

Área de Conocimiento de Agricultura

“INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA AVÍCOLA PARA FILETEADO Y EMPACADO AL VACÍO CON CADENA DE FRÍO”.

Proyecto de Graduación para optar al título de
Ingeniero Químico

Elaborado por:

Tutor:

Br. Fernanda de los
Ángeles Membreño
Rocha
Carnet: 2017-0458U

Br. Larry Jacksson
Rodríguez Valdivia
Carnet: 2017-1099U

Br. Giovanni Josué
Jarquín Acuña
Carnet: 2017-1013U

MSc. Verónica Elizabeth
Gaitán Muñoz

AGRADECIMIENTO

Larry Rodríguez

Agradezco profundamente a Dios por concederme el don de la vida y por bendecirme con sabiduría, perseverancia y fortaleza a lo largo de este camino. Gracias a su guía y apoyo constante fue posible culminar este trabajo de tesis, el cual representa no solo la finalización de un requisito académico, sino también el cierre de una etapa universitaria marcada por retos, sacrificios, aprendizajes y crecimiento personal. Me gustaría agradecer a cada uno de mis maestros los cuales han aportado un grano de arena en mi formación académica, especialmente a mi tutora **Msc. Verónica Elizabeth Gaitan Muñoz** quien en todo momento ha brindado su conocimiento y sabiduría para poder desarrollar el presente trabajo monográfico.

Fernanda Membreño.

Le doy muchas gracias a Dios por que me ha permitido culminar mis estudios con fortaleza y paciencia, a mi querida madre Cinthya quien ha dado todo y más por verme triunfar a mi y a mis hermanas, a mi padre César que siempre me apoya y nunca dejo de crearme capaz de lograr todo lo que me proponga, también no debo pasar por alto a mis tíos que todo este tiempo me han enseñado muchísimo: Patricia, Nelson, César y Luis quienes considero que siempre me han demostrado que cuando los necesite ahí estarán y para aquellos que no alcance a mencionar.. Agradezco por su paciencia conmigo, su calidez, confianza tanto a mi familia como amigos todos han influido de distintas maneras en mi persona y me han ayudado a conseguir mis objetivos.

Giovani Jarquín

Agradezco a Dios por todo lo bueno y lo malo, por concederme la vida, la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este trabajo de investigación. A mi familia por su confianza, amor, paciencia y palabras llenas de inspiración representaron un apoyo fundamental para alcanzar este logro asimismo a mis docentes por la orientación, a mis compañeros de tesis por el

acompañamiento académico y los conocimientos compartidos, los cuales fueron esenciales para la culminación satisfactoria de esta investigación.

DEDICATORIA

Larry Rodríguez

Dedico este trabajo de diploma especialmente a **Dios** por permitirme llegar hasta estas instancias a mis padres, **Perla Valdivia** y **Lino Rodríguez**, quienes con su arduo esfuerzo han dado todo para que pueda realizar mis metas. Una mención importante a **Rita Silva**, quien sin conocerme me abrió las puertas de su casa y me brindó un techo durante mi periodo universitario.

Fernanda Membreño.

Le dedico este proyecto a toda mi familia, porque gracias a su amor y apoyo incondicional en todos estos años han forjado todo lo que soy como persona, a mis amigos que sin duda alguna su confianza en mi siempre me dio fuerzas para seguir adelante incluso cuando ni yo misma me creía capaz, todos ustedes me han ayudado a llegar hasta aquí ya sea con un abrazo o palabras de aliento siempre me instaron a seguir adelante.

Giovani Jarquín

Dedico la presente tesis, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y constancia necesarias para culminar esta etapa. A mis padres, abuela y tías por su amor, por su apoyo, compañía y la crianza que me brindaron. A mi segunda familia, por su siempre comprensión y palabras de aliento que me impulsaron a seguir adelante cuando las dudas aparecieron en el camino, por creer en mí y por ser mi mayor fuente de inspiración. Este logro es también de ustedes, porque cada esfuerzo realizado ha sido posible gracias a su acompañamiento y confianza.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto aborda la caracterización de un proceso productivo de una planta de procesamiento avícola. Este busca fortalecer la industria local, generar empleo y promover la producción nacional, contribuyendo al crecimiento económico del país.

Para ello, se realizó un análisis detallado de la materia prima, considerando sus características físicas y condiciones de manejo, así como la elaboración de balances de materia que permitieron cuantificar entradas, salidas y rendimientos en cada etapa del proceso.

De manera complementaria, se evaluaron los aspectos e impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del proceso productivo, aplicando criterios técnicos y normativos vigentes. Esta evaluación permitió identificar los impactos ambientales más significativos y proponer medidas preventivas, mitigadoras y de control, enfocadas en la reducción de riesgos ambientales y en el cumplimiento de la normativa aplicable.

Adicional se analizó la rentabilidad del proyecto por medio de indicadores financieros lo que permitió identificar la viabilidad económica del mismo y analizar dos tipos de financiamientos bancarios para el desarrollo de la planta.

Como resultado, el trabajo aporta una visión integral del proceso productivo y de su interacción con el entorno, constituyéndose en una herramienta técnica para la toma de decisiones, la mejora continua y el desarrollo sostenible dentro de la industria alimentaria.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL.....	2
1.1. Procesamiento industrial del pollo a nivel nacional e internacional	2
1.2. Referentes académicos y proyectos previos.....	2
1.3. Marco jurídico, normativo e institucional	3
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo General	5
2.2. Objetivo Específico	5
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
4. FUNDAMENTOS TÉCNICOS	8
4.1. Avicultura	8
4.1.1 Aves de engorde	8
4.1.2 Razas de ave de engorde en Nicaragua	10
4.2. Proceso de fileteado, deshuesado y empacado	11
4.2.1 Espera en andén.....	12
4.2.2 Descarga y colgado	12
4.2.3 Insensibilización o aturdimiento	13
4.2.4 Degüello	14
4.2.5 Desangrado.....	14
4.2.6 Escaldado.....	15
4.2.7 Desplume.	16
4.2.8 Evisceración.....	16
4.2.9 Enfriamiento.....	18
4.2.10 Despresado y deshuesado.....	18
4.2.11 Empacado al vacío	19
4.3. Aspectos e Impactos Ambientales del Proyecto Avícola	20
4.4. Plan de Gestión Ambiental (PGA)	21
5. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	24
5.1. Procedimientos metodológicos.....	25
5.1.1 Programa de producción de la planta.....	25
5.1.2 Equipos	26
5.1.3 Materia Prima e Insumos.	26
5.2. Procedimientos metodológicos para la evaluación de los aspectos e impactos ambientales.	30

5.3. Procedimientos metodológicos para el análisis de la rentabilidad del proyecto.	30
6. RESULTADOS	42
7. Conclusiones	44
8. RECOMENDACIONES.....	45
9. REFERENCIAS	¡Error! Marcador no definido.
10. ANEXOS.....	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Comparación entre razas de ave de engorde	10
Tabla 2. Porcentaje promedio de las perdidas en el proceso del pollo	26
Tabla 3: Producción Total de la Planta	31
Tabla 4: Costos Operativos Fijos	32
Tabla 5: Costos Operativos Variables.....	33
Tabla 6: Ingreso Anual	34
Tabla 7: Costos Totales De Operación	34
Tabla 8: Utilidad Bruta Anual.....	34
Tabla 9: Inversión Fija	35
Tabla 10: Inversión Diferida	35
Tabla 11: Capital del Trabajo	36
Tabla 12: Inversión total	36
Tabla 13: Financiamiento al 70% Caso 1	36
Tabla 14: Financiamiento al 70% Caso 1.1	37
Tabla 15: Financiamiento al 70% Caso 1.2	38
Tabla 16: Financiamiento al 40% Caso 2	39
Tabla 17: Financiamiento al 40% Caso 2.1	39
Tabla 18: Financiamiento al 40% caso 2.2	41
Tabla 19: Ficha técnica "Sistema de Ganchos Aéreos"	51
Tabla 20: Ficha Técnica "Sistema de Insensibilización"	52
Tabla 21: Ficha Técnica "Mesa de sacrificio"	53
Tabla 22: Ficha técnica "Canal de desangre"	54
Tabla 23: Ficha Técnica "Escaldadora"	55
Tabla 24: Ficha técnica "Desplumadora"	56
Tabla 25: Ficha Técnica "Canal de Evisceración"	57
Tabla 26: Ficha técnica "Cuarto frío"	58
Tabla 27: Ficha técnica "Empacadora al vacío"	59
Tabla 28: Matriz de impactos ambientales.....	60

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Cortes de pollo de engorde	9
Ilustración 2 Flujograma de procesamiento de pollo	11

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Balance de materia "Degüello y Desangrado"	27
Ecuación 2: Balance de materia "Escaldado y Desplume"	27
Ecuación 3: Balance de materia "Evisceración "	27
Ecuación 4: Balance de materia "Enfriamiento"	28
Ecuación 5: Balance de materia "Deshuesado"	28
Ecuación 6: Balance de Materia y Energía	29
Ecuación 7: Balance de energía "Escaldado"	29
Ecuación 8: Balance de energía "Enfriamiento"	29

1. INTRODUCCIÓN

La carne se ha consumido como parte de la dieta humana durante miles de años. Es una fuente importante de proteína de alta calidad, vitamina B y minerales, ya sea carne de aves, res, cerdo, pescado o insectos. Entre los tipos de carne mencionados anteriormente la carne de aves de corral destaca por su relativo bajo costo (en comparación con otras carnes rojas) y su valor nutricional haciendo que su consumo fuera aumentado significativamente alrededor del mundo.

