manejo integral de residuos, donde la actividad principal es la separación en la fuente; facilitando los procesos de reciclaje y valorización de residuos, para lo cual se recomienda la existencia

de recipientes de varios colores o debidamente marcados, que indiquen el tipo de residuo que contiene (véase figura 29).

Los materiales reciclables, se pueden almacenar hasta tener una cantidad suficiente para entregar a un tercero afuera de la granja. Se debe de identificar recicladores para tal efecto.

Grifería ahorrativa de agua.



Figura 30. Grifo ecoeficiente Recuperado de <https://helvexperu.pe/producto/modelo-ep-933/>

La compra sustentable es un proceso a partir del cual las organizaciones satisfacen sus necesidades, bienes y servicios, trabajo y suministros, de forma que se alcance eficiencia económica en todo el ciclo de vida, en el sentido de generar beneficios no solo para la organización, sino también para la sociedad y la economía, a la vez que minimizan los perjuicios

medioambientales.

Dicha tecnologías ahorrantes de agua se agrupan de manera general en:

Grifería termostática.

Adaptaciones a grifos convencionales.

Inodoros

Urinarios.

Fabricación de compostaje.



La producción de compostaje a base de gallinaza y otros complementos corresponde a nivel de los ciclos biógenos, en el organigrama para la estrategia medioambiental preventiva integrada de producción más limpia.

Figura 31. Pila de compost Recuperado de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/planta-de-compostaje-una-apuesta-al-agro-en-arauca.html>

El compostaje es lo que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se degradan o se pudren por la acción de millones de bacterias, hongos, y otros microorganismos. Estos materiales de origen animal y vegetal se llaman orgánicos.

La producción de compostaje se puede hacer dos formas:

Con microorganismos que necesitan oxígeno. El proceso se llama aeróbico.

Con microorganismos que necesitan que no haya oxígeno. El proceso se llama anaeróbico.

Para producir compostaje de forma aeróbica, hay que garantizar que los materiales estén en presencia de oxígeno, esto significa que si los desechos se acumulan en una pila para el compostaje, hay que voltear con regularidad y desechar terrones grandes, para que el oxígeno penetre en todas partes, además de mantener la humedad para que el ambiente sea favorable para los microorganismos.

El proceso de sanidad de la gallinaza aparece como una interesante opción ambiental para los avicultores que desean estabilizar la gallinaza química, física y biológicamente para una producción más limpia, sin necesidad de hacer inversiones en infraestructura, mediante el proceso de compostaje a través del apilado, en donde se obtiene un producto final estable e inocuo desde el punto de vista ambiental, convirtiéndolo en un suplemento para la alimentación bovina o abono orgánico para suelos.

Empaques Biodegradables.



Figura 32. Empaque biodegradable
Recuperado de
<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Precio-barato-de-Encargo-Fabricantes-de-Cart%C3%B3n-De-Huevos-Biodegradables-300010716246.html?spm=a2700.8698675.29.241.2af16042Q7NHMX>

Los empaques ecológicos (véase figura 32) es una alternativa enmarcada en el rediseño del producto, lo cual es una opción de ecodiseño en el cual se pueden hacer las siguientes acciones:

Usar materiales reciclados.

Disminuir el uso de materiales.

Utilizar empaques reutilizables.

Aumentar la durabilidad del producto.

El ecodiseño trata entonces de identificar los posibles aspectos ambientales de un producto o servicio basándose en el proceso de mejora continua, lo cual permite tomar decisiones encaminadas a minimizar su repercusión para el medioambiente

Modificación tecnológica (uso de hidrolavadora)



Figura 33. Hidrolavadora Recuperado de <https://www.homesentry.co/p/hidrolavador-a-karcher-amarillo-1200w/>

La eficiencia de la hidrolavadora para las actividades de limpieza son indiscutidas, porque garantiza excelentes resultados, al remover la suciedad y protegiendo las superficies a lavar, solamente por la presión del agua. En segundo lugar otro beneficio que es cada vez más importante, el ahorro de agua. Un lavado con hidrolavadora ahorra el 80% del agua que se gastaría en un lavado con manguera o con otro dispositivo, por último, la rapidez, un lavado con hidrolavadora es un promedio 70% más rápido

7.7.4 Evaluación técnica.

La intención de realizar un análisis técnico de las alternativas propuestas fue la de determinar el requerimiento humano y tecnológico que conllevaría implementad dicha estrategia, otros parámetros que se pueden tomar en cuenta son las instalaciones existentes y nuevas, con posibles modificaciones y las materias primas o insumos.