En el mercado nicaragüense la carne de pollo se ha consolidado como uno de los principales productos de consumo, la producción de este tipo de carne a nivel nacional ha crecido de tal manera que el sector avícola no solo satisface la demanda interna, sino que también ayuda a fortalecer la seguridad alimentaria del país, además de generar empleos con ayuda de las grandes empresas como Cargill o Monisa siendo las principales en la industria con procesos estandarizados. Ante esta situación se han desarrollado distintos programas gubernamentales que han impulsado a pequeños y medianos productores logrando así dinamizar la producción de carne de pollo.

Debido a este panorama, el siguiente trabajo tiene como objetivo principal diseñar una planta de procesamiento avícola para producir filetes y cortes empacados al vacío con estándares de inocuidad, para cumplir con dicho objetivo se describirá las etapas del procesamiento de la carne de pollo con un enfoque en buenas prácticas de manufactura e inocuidad.

ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL

1.1. Procesamiento industrial del pollo a nivel nacional e internacional

Según un reporte del Ministerio Agropecuario (DIGITAL, 2025) para el año 2025 se registraron 434.4 millones de libras de carne de pollo producidas en granjas tecnificadas y semitecnificadas a nivel nacional. Según el artículo del 19 digital (DIGITAL, 2025). El aumento en el consumo ha impulsado un crecimiento sostenido en la crianza de aves, tanto en sistemas industriales como no industriales, fortaleciendo el desarrollo económico a nivel local y nacional.

A nivel nacional las principales empresas en el sector avícola son MONISA (Pollo rico), Avícola la vida, Cargill de Nicaragua, La Granja de Mili, Avícola la Barranca, entre otras; Las cuales estas no solo abastecen el mercado local, sino que también se encuentran bien posicionadas para expandir el mercado nacional a nivel internacional colaborando en el crecimiento industrial del país.

1.2. Referentes académicos y proyectos previos

- *“Planta de procesamiento de pollo (*Gallus gallus domesticus*) para su distribución a granel y empacado al vacío” (Fonseca, Fernandez Fonseca , Jiménez Masis , & Ulloa Mora)* un estudio realizado en Costa Rica sobre el procedimiento a seguir para poder identificar las operaciones unitarias en el procesamiento del pollo desde la revisión bibliográfica, diagramas de flujo, selección de la maquinaria necesaria y así calcular la materia prima con sus respectivos balances de masa y agua necesarios, en donde el proceso comenzó desde la recepción del pollo muerto sin cabeza ni patas y el procesamiento completo de pollo por unidad fue de 1 h 44 min en total.
- En un estudio realizado en la Región autónoma Costa Caribe Sur (Úbeda Martínez, 2018) sobre el abastecimiento de carne de pollo en el municipio del Tortuguero en el cual se describe que los costos de comercialización

aumentan debido a la deficiente infraestructura de los caminos, se analizó la oportunidad de mercado en donde las empresas Tip-Top y Pipasa eran las que mantenían la demanda completamente abastecida lo que dificultaba emprender un negocio. El principal canal de distribución utilizado por las empresas avícolas es el corto, que les permite reducir costos e incrementar sus ganancias. Los márgenes de comercialización indican que la empresa avícola tiene una participación en la utilidad del 89.74% mientras que las pulperías tienen un margen bruto de mercadeo del 10.26% en relación con el precio pagado por el consumidor.

- De acuerdo con la tesis de "*Diseño de una planta de procesamiento de carne de pollo*" (Vera, 2009) en Ecuador se desarrolló una planta procesadora de carne de pollo para la producción de pollos enteros y bandejas de presas seleccionadas empacadas al vacío, con un estudio de factibilidad para determinar la demanda de la planta además de realizar un Layout detallado (S.L.P) para definir la distribución de dicha planta.

1.3. Marco jurídico, normativo e institucional

A) **Programa de Sanidad Avícola:** En Nicaragua hay un programa de sanidad avícola que está orientado a establecer las bases técnicas para la prevención, control y erradicación de enfermedades de interés económico y cuarentenarias, restrictivas al comercio en aves comerciales sean estas progenitoras, reproductoras, postura y engorde, aves de patio, combate y ornato. Siendo este programa sanitario y disposición regulatoria se basa en los lineamientos y directrices de la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) regulado mediante la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense De La Actividad Avícola NTON 11-029-17

B) **Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Pollo Beneficiado Listo Para Cocinar (Pollo Crudo) Entero, En Cortes, Y Sus Menudos NTON 03 023-12:** Preparada por el Comité Técnico de Alimento, Avícola. Esta norma tiene como principal objetivo el establecer los parámetros de

inocuidad, junto con las características y requisitos que debe cumplir el pollo listo para cocinar: entero, en cortes y sus menudos producidos en el país o importado, cuyo destino final sea el consumo humano. En esta norma se explica desde las denominaciones comerciales, requisitos y criterios, envasado, etiquetado hasta la manufactura, almacenamiento y transporte de este tipo de productos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Diseñar una planta de procesamiento avícola para producir filetes y cortes empacados al vacío con estándares de inocuidad nacional e internacional.

2.2. Objetivo Especifico

- Caracterizar el proceso de fileteado, deshuesado y empaque al vacío con cadena de frío mediante análisis de materia prima, balances y diseño básico de equipos, para establecer parámetros operativos.
- Evaluar los aspectos e impactos ambientales aplicando criterios técnicos y normativos, para definir medidas preventivas, mitigadoras y de control.
- Analizar la rentabilidad del proyecto mediante indicadores financieros y flujo de caja proyectado, para determinar su viabilidad económica y potencial de inversión.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación y operación de una planta agroindustrial de procesamiento avícola, orientada al fileteado, deshuesado y empacado al vacío de carne de pollo, garantizando la inocuidad, calidad y estabilidad del producto a lo largo de todo el proceso productivo y de comercialización. La iniciativa tiene como objetivo generar productos avícolas con valor agregado, elaborados bajo estándares sanitarios y de calidad, destinados a mercados nacionales y de exportación, contribuyendo de manera directa a la lucha contra la pobreza y al fortalecimiento del modelo de desarrollo productivo del país.

Desde el punto de vista de su tipología, el proyecto se enmarca como una iniciativa de industrialización primaria con valor agregado, alineada con los ejes estratégicos del Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio de Nicaragua, al promover la transformación de la producción primaria, el incremento de la productividad, la agregación de valor y la ampliación de mercados para el sector agropecuario. La planta permitirá mejorar la competitividad de la cadena avícola nacional, facilitando el acceso a canales de comercialización formales, institucionales y externos, con mayores exigencias de calidad y mejores precios para los productores.

El proyecto prioriza el abastecimiento de materia prima proveniente de pequeños y medianos productores avícolas, fortaleciendo los encadenamientos productivos locales y regionales. Esta articulación contribuye a la generación de empleo directo e indirecto, el aumento de ingresos familiares y la dinamización de las economías territoriales, aspectos fundamentales en la estrategia nacional de reducción de la pobreza y desarrollo humano sostenible.

El producto final comprende cortes avícolas procesados; filetes y piezas deshuesadas empacados al vacío, aptos para su distribución en programas de compras públicas, centros de atención social, mercados institucionales, así como para exportación. De esta manera, el proyecto contribuye al abastecimiento de

alimentos de calidad, accesibles y nutritivos para la población, fortaleciendo la seguridad alimentaria y nutricional del país.

La integración del proceso productivo, la aplicación de buenas prácticas de manufactura, sistemas de aseguramiento de la inocuidad, el manejo responsable de subproductos y el cumplimiento de normativas sanitarias nacionales e internacionales consolidan una propuesta de agro industrialización inclusiva, orientada a incrementar el valor agregado de la cadena avícola, reducir brechas productivas y aportar al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio de Nicaragua.

4. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

4.1. Avicultura

La actividad avícola se han distinguido dos conceptos: “Avicultura tradicional” e “Industria Avícola” (también denominada “Avicultura Industrial”). La avicultura tradicional engloba a los criadores de aves de raza (exposiciones rurales). Si bien persiguen lucro con sus actividades, éstas no presentan un plan de negocios de complejidad. Esta actividad ha quedado reducida a un círculo cada vez más estrecho, que en muchos casos reviste dimensiones de “hobby”, sin tener significación para la economía tradicional. La “Avicultura Industrial” se encuentra dividida en dos tipos producciones, según el producto final obtenido: carne de pollo y huevos para consumo, ambas, con características organizacionales distintas y con especialización de la genética utilizada en cada caso. (INTAE, 2021).

La avicultura de engorde en Nicaragua se caracteriza por un ciclo productivo relativamente corto, en el que los pollos alcanzan el peso adecuado para el sacrificio en aproximadamente 5 a 7 semanas. Este ciclo permite responder rápidamente a las necesidades del mercado y facilita la planificación productiva en productores tanto grandes, medianos y pequeños.

4.1.1 Aves de engorde

Anatómicamente, las aves en general se dividen en cabeza, cuello, tronco y extremidades, recubiertos por piel y plumas, con un esqueleto ligero pero resistente que sostiene la masa muscular. El sistema musculoesquelético del ave de engorde está altamente desarrollado en la región pectoral y femoral, lo que explica la selección de las razas para maximizar el rendimiento cárnico por lo que presenta una crianza adaptada para la producción de carne y su comercialización. Entre las principales partes anatómicas aprovechadas para el consumo humano se encuentran:

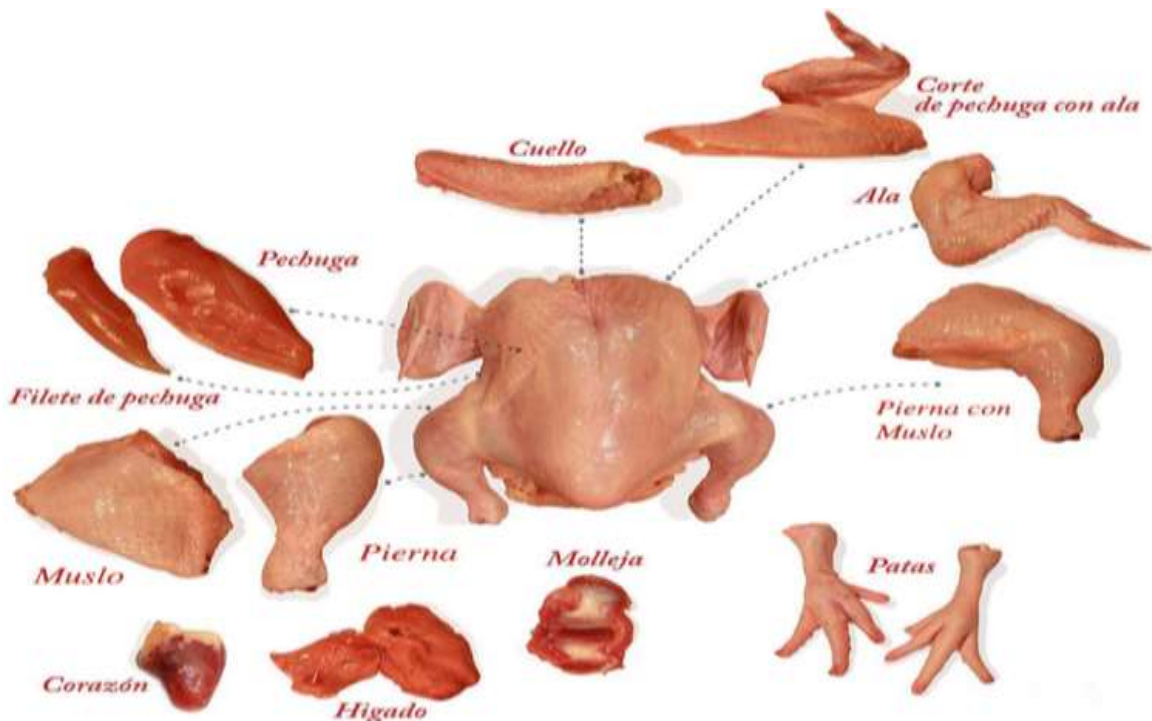
- Pechuga: conformada por los músculos pectorales, es la porción más magra y de mayor demanda en el mercado por su rendimiento. (La

musculatura pectoral constituye la porción de mayor volumen y valor comercial, debido a su alto contenido de proteína y bajo porcentaje de grasa).

- Muslos y piernas: corresponden a los músculos de las extremidades posteriores, presentan mayor jugosidad y contenido graso moderado, lo que les confiere buen sabor y aceptación en la dieta.
- Alas: incluyen músculos del húmero, radio y cúbito, y son ampliamente utilizadas en preparaciones comerciales y domésticas.
- Espinazo y costillar: aunque contienen menor cantidad de carne, se emplean en la elaboración de caldos y productos procesados.

Además de los cortes ya descritos, algunas vísceras como el hígado, la molleja y el corazón también son aprovechadas para consumo humano, formando parte de la dieta tradicional en diversos sectores de la población nicaragüense.

ILUSTRACIÓN 1 CORTES DE POLLO DE ENGORDE



Fuente: (INTA, 2019)

4.1.2 Razas de ave de engorde en Nicaragua

En Nicaragua, la producción de pollos de engorde se basa principalmente en el uso de líneas genéticas comerciales especializadas, desarrolladas mediante programas de rápido crecimiento, alta eficiencia en la conversión alimenticia y buen rendimiento en canal.

Entre las razas más utilizadas se encuentran:

- **Ross:** es una de las líneas más difundidas en Nicaragua por su rápido crecimiento y buen rendimiento de pechuga. Presenta buena adaptación a sistemas de producción intensivos y semitecnificadas, con un ciclo productivo corto.
- **Cobb:** se caracteriza por su alta eficiencia en la conversión del alimento en carne y por su uniformidad corporal. Es ampliamente empleada en granjas tecnificadas debido a su buen desempeño en climas cálidos y su elevada proporción de carne en la región pectoral (pecho).
- **Hubbard:** esta línea genética es valorada por su rusticidad y resistencia relativa a condiciones ambientales variables como las de nuestro país. Su uso es frecuente en sistemas de producción semitecnificadas, donde se requiere un ave con buen crecimiento y tolerancia al estrés térmico.
- **Arbor Acres:** es utilizada en menor proporción, pero destaca por su buena conformación corporal y su capacidad de alcanzar pesos comerciales adecuados en tiempos reducidos.

TABLA 1 COMPARACIÓN ENTRE RAZAS DE AVE DE ENGORDE

Raza	Peso promedio al finalizar (kg)	Adaptación al clima	Ventajas principales
Ross	2.2	Muy buena	Rápido crecimiento
Cobb	2	Excelente	Bajo consumo alimento
Arbor Acres	2.7	Regular	Gran tamaño y la buena calidad de su carne

Fuente: (Aguilar, 2025)