Opción de mejora.	Requerimientos.	Disponibilidad.
Utilización de hidrolavadoras	Hidrolavadoras de 3000 PSI Adaptación al voltaje de entrada requerido (220V AC). Mantenimiento. Capacitación al personal.	Existencia de Distribuidor autorizado en el país
Empaques ecológicos (biodegradables)	Importación de productos. Trámites sanitarios. Etiquetado y sellado, personalización	Se deben de realizar las gestiones de importación de los lotes

Tabla 21. Evaluación técnica.

Opción de mejora.	Requerimientos.	Disponibilidad.
Adopción de grifería ahorrativa de agua.	<p>Ajuste de la presión del caudal.</p> <p>Pueden implementarse en cualquier construcción.</p> <p>La instalación puede realizarla el usuario fácilmente. No existe incompatibilidad con la mayoría de las instalaciones antiguas. El mantenimiento necesario es el mismo que el de cualquier otro mecanismo convencional</p>	<p>Este tipo de grifería se puede obtener en centros autorizados en el país</p>
Producción de compostaje.	<p>Construcción de una pila de concreto (preferiblemente).</p> <p>Fuente de humedad.</p> <p>Plástico.</p> <p>Medidores de temperatura.</p> <p>Palas</p> <p>Empaques (sacos)</p> <p>Capacitación al personal</p> <p>Estudio de impacto ambiental</p>	<p>Existe la disponibilidad de la mayoría de materiales en el mercado nacional.</p>
Reciclaje externo	<p>Establecimiento de un plan de recolección</p> <p>Capacitación del personal</p> <p>Disponibilidad de recipientes etiquetados para la clasificación de residuos.</p> <p>Disponibilidad de un espacio de almacenamiento</p> <p>Distribución de los residuos a un centro de acopio</p>	<p>Seleccionar al proveedor que brinde los mayores beneficios económicos por los residuos generados</p>

Nota. Fuente: elaboración propia.

7.7.5 Evaluación económica y ambiental.

Tabla 22. Beneficio ambiental y económico

Opción de mejora.	Beneficio ambiental.	Ahorros económicos.		
		Ahorros (\$ /año)	Inversión (\$)	Recuperación de la inversión (años)
Empaque biodegradable	Disminución de desechos, facilitación del reciclaje (interno o externo).	168	112	0.66
Adopción de grifería ahorrativa de agua.	Se espera reducir el consumo de agua en los servicios sanitarios sean de 3.92 m ³ / día, provenientes de la utilización de duchas e inodoros ecológicos.	1, 037.78	2, 445.00	2.35
Hidrolavadora	Hasta un 80 % menos en el consumo de agua, comparado con lavado tradicional.	322.53	1, 240.00	3.85

<p>Reciclaje externo</p>	<p>Aprovechamiento del cartón, plásticos y papel y plástico generados en el área de empaque y galpones.</p> <p>Reducción de la necesidad de los rellenos sanitarios e incineración.</p>	<p>No estimados</p>	<p>No estimados</p>	<p>No estimados.</p>
<p>Procesamiento de compostaje</p>	<p>El procesamiento de compostaje permitiría la utilización de la gallinaza, provenientes de los galpones de postura, crianza y desarrollo.</p> <p>Otros beneficios del proceso de compostaje está en la reducción de malos olores producto de la pudrición y de la eliminación de vectores como insectos y ratas</p>	<p>4 230.84</p>	<p>3 524.41</p>	<p>0.83</p>