4.2. Proceso de fileteado, deshuesado y empacado

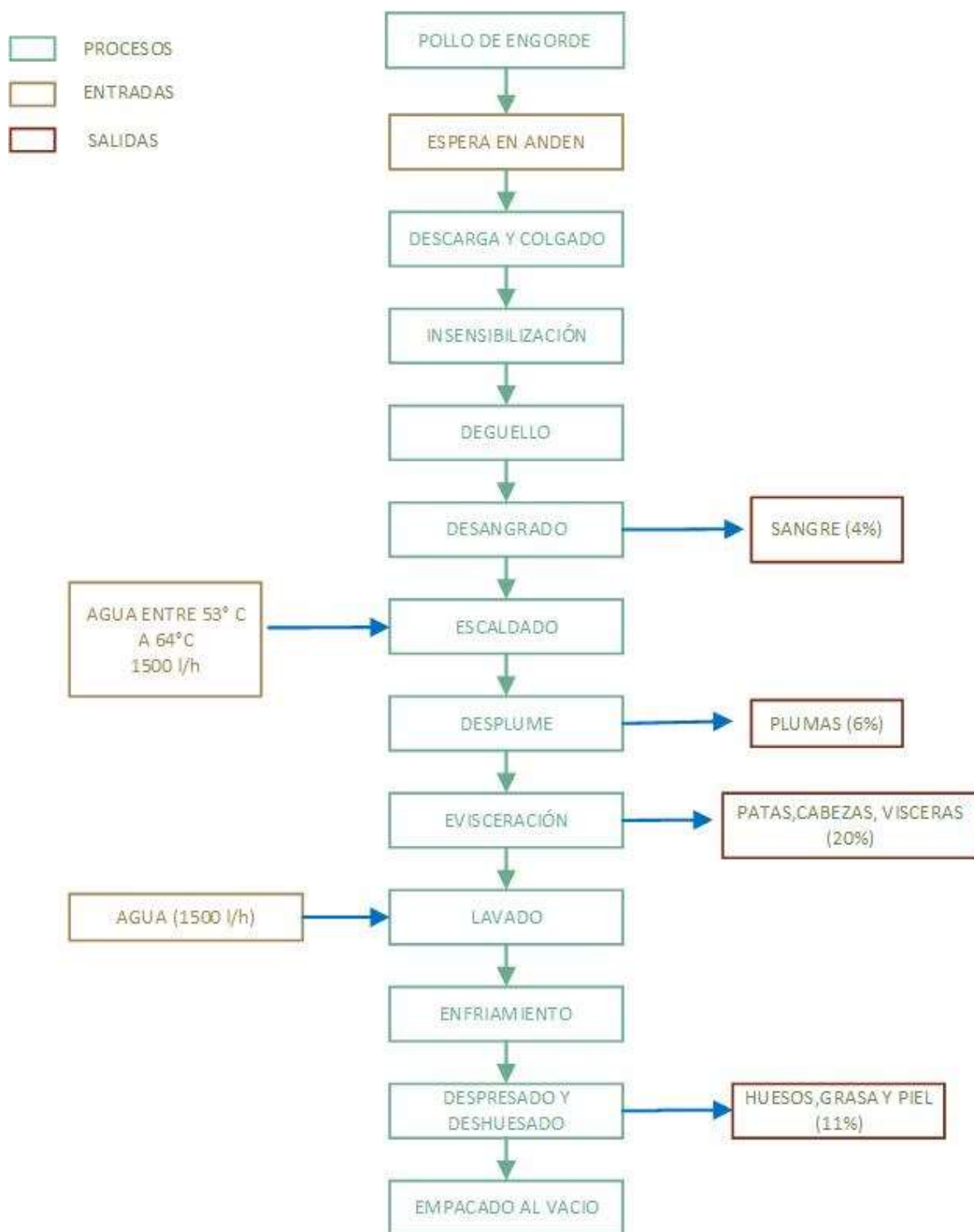


ILUSTRACIÓN 2 FLUJOGRAMA DE PROCESAMIENTO DE POLLO

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Espera en andén

Abarca el tiempo desde que las aves llegan la planta de procesamiento hasta la descarga del vehículo; es muy importante considerar las condiciones climáticas, por esta razón se sugiere que la espera en anden sea en salas cubiertas, ventiladas y en climas muy atenuantes con rociadores para alcanzar una temperatura ideal entre 17 y 18° C.

4.2.2 Descarga y colgado

Los pollos son descargados y liberados de su jaula hacia el área de colgado, se pueden utilizar bandas de transporte automáticas o puede ser de forma manual hasta ubicarlos en los ganchos de la cadena de procesamiento. Al considerar el material de los ganchos, lo más recomendable es que sean de polietileno de alta densidad debido a las siguientes ventajas:

- Es un material de peso ligero y extrafuerte
- Reduce ruido al interior de la planta procesadora
- Se evitan los repentinos doblajes que presenta el gancho metálico
- Su flexibilidad reduce la presentación de tarsos rotos en las canales
- Este gancho puede ser usado en la línea de evisceración y corte sin ningún inconveniente

El oscurecimiento del lugar donde se cuelgan las aves en los ganchos es un aspecto importante, ya que contribuye a mantenerlas tranquilas y reduce golpeteos innecesarios.

4.2.3 Insensibilización o aturdimiento

El objetivo de esta práctica es causar la inconsciencia de las aves antes del sacrificio; existen varios métodos disponibles:

- **Shock eléctrico:** Este es el método más aplicado consiste en un baño inicial con solución salina al 1% de cloruro de sodio con el fin de incrementar la conducción eléctrica del agua, de este modo al momento de recibir la descarga eléctrica del aturridor, esta fluirá a través del ave hasta el gancho (en donde está la tierra). Un factor importante es el uso de un voltaje adecuado que produzca entre 60 a 90 segundos de inconsciencia, para ello existen controles con variadores de frecuencia que minimizan los decomisos parciales por las lesiones sobre la canal, especialmente de alas, pechugas y muslos, por rotura de huesos y red cardiovascular. Para este método los voltajes recomendados para pollo están entre 10 - 20 mA por 10 a 12 segundos y en pavos de 20 a 40 mA; a diferencia de ello en Europa utilizan 90 mA en pollo broiler y 100 mA en pavos.
- **Cámara de gases:** La insensibilización antes del colgado es la ventaja más significativa, pero su costo y su beneficio económico frente al anterior método lo hace factible para su aplicación en la industria avícola. La ejecución de esta técnica implica la construcción de la cámara de gases y el uso de gases, muy costosos algunos de ellos, como el dióxido de carbono, argón y nitrógeno o puede ser una mezcla de ellos.

El primer método, aparte de ser económicamente factible, tiene como ventaja al estímulo eléctrico que mejora la eficiencia del sangrado del ave sacrificada, en el sentido que rompe el complejo miosina- actina dando como resultado una carne más blanda y de esta forma interviene en el proceso de maduración de la carne, que no es más que el tiempo que tarda una canal para alcanzar su rigor mortis o muerte muscular. El tiempo de maduración normal de la carne de pollo es de 4 horas, mientras que pavos alcanza las 12 horas.

El tiempo transcurrido entre la salida del aturridor y la operación de sacrificio de las aves debe estar entre los 10 a 12 segundos, para que el corazón normalice su ritmo y el desangrado se lleve a cabo adecuadamente.

4.2.4 Degüello

Existen varias formas para el degüello de aves de carnes se pueden indicar las siguientes:

- **Punzamiento:** se rompe con un punzón la arteria carótida común y la vena yugular.
- **Degüello interno:** se corta la vena yugular y la arteria carótida en la cavidad bucal con una navaja en forma de gancho.
- **Degüello externo:** puede ser manual o automático, consiste en el corte al lado del cuello, bajo los pabellones auriculares.

Este proceso merece especial cuidado para no cortar tráquea o el nervio cervical. Si esto ocurre, las aves morirán por asfixia al no poder respirar normalmente durante el desangrado y además las señales nerviosas emitida por el cerebro se interrumpe y esto afecta la calidad en la carne.

4.2.5 Desangrado.

Esta fase es la que finalmente causa la muerte del ave y dura aproximadamente 2 a 3 minutos, pero no debe superar los 3,5 minutos y con una pérdida de 30 a 50% del total de la sangre, aunque comercialmente la meta es desangrarlas aproximadamente un 45%. Por esta razón, este aspecto debe monitorearse, ya que en grandes procesos por ejemplo al procesar 50,000 aves diarias un desfase de tan solo un gramo representa 50 kilos, es decir que en un mes serán 1,000 kilos y 12,000 kilos en un año. En contraste, mientras menor sea el contenido de sangre mejor será la calidad de la canal. Como información adicional el contenido de sangre de un pollo entre 42 y 50 días equivale a 5% y 7% del peso vivo.

Al sobrepasar estos 3,5 minutos de desangrado se provoca el inicio del rigor mortis, que tiene sus efectos negativos durante el desplumado debido a la rigidez cadavérica, reflejada en el endurecimiento de los folículos.

Una condición que deben cumplir las aves antes de ingresar al escaldado es que deben estar completamente muertas, de no darse esta situación hará que estas canales salgan enrojecidas luego del desplume; esto se debe a que las aves vivas aumentan su irrigación superficial como una reacción fisiológica al incremento del calor corporal.

4.2.6 Escaldado.

Son dos los métodos utilizados para el escaldado, por inmersión en agua caliente, el más difundido y por aire caliente y húmedo, el más reciente, pero de limitada aplicación en la industria avícola. Consiste en hacer pasar las canales desangradas por un tanque o tinaco con agua caliente por un determinado tiempo; la relación tiempo - temperatura es la clave del proceso. Es necesaria la agitación del agua caliente para mantener una temperatura homogénea y transferir el calor suficiente a los folículos con el fin de humedecer completamente el plumaje, desnaturalizar a la proteína estructural que mantiene la pluma en su lugar y facilitar la remoción mecánica de las plumas durante el desplumado.