7.7.6 Plan de implementación.

Tareas	Responsable	Tiempo de ejecución	Metas
Opción Procesamiento de compost <ol style="list-style-type: none"> Elección del lugar y nivelación. Picado y amontonamiento del material Control de temperatura y humedad. Tamizado. 	Asignación responsable de granja	20 semanas (sujeto a modificaciones)	Reducir las emisiones realizadas por la gallinaza fresca generada en los galpones
Reciclaje externo <ol style="list-style-type: none"> Separación y recolecta Pesaje Almacenamiento. Envío al centro de acopio. 	Asignación responsable de granja	12 semanas (sujeto a modificaciones)	Obtener beneficios medioambientales por el reciclaje de los residuos inorgánicos (plástico y cartón).
Implementación de empaques biodegradables. <ol style="list-style-type: none"> Realizar cotizaciones. Trámites de importación. Inspección Sanitaria. 	Asignación responsable de granja	15 semanas (sujeto a modificaciones)	Beneficio Medio ambiental
Grifería eco - amigable <ol style="list-style-type: none"> Realizar cotizaciones. Adaptación e Instalación, 	Asignación responsable de granja	15 semanas (sujeto a modificaciones)	Reducir el consumo de agua, de los servicios sanitarios.
Hidrolavadora <ol style="list-style-type: none"> Realizar cotizaciones. Instalación Capacitación 	Asignación responsable de granja	15 semanas (sujeto a modificaciones)	Reducir el consumo de agua, generado por la limpieza de los galpones.

7.7.7 Indicadores de seguimiento.

Para poder evaluar los cambios y beneficios generados por las alternativas de mejora planteados anteriormente, se expresan mecanismos de medición y gestión de resultados.

Uso eficiente del agua: Ser recomienda, medir en detalle el ahorro de agua en cada fase del proceso, lo cual permitiría detectar de manera más fácil, actividades críticas.

$$\Delta\% \frac{\text{Agua consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{\left(\frac{\text{m}^3}{\# \text{aves semana o mes actual}} \right) - \frac{\text{m}^3}{\# \text{aves semana o mes anterior}}}{\frac{\text{m}^3}{\# \text{aves semana o mes anterior}}}$$

Consumo eficiente de materia prima: Similarmente se recomienda medir el efecto de las acciones a implementar, en cada etapa del proceso.

$$\Delta\% \frac{\text{Unidad materia prima consumida}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{\left(\frac{\text{Unidad materia prima}}{\# \text{aves semana o mes actual}} \right) - \frac{\text{Unidad materia prima}}{\# \text{aves semana o mes anterior}}}{\frac{\text{Unidad materia prima}}{\# \text{aves semana o mes anterior}}}$$

Reutilización y reciclaje: Una de las medidas mayor importancia para la reducción de materias primas e insumos es el reciclaje y la reutilización, se presenta un indicador para medir la efectividad de dichas acciones.

$$\Delta\% \frac{\text{Unidad residuos vendidos o aprovechados}}{\text{Unidad de producción}} = \frac{\left(\frac{\text{Unidad residuos vendidos}}{\# \text{aves semana o mes actual}} \right) - \frac{\text{Unidad residuos vendidos}}{\# \text{aves semana o mes anterior}}}{\frac{\text{Unidad residuos vendidos o aprovechados}}{\# \text{aves semana o mes anterior}}}$$

VIII. CONCLUSIONES.

- ◆ En el proceso productivo de huevo de industria San Francisco, laboran 84 trabajadores en el área de granja, distribuidos entre recolectores, alimentadores y supervisores de sanitación. Se identificaron 11 galpones para la producción de huevo, distribuidos entre aves de producción y prepostura.
- ◆ En la etapa de postura se producen al menos 1, 123,050 huevos por semana.
- ◆ Entre las principales actividades del proceso de producción de huevo, se encuentran: la preparación de los galpones, alimentación, vacunación, recolección y empaque.
- ◆ Se consumen aproximadamente 25, 575.08 kg de alimento por día y se utilizan 3, 743 cajillas (30 huevos) de cartón.
- ◆ Se utilizan 55 m³ /día de agua en el área de granja
- ◆ La gallinaza representa al subproducto con mayor volumen en cuanto a cantidad generada (24,393 kg/día). Entre los residuos y desechos más importantes se encuentran: alimento (1, 320. 25 kg / día), mortalidad (19.91 aves /día) y huevo no conforme (89.92 unidades /día)
- ◆ Se plantearon cinco alternativas de mejora agrupadas en inversiones en equipos certificados en bajo consumo de agua, para la limpieza de las instalaciones y del personal, y desde la perspectiva de reutilización de desecho y emisiones, la creación de un programa de reciclaje externo y la higienización y procesamiento de conversión, de gallinaza a compostaje como fertilizante natural.
- ◆ Las alternativas de mejora propuestas, requieren de una inversión inicial promedio de US \$3000, siendo el procesamiento de compostaje el de menor plazo de recuperación, pero con mayor dificultad técnica.

IX. RECOMENDACIONES

- ◆ Es de mucha importancia, la adopción de la cultura de la medición, con lo cual se debe de llevar un registro exacto de consumo de materias primas y agua, con el fin de poseer estadísticas y comparar con estándares de eficiencia productiva.
- ◆ Priorizar las alternativas de mejora enfocadas a la prevención de la contaminación a inicio del proceso productivo.
- ◆ Establecer procedimientos para mantener los esquemas de producción más limpia.
- ◆ Incluir en la política ambiental de la empresa los principios de producción más limpia.
- ◆ Implementar las buenas prácticas operativas, que requieren de poca inversión económica.

X. BIBLIOGRAFÍA.

- Alimentación de gallinas* (s.f). Recuperado de <http://www.nitlapan.org.ni/index.php/alimentacion-de-gallinas/>
- Álvarez Hincapié, C. F. (2012). Sistemas de certificación ambiental para la extensión tecnológica, la competitividad y el desarrollo rural. *Producción más limpia*, 3(2). Recuperado de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/228/1/61-87.pdf>
- Angulo, C. (2015). *Sistema productivo avícola, caso de estudio: Granjeros Guaycura A.C.* (Trabajo de maestría). Instituto Tecnológico de la paz, La Paz, México
- Arrieta, J. G. (2012). Las 5s pilares de la fábrica visual. *Revista Universidad EAFIT*, 35(114). Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1073>
- Ávila, S., Corriere, S. (2013). *Propuestas de mejoras al sistema de producción de huevos, en una granja avícola, ubicada en el estado de Miranda.* (Trabajo de pregrado). Universidad Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, I, Baca, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., et al. (2013). *Introducción a la ingeniería industrial.* México: Grupo Editorial Patria.
- Benedith, K., López, L. (2011). *Propuesta para la aplicación de la metodología de producción más limpia dentro de la empresa Embutidos La Finquita S.A., ubicada en el km 10 carretera nueva a León, municipio de Ciudad Sandino, Departamento de Managua.* (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua.
- Benjumea, C., & Gómez, J. (2010). Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown en tres métodos de producción: piso, jaula y pastoreo. *Revista Ciencia Animal*, (3). Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/6184/1/T13.09%20C275e.pdf>
- Cardona Gallo, M. M. (2006). Minimización de Residuos: una política de gestión ambiental empresarial. Recuperado de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/226/1/pl_v1n2_46-57_Minimizaci%C3%B3n.pdf
- Centro de producción más limpia de Honduras (2009). *Guía de producción más limpia para la producción avícola.* Tegucigalpa: Autor.
- Centro de promoción de tecnologías sostenibles. (2005). *Guía técnica general de producción más limpia.* La Paz: Autor.
- Centro nacional de producción más limpia y tecnologías ambientales. (2007). *Aplicación de la metodología de producción más limpia.* Colombia: Autor.