Fundamentalmente, se puede mencionar que existen dos métodos de escaldado:

- ❖ **Escaldado suave:** a una temperatura de 53.35° C durante 120 segundos, la ventaja de esta técnica es que no ocasiona daños sobre la capa superficial o cutícula y garantiza el mantenimiento de la pigmentación de la piel.
- ❖ **Escaldado fuerte:** la temperatura oscila entre los 62 a 64° C durante 45 segundos, su ventaja es que la remoción de la pluma es más fácil, pero se pierde la cutícula de la piel.

El escaldado en general presenta importantes limitaciones operativas que impiden la homogeneidad de temperatura del agua en el interior del tanque y la dificultad de subir o bajar rápidamente la temperatura cuando sea necesario. Estas limitaciones pueden afectar negativamente la calidad del escaldado y comprometer el desplumado, la calidad de canal y del corte de pechuga.

En conclusión, durante este proceso se deben observar conjuntamente cinco aspectos: pigmentación final de la canal (amarillo natural con epidermis o blanco sin epidermis), temperatura del agua, tiempo de escaldado, grado de agitación del agua e inmersión total durante el recorrido a través de la escaldadora.

4.2.7 Desplume.

El desplumado, o simplemente "pelado", tiene la finalidad de remover las plumas de las canales y no deben provocar desgarramiento de la piel, ni dislocación de huesos ni rotura de la piel en la articulación húmero - cubito radial. Se realiza por medio del roce de dedos de goma sobre las plumas mientras las canales escaldadas recorren a través de la desplumadora. Estos dedos están montados sobre platos, que instalados en tres grupos y formando barras horizontales, giran en sentidos alternados. Dos de estos grupos son para plumas grandes y el tercero como un desplume de retoque que se complementa con un flameado posterior que desintegra las "filoplumas" o vellosidades que restan en las canales.

Los problemas asociados al desplumado son, generalmente, roturas de alas, patas y piel, desplazamiento de muslo, pérdida de cabezas y puntas de alas rotas. Acorde a las exigencias de los consumidores los errores del procesamiento pueden convertirse en importantes causas de decomiso parcial o de desclasificación total de la canal en el momento del empaque. Por esta razón, es necesario ajustar las etapas que componen el proceso para reducir los daños a las canales y garantizar resultados productivos.

4.2.8 Evisceración.

El desprendimiento de la cabeza se requiere cuando las aves tuvieron un degüello externo, debe ser realizada antes de la evisceración, teniendo la precaución de que su efectividad sea del 100%, para no crear futuros problemas de cuellos de botella durante el eviscerado.

El corte de patas debe ser un centímetro por debajo de la articulación del corvejón (entre la pata y el muslo) para que la piel no se retraiga, dependerá en gran medida, de un colgado adecuado de las aves vivas, ya que, si las patas no están niveladas, cuando llegue al disco de corte, se corre el riesgo de producir pérdidas

de rendimiento, de la misma forma este desnivel afecta en un grado menor el desprendimiento de las cabezas.

En muchas plantas de beneficio se obvia el lavado previo a evisceración, pero tiene una gran incidencia sobre la calidad sanitaria, vida de anaquel y en la comodidad de quienes manipulan los pollos durante la evisceración, este último debido a que la temperatura corporal está incrementada más de lo normal.

Además, el lavado antes de la evisceración ayuda a remover parte de las bacterias, como Salmonella, que se encuentran adheridas a la piel de los pollos; si se emplea agua fría es mejor porque ayuda disminuir la temperatura corporal y por ende atrasa en el crecimiento bacteriano, que en este punto del proceso es extremadamente acelerado considerando la multiplicación logarítmica de las bacterias.

Según el sistema del equipo de procesamiento la evisceración puede ser manual, semiautomática (parte de las vísceras) y automática (todas las vísceras). En el caso de la evisceración semiautomática el retiro del buche y la tráquea son manuales, esto incrementa el esfuerzo que debe realizar el personal de la línea de evisceración debido a la mayor adherencia de estos órganos a la pared abdominal e incluso en algunas ocasiones es necesario colocar personal adicional en el área de clasificación y empaque de las menudencias. Esta situación incrementará los gastos operacionales y afectará el rendimiento de la planta.

Una consideración para el equipo de evisceración es la uniformidad de la parvada debido a que el sistema requiere de un ajuste de altura para un proceso eficiente y de esta forma no exista contaminación con materia fecal.

Existen otros aditamentos adicionales que pueden ser instalados en un sistema de evisceración:

- ❖ Sistema de evisceración total.
- ❖ Tecnología visual computarizada que cuenta con un que hace una lectura completa de todas las canales para detección de anomalías.
- ❖ Lavado "Inside Outside Bird" (por dentro y fuera del ave).

- ❖ Adición de agentes antimicrobianos.

Como punto adicional, es importante considerar la disponibilidad de agua para todo este proceso, razón por la cual las nuevas plantas de procesamiento se han visto obligadas a establecer estándares de utilización de agua; desde 7 litros de agua por Kg. de pollo procesado e incluso se han registrado otras más eficientes que tienen una media de 12 litros de agua por pollo faenado (2,8 Kg).

4.2.9 Enfriamiento.

Esta fase se encuentra regida por los mismos principios del escaldado, donde la diferencia es la temperatura del agua. El enfriamiento se realiza en dos etapas: 1) Preenfriamiento, consiste en el lavado de las canales e hidratación promedio en un 60% y 2) enfriamiento final con una disminución rápida de la temperatura corporal y finalización de la etapa de absorción de agua.

En el preenfriamiento se deben utilizar temperaturas de agua alrededor de 26° C en adelante, con el fin de favorecer una mayor ganancia de peso, debido a que los poros de la piel se mantienen abiertos y en ellos almacena el 25% de la hidratación final, por lo tanto, la temperatura del agua empleada determinará la hidratación final obtenida.

Durante el enfriamiento final, el agua debe estar en promedio próxima a 0° C, para que cumplido un tiempo de permanencia de unos 45 a 60 minutos, las canales salgan del chiller (enfriador) con una temperatura corporal, medida en la parte superior de la pechuga, de 2° C y un mayor volumen de carne.

4.2.10 Despresado y deshuesado

La meta del despresado y fileteado es dejar la estructura ósea lo más limpia posible, de no ser así es posible que la carne de pechuga se comercialice a precio de alas o precio de hueso de pollos. Por ejemplo, suponiendo un desfase de producto de 10 gramos (el promedio real es de 20 a 60 gramos), con una producción diaria de 20.000 pollos despresados o deshuesados representa una pérdida de 200 kilos diarios y 48 TM anuales de carne vendida a precios equivocados.

4.2.11 Empacado al vacío

El empacado al vacío es un método de conservación de alimentos basado en la extracción del aire del interior del envase para reducir la oxidación, el crecimiento de bacterias y la descomposición de los productos alimenticios. Esta técnica permite optimizar la conservación, el almacenamiento y el transporte de los productos.

Este proceso consiste en eliminar el aire del envase antes de sellarlo herméticamente, creando un ambiente anaeróbico que contribuye a preservar las características originales del producto durante períodos más largos. Para ello, se emplean máquinas especializadas que utilizan bombas de vacío de alta capacidad, capaces de reducir la presión atmosférica hasta niveles mínimos, logrando una extracción de aire aproximada entre el 99.5 % y el 99.9 %. Este método no solo prolonga la vida útil de los productos, sino que también mejora la eficiencia operativa de las empresas. El empacado al vacío constituye una técnica esencial para la industria moderna, ya que combina higiene, protección, estabilidad mecánica y prolongación de la vida útil del producto. Además, es adaptable a distintos formatos de presentación, lo que resulta altamente recomendable para las industrias que buscan mejorar la eficiencia productiva y garantizar la seguridad alimentaria. Para llevar a cabo este proceso, es fundamental preparar adecuadamente el producto, seleccionar el material de empaque apropiado, colocar los productos en la máquina de vacío, asegurar un proceso uniforme y eficiente.

El proceso de empacado al vacío consta de tres etapas principales:

- ❖ Extracción del aire: Consiste en retirar el oxígeno del interior del envase, eliminando el ambiente propicio para el desarrollo de microorganismos y reduciendo la oxidación del producto.
- ❖ Sellado hermético: Una vez eliminado el aire, el envase es sellado térmicamente, creando una barrera protectora que impide la entrada de oxígeno, humedad y contaminantes externos.

- ❖ **Conservación del producto:** El producto sellado se mantiene en condiciones óptimas, conservando sus propiedades físicas, químicas y sensoriales por un período prolongado.

La aplicación del empaque al vacío en productos cárnicos se justifica por su capacidad para retardar los principales mecanismos de deterioro, tales como la proliferación microbiana y la oxidación de los lípidos. La ausencia de oxígeno en el interior del envase reduce la actividad de microorganismos aerobios responsables de alteraciones sensoriales y microbiológicas.