- Corporación de investigación tecnológica de Chile (1998). *Guía técnica de producción más limpia*. Santiago: Autor.
- Díaz, C. R., y Escárcega, C. S. (2009). *Desarrollo sustentable: oportunidad para la vida*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Duarte, C., Guillen, M. (2013). *Propuesta de guía de producción más limpia en la granja BETHEL*. (Trabajo de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.
- Elias, C. X. (2012). *Clasificación y gestión de residuos*. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza, *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>
- GOBIERNO, D. N. (2001). Política Ambiental de Nicaragua.
- Hernández, M. (2013). *Plan estratégico para el aprovechamiento de compost residual para la empresa agrícola de ALTO S.A, haciendo énfasis en los aspectos ambientales* (Trabajo de pregrado). Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hoff, V., Monroy, N. y Saer, A. (2008) *Producción más limpia: paradigma para la gestión ambiental* México: Alfaomega Grupo Editor.
- Jóvenes ambientalistas (2012). *Compendio jurídico ambiental*. Managua: Autor.
- Las tarifas de agua potable y alcantarillado en América Latina* (s.f). Recuperado de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/398411468772501567/Las-tarifas-de-agua-potable-y-alcantarillado-en-America-Latina>
- Latorre Estrada, E. (2011). Gestión ambiental empresarial: Instrumento de competitividad y solidaridad. *Ingeniería y competitividad*, 1(2). Recuperado de http://historiayespacio.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2354
- León Márquez, R., Aubad, I., & Ceccon, M. (1997). Análisis de los aspectos ambientales de una organización. *Santafé de Bogotá: Centro Nacional de Producciones Más Limpia*. Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/leonmarquez.Pdf>
- Méndez, D. F. (2011). Los procesos industriales y el medio ambiente: un nuevo paradigma. Bogotá, CO: Universidad de Ibagué. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- Ministerio de administración pública (2014). *Guía para la elaboración de un plan de mejora institucional*. Santo Domingo: Autor.
- Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible. *Guía ambiental para el subsector avícola*. (2013). Colombia: Autor.

- Moreno, L., & Fernando, F. (2005). La empresa ambientalmente responsable. Una visión de futuro. *Economía*, 21. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1956/195617349003/>
- Niebel, B., y Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- North, M., Bell, D. (1998). *Manual de producción avícola*. México: Editorial El Manual moderno.
- Ortiz, A., Izquierdo, Henry., y Rodríguez Monroy, C. (2013). Gestión ambiental en PYMES industriales. *Interciencia*, 38(3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33926977006>
- Ponce, H. (2007). *La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones, Enseñanza e investigación en psicología*, 12(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>
- Prieto, M., Mouwen, J. M., López Puente, S., & Cerdeño Sánchez, A. (2008). Concepto de calidad en la industria agroalimentaria. *Interciencia*, 33(4). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933405>
- Producción más limpia: concepto y antecedentes* (s.f). Recuperado de <https://slidex.tips/download/produccion-mas-limpia-concepto-y-antecedentes>
- Restrepo Gallego, M. (2006). Producción más limpia en la industria alimentaria. *Producción más limpia*, 1(1). Recuperado de http://www.lasallista.edu.co/fxcu/media/pdf/RevistaLimpia/Vol1n1/PL_V1_N1_87_PL_INDUSTRIA_ALIMENTARIA.pdf
- Riesgos sanitarios de los contaminantes y residuos* (s.f). Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiX6-SRptzcAhVwCDQIHZ-WCLYQFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.analesranf.com%2Findex.php%2Fmono%2Farticle%2FviewFile%2F601%2F618&usq=AOvVaw04gyRuU9k4OUwcokZMbXPH>
- Rojas, J. L. R. (2009). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *Ciencia Administrativa*, (2). Recuperado de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/herramienta2009-2.pdf>
- Rojas, J. P. (2001). Siete Pasos para implementar la Producción más Limpia en su Organización. *Éxito empresarial*, (1). Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34116900/pasos_1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1533683607&Signature=i61hkvkUpH8J7RM7EAGOIprmvAA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSiete_Pasos_para_implementar_la_Producci.pdf
- Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

- Sipper, D., y Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Thompson, A. A., Peteraf, M. A., Gamble, J. A., y Strickland III, J. E. (2012). *Administración estratégica: Teoría y casos*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Varela-Rojas, I. (2007). Barreras que enfrentan las empresas en Costa Rica para adoptar prácticas de producción más limpia. *Revista Tecnología en Marcha*, 20(1). Recuperado de http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/93
- Villanueva, C. (2015). *Manual de producción y manejo de aves de patio*. Recuperado de <http://map.catie.ac.cr/web/wp-content/uploads/2015/08/Aves-de-Patioisbn.pdf>
- Política ambiental de la empresa* (s.f.). Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6958/9/C3%20-%20Pol%C3%ADtica%20Ambiental%20de%20la%20Empresa.doc>
- Alianza por el agua. (2010). *Guía técnica: compra pública responsable de productos para el uso eficiente del agua en Centroamérica*. Zaragoza: autor.

XI. ANEXOS.

Producción de gallinaza por un ave de 1.8 kg

Tarifa de agua para uso comercial.

Consumo promedio de alimento para aves de iniciación y desarrollo

Cotización de grifería ahorrativa de agua.

Esquema básico de un galpón para aves de postura

Cotizaciones

Lista de criterios para la evaluación de opciones.

Código de colores para separación de residuos.

Costos de producción de compost.

Producción de gallinaza fresca por un ave de 1.8 kg.

Tiempo	Por ave lb	Por 1000 aves	
		Peso	Volumen
Diario	0.25	250 Lb	4.9 pie ³
Semanal	1.75	0.88 ton	34.0 pie ³
Mensual	7.6	3.8 ton	5.5 yd ³
Anual	91.3	45.6 ton	66.0 yd ³

North, M., Bell, D. (1998). *Manual de producción avícola*. México: Editorial El Manual moderno

Tarifa de agua para uso comercial.

Cifras en US\$

	Residencial			No-Residencial
	Subsidiado	Domiciliario	Residencial	Institucional
Cargo fijo	0.07	0.27	0.55	0.55
Cargos variables				
0 – 20 m ³	0.13	0.23	0.38	0.43
21–50 m ³	0.16	0.38	0.38	0.43
> 51 m ³	0.16	0.67	0.85	0.93

Las tarifas de agua potable y alcantarillado en América Latina (s.f). Recuperado de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/398411468772501567/Las-tarifas-de-agua-potable-y-alcantarillado-en-America-Latina>

Consumo de alimento para aves de iniciación y desarrollo.

Consumo de alimento durante el periodo de inicio y desarrollo para gallinas ponedoras.

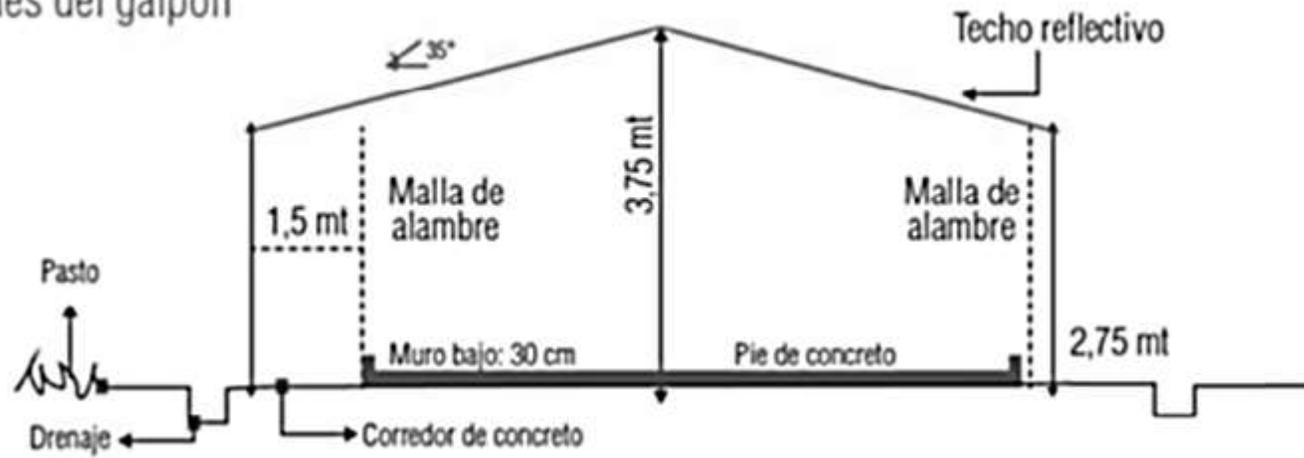
Edad / Semanas	Consumo/gramos/ave/día	Consumo acumulado/gramos
1	0.5 onzas	3.3 Onzas
2	0.6 onzas	0.5 libras
3	0.7 onzas	12 onzas
4	0.9 onzas	1.2 libras
5	1.3 onzas	1.8 libras
6	1.4 onzas	2.5 libras
7	1.5 onzas	3.2 libras
8	1.6 onzas	4 libras
9	1.7 onzas	4.8 libras
10	1.8 onzas	5.5 libras
11	1.8 onzas	6.5 libras
12	1.9 onzas	7 libras
13	2 onzas	8.2 libras
14	2 onzas	9.1 libras
15	2 onzas	10 libras
16	2.1 onzas	11 libras
17	2.2 onzas	12 libras
18	2.2 onzas	13.1 libras