En la carne de pollo, este tipo de empaque resulta particularmente relevante debido a su elevado contenido de agua y a su pH, condiciones que favorecen el desarrollo bacteriano. El uso del empaque al vacío contribuye a preservar el color, el olor y la textura del producto, manteniendo su calidad durante un mayor período de tiempo en comparación con los sistemas de empaque convencionales.

4.3. Aspectos e Impactos Ambientales del Proyecto Avícola

El procesamiento de carne avícola es una actividad de importancia económica que genera impactos ambientales significativos, por lo que en Nicaragua está regulada por la **Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**, la cual establece la obligación de prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos sobre el ambiente.

A partir del análisis del proceso productivo, se identificaron los principales aspectos ambientales, mediante una matriz ambiental (**Anexo 10**): consumo de agua y energía, generación de aguas residuales, residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, emisión de olores y generación de ruido. Estos aspectos derivan en impactos que, según su severidad y probabilidad, fueron clasificados en niveles alto, medio y bajo.

El impacto más crítico corresponde a la **contaminación del recurso hídrico**, debido a la descarga de aguas residuales con alta carga orgánica, grasas y restos biológicos, siendo clasificado como **alto**. Conforme a la Ley 217, este impacto

requiere medidas obligatorias de tratamiento previo al vertido para proteger la calidad del agua.

En segundo lugar, destaca el impacto sobre el **suelo**, principalmente por la disposición inadecuada de residuos orgánicos (plumas, vísceras), lo cual puede generar contaminación, vectores y malos olores. Este impacto también se considera **alto**, mientras que los residuos inorgánicos presentan un impacto **medio**, al ser manejables mediante reciclaje.

En cuanto a la **calidad del aire**, la emisión de olores es un impacto **alto**, especialmente en zonas cercanas a poblaciones, mientras que el ruido generado por maquinaria y transporte se clasifica como **medio**.

El consumo de agua y energía representa un impacto **medio** sobre los recursos naturales, asociado al uso intensivo de estos, lo que obliga a implementar medidas de eficiencia según los principios de sostenibilidad establecidos en la normativa ambiental.

En síntesis, los impactos más significativos del proyecto son:

- Generación de aguas residuales
- Producción de residuos orgánicos
- Emisión de olores

Estos requieren atención prioritaria bajo los principios de **prevención, control y responsabilidad ambiental** establecidos en la Ley 217.

4.4. Plan de Gestión Ambiental (PGA)

El Plan de Gestión Ambiental se elabora con base en los impactos identificados y evaluados, estableciendo medidas orientadas a prevenir, mitigar y controlar los efectos negativos del proyecto sobre el medio ambiente.

El PGA tiene como objetivo lo siguiente:

1. Garantizar la gestión ambiental adecuada del proyecto de procesamiento de carne avícola, minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente y asegurando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente.
2. Prevenir la contaminación de los recursos hídricos, el suelo y del aire.
3. Reducir la generación de residuos sólidos y líquidos.
4. Promover el uso eficiente de los recursos naturales.
5. Establecer mecanismos de control y seguimiento ambiental.

Medidas Preventivas

Las medidas preventivas se orientan a evitar la generación de impactos ambientales negativos antes de que estos ocurran. Entre las principales medidas propuestas se incluyen:

- Capacitación continua del personal en buenas prácticas ambientales y sanitarias.
- Diseño e implementación de un sistema eficiente para el uso racional del agua.
- Selección de productos de limpieza biodegradables y autorizados.
- Separación de residuos sólidos desde la fuente de generación.
- Implementación de programas de mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria.

Medidas Mitigadoras

Las medidas mitigadoras tienen como finalidad reducir la magnitud de los impactos ambientales generados durante la operación del proyecto:

- Instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que reduzca la carga orgánica antes de su vertido, cumpliendo los requerimientos del ANA (Autoridad Nacional del Agua) y ENACAL.
- Implementación de compostaje o biodigestión para el aprovechamiento de residuos orgánicos.
- Uso de sistemas de ventilación y biofiltros para el control de olores.

- Aplicación de barreras acústicas para reducir el impacto del ruido.

Medidas de Control y Seguimiento Ambiental

El control y seguimiento ambiental es fundamental para verificar la efectividad de las medidas implementadas. Para ello, se establecen las siguientes acciones:

- Monitoreo periódico de la calidad de las aguas residuales.
- Registro y control del consumo de agua y energía eléctrica.
- Inspecciones ambientales internas.
- Elaboración de informes ambientales dirigidos a MARENA.

5. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

La estructura metodológica que rige este proyecto de graduación se ha diseñado en correspondencia con los objetivos específicos planteados, adoptando una naturaleza documental, descriptiva y proyectiva. Al tratarse de un estudio formulado a nivel de prefactibilidad, el enfoque se centra en la reducción de la incertidumbre técnica y económica mediante el análisis riguroso de variables existentes en el sector industrial.

Dado que el alcance del estudio no contempla la ejecución de pruebas de campo, ensayos de laboratorio o mediciones instrumentales directas, el proceso se sustenta en una triangulación de información secundaria. Esta estrategia permite reconstruir la realidad operativa de una planta procesadora avícola mediante: Sistematización de literatura científica y Técnica el cual se realiza una revisión exhaustiva de manuales de ingeniería, procesos de transformación avícola; Análisis normativo y regulatorio se ajusta estrictamente a los marcos legales nacionales y a los estándares internacionales de exportación (HACCP, ISO 22000, y regulaciones de mercados destino), garantizando que el diseño de la planta sea legalmente viable mediante modelación Conceptual de Componentes en donde se proyectan los parámetros de rendimiento, consumos energéticos y requerimientos de insumos utilizando coeficientes técnicos validados en la industria avícola contemporánea.

El enfoque metodológico se alinea con los estándares de la ingeniería de proyectos, donde el análisis documental no es meramente descriptivo, sino analítico. Esto permite: Reconstrucción de procesos productivos mediante diagramas de flujo y balances de materia y energía que simulan la operación real de fileteado y deshuesado; Estimación de capacidades por medio de determinación teórica de la capacidad instalada y utilizada basada en tecnologías de empaque al vacío y túneles de congelación referenciados; Evaluación de Impactos aplicando de matrices de importancia y métodos de

valoración indirecta para proyectar la huella ambiental y social de la planta sin necesidad de monitoreos in situ.

Adicionalmente esta metodología describe las herramientas financieras (VPN, TIR, Punto de Equilibrio) y las estrategias de recolección de costos para determinar la viabilidad del proyecto, proyectando escenarios de rentabilidad bajo condiciones de mercado reales.

Esta estructura garantiza claridad, coherencia interna y trazabilidad metodológica en la ejecución del estudio, asegurando que cada resultado responda fielmente al objetivo para el cual fue desarrollado.

5.1. Procedimientos metodológicos

La caracterización del proceso de fileteado, deshuesado y empaque al vacío se desarrolló bajo un enfoque técnico–cuantitativo, basado en principios de ingeniería de procesos, balances de materia y energía, análisis de operaciones unitarias y criterios de diseño preliminar de equipos. Tuvo como finalidad establecer parámetros operativos que garanticen eficiencia productiva, rendimiento cárnico, inocuidad y mantenimiento de la cadena de frío.

5.1.1 Programa de producción de la planta

Anteriormente se había explicado cada una de las fases del proceso productivo de carne de pollo, pero ahora se plantea el horario de trabajo de la planta y calendario de la misma. Con horarios laborales de 07:00 am a 05:00 pm es decir 8 horas laborales al día, con 1 hora destinada a la limpieza de equipos y las distintas áreas de trabajo. Se toman en cuenta los feriados nacionales y los 52 domingos que normalmente trae 1 año.

5.1.2 Equipos

Para la selección de equipos se tomó en cuenta el nivel de dificultad al momento de desmontarlo y el acceso para realizar mantenimiento, aparte de cumplir con el principal objetivo, que es el de facilitar el trabajo del personal y reducir tiempo, que los materiales de los que están hechos sean resistentes además que no transfieran olores, ni sabores al pollo.