***Una gallina consume un equivalente de 13 a 14 libras de alimento concentrado en las 18 semanas.**

Villanueva, C. (2015). *Manual de producción y manejo de aves de patio*. Recuperado de <http://map.catie.ac.cr/web/wp-content/uploads/2015/08/Aves-de-Patioisbn.pdf>

Estructura de un galpón

Dimensiones
ideales del galpón



Cotizaciones.

ALMACENES EZA, S.A.
 Plaza EZA, frente al Club Terraza, Via
 Fontana. Managua, Nicaragua.
 Arq. Yahosca Bermúdez
 Tel. (505) 2255-5555 EXT 106
 Cel: (505) 8921 4238

ITEM	MODELO	CANT.	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
1	WC OLIMPIA + ATR-1	1	WC OLIMPIA REDONDO TRAMPA EXPUESTA 3.8LPF + ASIENTO PARA WC REDONDO FRENTE ABIERTO CIERRE ESTÁNDAR CON ANTIBACTERIAL		\$192.00	\$192.00
2	H-200	1	DUCHA DE CHORRO FIJO OPTIMA INCLUYE BRAZO Y CHAPETON		\$39.00	\$39.00
3	E-926-DX	1	MONOMANDO EP-933 MAXIMA ALTO PARA LAVABO		\$380.00	\$380.00
Tasa de cambio Oficial BCN					SUB TOTAL	\$611.00
					IVA	\$91.65
					TOTAL	\$702.65

Imágenes adjuntas con fines ilustrativos
 *Oferta valida por 15 días



RUC: J0310000055530
 Web: www.germantec-cr.com
 E-Mail: recepcion@germantec-cr.com

Dirección: Del antiguo Hospital Militar dos
 cuadras al Lago
 Tel: 2268-7160 / -61 / -63

Cliente: **CARLOS BLANDINO**
 Contacto: ***
 Teléfono: 89820388
 E-Mail: niblanf@gmail.com

Dirección:
 MANAGUA
 NICARAGUA

PROFORMA DE REPARACION: 6203 Fecha: 21/03/2018

#	Código	Descripción del artículo	Cantidad	Precio	Total	Nota
1	A1-520-915	HIDROLAVADORA HD 4/9	1	USD 1,240.00	USD 1,240.00	
2	A1-517-106	BARREDORA KM 70/20	1	USD 1,200.00	USD 1,200.00	
3	A1-286-908	HIDROLAVADORA HD 3.5/30 ELECTRICA 220 V	1	USD 4,500.00	USD 4,500.00	

Diagnóstico:

Impuesto: USD 1,041.00
Total USD 7,981.00

Lista de criterios para la evaluación de opciones.

¿Cuáles son los beneficios ambientales de la opción?

- ✦ ¿Cuál es la reducción esperada en el consumo de agua?
- ✦ ¿Cuál es la reducción esperada en el consumo de materia prima?
- ✦ ¿Cuál es la reducción esperada en las emisiones?
- ✦ ¿Cuál es la reducción esperada en los efluentes?
- ✦ ¿Cuál es la reducción esperada en los residuos?

¿Cuáles son los beneficios financieros de la opción?

- ✦ ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el consumo de agua?
- ✦ ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el consumo de materias primas y materiales auxiliares?
- ✦ ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el costo de tratamiento de emisiones, residuos y efluentes?

¿Qué tan complicada es la opción desde el punto de vista técnico?

- ✦ ¿Qué tan común es la tecnología en general / en el país / en la empresa?
- ✦ ¿Qué tan complicada es la operación / el mantenimiento / el servicio?
- ✦ ¿La tecnología es apropiada para las condiciones locales?
- ✦ ¿Los repuestos están disponibles rápidamente en tiempo y distancia?
- ✦ ¿Hay asistencia disponible en el idioma local?
- ✦ ¿Qué capacitación necesitan los operarios?