5.1.3 Materia Prima e Insumos.

Balance de materia

Se tomará una base de cálculo de 1000 pollos/hora; Peso promedio por ave; 2.5kg; Operación en estado estacionario

TABLA 2. PORCENTAJE PROMEDIO DE LAS PERDIDAS EN EL PROCESO DEL POLLO

PARTE	PORCENTAJE
Canal aprovechable	58%
Sangre	4%
Cabeza y patas	8%
Vísceras	12%
Perdida por humedad	1%
Plumas	6%
Merma(huesos, grasa y piel)	11%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia

El balance se toma a partir de la etapa de la insensibilización:

$$M_{\text{entrada total}} = 1000kg * 2.5kg = 2500kg$$

Deгүйello y desangrado:

$$m_{\text{sangre}} = 2500kg * 0.04 = 100kg$$

ECUACIÓN 1: BALANCE DE MATERIA "DEGÜELLO Y DESANGRADO"

$$m_{deg/des} = M_{entrada\ total} - m_{sangre}$$

$$m_{deg/des} = 2500kg - 100kg = 2400kg$$

Escaldado y desplume:

$$m_{plumas} = 2500kg * 0.06 = 150kg$$

ECUACIÓN 2: BALANCE DE MATERIA "ESCALDADO Y DESPLUME"

$$m_{Esc/Desp} = m_{deg/des} - m_{plumas}$$

$$m_{deh/des} = 2400kg - 150kg = 2250\ kg$$

Evisceración:

Separación de cabeza, patas y vísceras

$$m_{patas\ y\ cabeza} = 2500kg * 0.08 = 200kg$$

$$m_{Visceras} = 2500kg * 0.12 = 300kg$$

ECUACIÓN 3: BALANCE DE MATERIA "EVisCERACIÓN "

$$m_{evis} = m_{deg/des} - (m_{patas\ y\ cabeza} + m_{Visceras})$$

$$m_{evis} = 2250kg - (200kg + 300kg) = 1750\ kg$$

Lavado:

Se considera que no hay perdidas de solidos significativas por lo que después de lavado se consideran que salen los mismos 1600 kg

Enfriamiento:

Se considera perdidas por humedad al goteo de agua que se genera en el enfriamiento

$$m_{humedad} = 2500kg * 0.01 = 25kg$$

ECUACIÓN 4: BALANCE DE MATERIA "ENFRIAMIENTO"

$$m_{enfriamiento} = m_{evis} - m_{humedad}$$

$$m_{enfriamiento} = 1750kg - 25kg = 1725 kg$$

Deshuesado

$$m_{merma} = 2500kg * 0.11 = 275kg$$

ECUACIÓN 5: BALANCE DE MATERIA "DESHUESADO"

$$m_{Deshuesado} = m_{enfriamiento} - m_{merma}$$

$$m_{Deshuesado} = 1725kg - 275 kg = \mathbf{1450 kg}$$

Balance del agua

Agua de escaldado:

$$1.5l/pollo * 1000 pollos/h = 1500 l/h$$

Agua de lavado (evisceración y limpieza):

$$15l/ave * 1000 pollos/h = 15000 l/h$$

Agua total utilizada

16 500 L/h – Toda el agua utilizada abandona el proceso como aguas residuales.

Balances de energía

- Base de cálculo: 1000 pollos/hora
- Peso promedio por ave: 2.5 kg
- Masa total procesada: 2500 kg
- Calor específico del pollo: 3.3 kJ/kg·°C
- Calor específico del agua: 4.18 kJ/kg·°C

Energía para el Escaldado de las Aves:

Datos:

- Masa de aves: 2500 kg
- Temperatura inicial: 20 °C
- Temperatura final: 60 °C

ECUACIÓN 6: BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

$$Q = m * cp * \Delta T$$

$$Q = 2500kg * 3.3kJ/kg \cdot ^\circ C * ((60^\circ C - 20^\circ C)$$

$$Q = 330\,000\,kJ$$

Energía para Calentar el Agua de Escaldado

Datos:

- Masa de agua: 1500 kg
- Temperatura inicial: 25 °C
- Temperatura final: 60 °C

ECUACIÓN 7: BALANCE DE ENERGÍA "ESCALDADO"

$$Q = 1500kg \times 4.18\,kJ/kg \cdot ^\circ C \times (60^\circ C - 25^\circ C)$$

$$Q = 219\,450\,kJ$$

Energía total del proceso de escaldado:

$$Q_{total} = 330\,000 + 219\,450 = 549\,450\,kJ$$

Energía de Enfriamiento de las Canales

Datos:

- Temperatura inicial: 35 °C
- Temperatura final: 4 °C

Cálculo:

ECUACIÓN 8: BALANCE DE ENERGÍA "ENFRIAMIENTO"

$$Q = 2500kg \times 3.3kJ/kg \cdot ^\circ C \times (35^\circ C - 4^\circ C)$$

$$Q = 255\,750\,kJ$$

Esta energía representa la carga térmica que debe remover el sistema de refrigeración.

5.2. Procedimientos metodológicos para la evaluación de los aspectos e impactos ambientales.

En el cumplimiento de este objetivo, identificamos, evaluamos y controlamos los impactos ambientales mediante la Ley No. 217, Ley general del medio ambiente y recursos naturales. Este método se completó identificando de forma lógica los impactos ambientales de cada una de las etapas de nuestro proceso productivo asociados con el consumo de agua, energía, suelo, aire, recursos naturales y sociales. Formulando un Plan de Gestión Ambiental orientado a la prevención, control, mitigación y seguimiento de los impactos identificados.

5.3. Procedimientos metodológicos para el análisis de la rentabilidad del proyecto.

El análisis de rentabilidad del proyecto se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, descriptivo y proyectivo, orientado a evaluar la viabilidad económica de la instalación de la planta procesadora avícola mediante la estimación de costos, proyección de ingresos, elaboración del flujo de caja y aplicación de indicadores financieros dinámicos.

La evaluación financiera se realizó considerando un horizonte de análisis de cinco años, integrando escenarios de financiamiento y estructura de capital, con el propósito de determinar el potencial de inversión y el nivel de riesgo asociado.

Este análisis permitió evaluar no solo la rentabilidad proyectada del proyecto, sino también el efecto del financiamiento externo sobre la estructura de capital y el riesgo financiero. Se identificó una mayor exposición al riesgo en los primeros años debido al servicio de la deuda; sin embargo, una vez amortizado el crédito, el proyecto presenta mayor liquidez y rentabilidad. Adicional permitió determinar de forma técnica y fundamentada la viabilidad económica y el

potencial atractivo de inversión del proyecto, bajo los supuestos productivos y financieros establecidos.

Capacidad de producción de la planta:

Se estima procesar alrededor de 1000 aves por hora, por un promedio de 22 días laborales al mes, por 12 meses al año:

*Procesamiento de aves al día: 1000 pollos * 8 horas de producción*

$$= 8000 \frac{\text{pollos}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción anual} = 8000 * 22 * 12 = 2,112,000 \text{ pollos/año}$$

Vale la pena mencionar que no se tomó en cuenta los posibles días feriados que puede haber en el año, pero por cuestiones de síntesis se tomó en cuenta un promedio de 22 días al mes laborales.

Tomando en cuenta que nuestro canal aprovechable es del 58% por cada ave nuestra producción anual en libras es de:

TABLA 3: PRODUCCIÓN TOTAL DE LA PLANTA

PRODUCCIÓN TOTAL	
Cantidad de pollos ingresados por día	8,000
Peso neto prom pollo (Lb)	5.5
Porcentaje aprovechable del pollo	58%
Cantidad producida por año (Lb)	6,737,280

Fuente: Elaboración propia.

Precio del pollo en el país:

Estos datos fueron sacados del reporte dado por el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) según (EL19DIGITAL,2026). Con el precio del pollo entero por libra se tomó un precio aproximado de 60 córdobas por libra para la base de cálculo de ingresos.

El volumen de producción por año de nuestro proyecto equivale al 1.55% de la producción anual del país tomando como referencia el volumen producido del país en el 2025.

Costos Operativos:

- a) Costo fijo: Tomando en cuenta la capacidad de pollos sacrificados por día junto con el salario mínimo en la industria manufacturera para operarios de 8,000.46 córdobas mensuales (MITRAB, 2025) Se hace un recuento de la cantidad de personas laborando en la planta.

TABLA 4: COSTOS OPERATIVOS FIJOS

CARGO	CANTIDAD	SALARIO(APROX)	TOTAL MENSUAL
Gerente general	1	C\$ 30,000.00	C\$ 30,000.00
Jefe de producción	1	C\$ 20,000.00	C\$ 20,000.00
Jefe de calidad	1	C\$ 18,000.00	C\$ 18,000.00
Administrador	1	C\$ 18,000.00	C\$ 18,000.00
Jefe de ventas	1	C\$ 20,000.00	C\$ 20,000.00
Supervisor de planta	2	C\$ 18,000.00	C\$ 36,000.00
Bodeguero	1	C\$ 9,000.00	C\$ 9,000.00
Vendedores	3	C\$ 9,500.00	C\$ 28,500.00
Conductores	2	C\$ 10,000.00	C\$ 20,000.00
RRHH	1	C\$ 12,500.00	C\$ 12,500.00
Operarios de proceso	20	C\$ 8,500.00	C\$ 170,000.00
Operarios de empaque	4	C\$ 8,200.00	C\$ 32,800.00
Limpieza y sanitización	3	C\$ 8,000.00	C\$ 24,000.00
Vigilancia	2	C\$ 8,000.00	C\$ 16,000.00
		TOTAL=	C\$ 454,800.00

Fuente: Elaboración Propia.