¿Qué tan fácil se puede implementar la opción?

- ✦ ¿Hay resistencia interna en la empresa frente a este tipo de tecnología (factores tradicionales, culturales o sociales)?
- ✦ ¿Los empleados de la empresa están en capacidad de implementar por sí mismos la opción?
- ✦ ¿Qué niveles jerárquicos en la empresa son necesarios para la implementación (operarios, técnicos, ingenieros, gerentes)?
- ✦ ¿La tecnología recomendada está disponible en la ciudad / en el país / en el exterior?
- ✦ ¿Hay restricciones internas para la compra de la tecnología (regulaciones de importación / exportación)?

¿Qué tan altos son los costos de la opción propuesta?

- ✦ ¿Cuál es el costo de la inversión en equipos?
- ✦ ¿Cuál es el tiempo de amortización de la inversión?
- ✦ ¿Cuál es el costo de la implementación?
- ✦ ¿Cuál es el costo de la capacitación de los empleados?

Código de colores para separación de residuos.

CODIGO DE COLORES NTC24 de 2009

ORDINARIOS



Servilletas
Empaque de comestibles
Residuos de barrido
Icopor
Envases Tetrapak
Papel químico (carbón)

ORGANICOS CREMA



Residuos de alimentos como
cascaras de huevo,
frutas, vegetales.

PLASTICOS



Bolsas plásticas, vasos
desechables, PET y
contenedores plásticos
limpios.

PAPEL Y CARTÓN



Papel de archivo,
periódico,
plegadiza, cartón
liso y corrugado,
todos limpios y
secos

VIDRIO BLANCO



Botellas, garrafas y
contenedores de vidrio
limpios.

CODIGO DE COLORES NTC24 de 2009

ROJO



Frascos de vacunas, herbicidas, fungicidas,
raticidas desactivados previamente. Instrumentos
en contacto con materia orgánica, sangre o fluido
corporal de las aves (jeringas)

Agujas, Cuchillas

Costos de producción de compost.

Las buenas prácticas operativas, no requieren de una inversión económica significativa y son fácil aplicación, la adaptación a una grifería de consumo mínimo de agua y la utilización de hidralavadoras, representan inversión moderada, sin embargo su implementación desde punto de vista técnico no es complejo.

Para la producción de compost a base de gallinaza fresca, se propone la construcción de 3 espacios de procesamiento.

Insumos.	Precio (US\$).
50 bolsas cemento.	441.37
Arena.	186.93
Triturado	214.63
Malla electro soldada	155.78
Tubo Galvanizado ½ pulgada	187
20 kg de alambre negro	19.14
1 rollo de fibra negra de 800 metros de ¼ grueso	1 092.27
13 tubos de media de 6 metros galvanizado	67.52
32 varillas pare el cimientto de 3/8 de corrugado	70.85
22 varillas de ¼ de corrugado	21.52
Plástico	66.48
Mano de obra	1 000.92
Total	3 524.41

Nota. Fuente: adaptado de Hernández, M. *Plan estratégico para el aprovechamiento de compost residual para la empresa agrícola de ALTO S.A, haciendo énfasis en los aspectos ambientales.* (2013)

	Precio (US\$)
Costos Fijos	
Servicios Luz y Agua	34.63
Análisis Laboratorio	207.68
Costos variables	
Mano de obra directa (2 obreros)	675.40
Bolsas (empaques)	284.32
Total	1 202.03

Nota. Fuente: adaptado de Hernández, M. *Plan estratégico para el aprovechamiento de compost residual para la empresa agrícola de ALTO S.A, haciendo énfasis en los aspectos ambientales.* (2013)

Ingresos	US \$
Compost (US \$5 por bolsa de 45 libras)	1 705.70
Utilidad	503.67
Impuesto (30%)	151.10
Utilidad neta	352.57

Nota. Fuente: adaptado de Hernández, M. *Plan estratégico para el aprovechamiento de compost residual para la empresa agrícola de ALTO S.A, haciendo énfasis en los aspectos ambientales.* (2013)