Total planilla mensual = C\$ 454,800.00

Pago mensual de planilla sería un total de C\$ 454,800.00 siendo el pago anual de

C\$ 5,457,600.00.

b) Costos variables:

El precio de costos como el agua y energía eléctrica fueron tomados del Instituto Nicaragüense de Energía (INE) y la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) en un recopilado realizado por el Banco Central De Nicaragua. En donde el costo del agua es por córdobas por cada m³, la energía eléctrica en córdobas por kilovatio hora.

TABLA 5: COSTOS OPERATIVOS VARIABLES

CONCEPTO	COSTO ANUAL
Transporte	C\$ 990,900.00
Mantenimiento general	C\$ 44,058.16
Electricidad base	C\$ 4,280,538.24
Combustible	C\$ 431,918.31
Agua consumida	C\$ 1,170,195.84
Material de empaque	C\$ 4,533,492.00
Total, costos variables:	C\$ 11,451,102.55

Fuente: Elaboración Propia.

Dando un total de costos variables del **C\$ 11,451,102.55** anuales

c) Ingresos:

Tomando como base el precio de venta del pollo en el país (C\$ 60) para sacar un estimado del ingreso anual que tendría la planta.

TABLA 6: INGRESO ANUAL

KG TOTALES		INGRESO
Cantidad producida por anual (Lb)	6,737,280	C\$ 404,236,800.00

Fuente: Elaboración propia.

Estado de resultados: En el análisis financiero y evaluación de la inversión necesaria para el proyecto, se utilizó el método de valor presente neto (VPN), de igual forma el valor anual uniforme equivalente (VAUE) y la relación beneficio costo (R B/C), también con el periodo de recuperación (PR), todos estos métodos para tomar la decisión de la factibilidad financiera de la planta.

a) Costos de materia prima:

En donde se tomó como precio de pollo vivo 150 córdobas multiplicado por la compra anual de la materia prima (Pollo vivo).

$$\text{Costo de materia prima} = 150 * 2112000 = \text{C\$ } 316,800,000$$

b) Costos totales de operación:

Siendo estos la suma de los costos de materia prima, costos fijos, costos variables de forma anual dando un total de C\$333,708,702.55.

TABLA 7: COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN

CONCEPTO	COSTO ANUAL (C\$)
Materia prima	C\$316,800,000.00
Costos fijos	C\$5,457,600.00
Costos variables	C\$11,451,102.55
Costos totales	C\$333,708,702.55

Fuente: Elaboración propia.

c) Utilidad bruta neta anual:

TABLA 8: UTILIDAD BRUTA ANUAL

ESTADO DE RESULTADO PROYECTADO	
Ingresos anuales	C\$404,236,800.00
Costos totales	C\$333,708,702.55
Utilidad bruta anual	C\$70,528,097.45

Fuente: Elaboración propia.

Presupuesto de inversión:

a) Inversión fija:

TABLA 9: INVERSIÓN FIJA

CONCEPTO	MONTO
Equipos y maquinaria de proceso	C\$ 150,000,000.00
Vehículos	C\$ 2,972,700.00
Terreno y obras civiles	C\$ 24,000,000.00
Mobiliario y equipo de oficina	C\$ 12,500,000.00
Cristalería y equipos menores	C\$ 5,000,000.00
Total, Inversión Fija	C\$ 194,472,700.00

Fuente: Elaboración propia.

b) Inversión diferida:

TABLA 10: INVERSIÓN DIFERIDA

Planeación e integración	C\$ 5,459,181.00
Ingeniería del proyecto	C\$ 5,250,000.00
Supervisión	C\$ 2,729,590.50
Administración del proyecto	C\$ 909,863.50
Total, inversión diferida	C\$ 14,348,635.00

Fuente: Elaboración propia.

c) Capital de trabajo:

Para lograr medir la liquidez a corto plazo junto con la salud financiera de la planta, se calcula el dinero que se necesitaría para cubrir los gastos operativos diarios.

TABLA 11: CAPITAL DEL TRABAJO

ACTIVO CIRCULANTE	
Concepto	Costo
Cajas y bancos	C\$ 27,809,058.55
Cuentas por cobrar	C\$ 33,686,400.00
Inventario	C\$ 26,400,000.00
Subtotal	C\$ 87,895,458.55
PASIVO CIRCULANTE	
Cuentas por pagar	C\$ 26,400,000.00
Capital de trabajo	C\$ 61,495,458.55

Fuente: Elaboración propia.

d) Inversión total:

En donde la inversión total en activos es la suma de nuestra inversión fija y la inversión diferida.

TABLA 12: INVERSIÓN TOTAL

Total, inversión (en activos)	C\$ 208,821,335.00
Capital de Trabajo	C\$ 61,495,458.55
Imprevistos	C\$ 10,441,066.75
Inversión Total	C\$ 280,757,860.30

Fuente: Elaboración propia.

e) Financiamiento con el banco:

TABLA 13: FINANCIAMIENTO AL 70% CASO 1

PRESTAMO AL 70%	
Inversión Total (U\$)	C\$ 208,821,335.00
Porcentaje de préstamo	70%
Monto del crédito	C\$ 146,174,934.50
Tasa de interés (anual)	22.50%
Número de Cuotas	60.00
Pago anual	C\$ 48,946,288.19

Pago total	C\$ 244,731,440.96
-------------------	---------------------------

Fuente: Elaboración propia.

En este caso el proyecto utilizó un financiamiento del 70% de la inversión inicial, lo que propicia a un mejor avance financiero. Donde esto implica un costo financiero mayor debido al interés, pero se reduce drásticamente el capital propio necesario, incrementando la rentabilidad sobre la inversión propia. Se observó que, en las primeras cuotas, la mayor parte del pago corresponde a los intereses, pero conforme disminuye el saldo del capital, aumenta paulatinamente el pago a capital, también se evidenció que el proyecto es económicamente viable mientras los costos operativos se mantengan poco variables y además de una producción estable desde el inicio de la producción, aunque en los primeros 5 años hay una alta exposición al riesgo financiero y luego de 6 años al no tener una deuda vigente el proyecto tendrá más rentabilidad y liquidez.

TABLA 14: FINANCIAMIENTO AL 70% CASO 1.1

TMAR Mixta	25.23%
VPN	C\$ 128,863,297.20
TIR	76%
Periodo de Recuperación	5.60
VPN Ingresos	C\$ 1,455,756,415.54
VPN Egresos	C\$ 1,208,779,336.26
Relación B/C	1.20

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 15: FINANCIAMIENTO AL 70% CASO 1.2

Período	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inversión en activos	C\$208,821,335.00					
Capital de Trabajo	C\$76,530,125.30					
Inversión Total	C\$285,351,460.30					
Valor de Rescate						C\$46,205,333.75
Préstamo	C\$199,746,022.21					
Ingresos		C\$404,236,800.00	C\$529,045,091.59	C\$559,147,757.30	C\$590,963,264.69	C\$624,589,074.45
Costos de Operación		C\$333,708,702.55	C\$337,045,789.58	C\$340,416,247.47	C\$343,820,409.95	C\$347,258,614.05
Depreciación		C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25
Pago de intereses		C\$31,125,497.69	C\$26,675,354.46	C\$21,113,937.58	C\$14,163,743.84	C\$5,477,972.89
Utilidad antes del impuesto		C\$19,703,034.51	C\$145,624,382.30	C\$177,918,006.99	C\$213,279,545.66	C\$252,152,922.26
Impuesto IR (30%)		C\$5,910,910.35	C\$43,687,314.69	C\$53,375,402.10	C\$63,983,863.70	C\$75,645,876.68
Impuesto de Alcaldía e IBI (2%)		C\$394,060.69	C\$2,912,487.65	C\$3,558,360.14	C\$4,265,590.91	C\$5,043,058.45
Utilidad después del impuesto		C\$13,398,063.47	C\$99,024,579.97	C\$120,984,244.76	C\$145,030,091.05	C\$171,463,987.14
Pago Principal		C\$17,820,790.50	C\$22,270,933.73	C\$27,832,350.61	C\$34,782,544.36	C\$43,468,315.30
Depreciación		C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25
Flujo Neto de Efectivo	-C\$85,605,438.09	C\$15,276,838.21	C\$96,453,211.48	C\$112,851,459.40	C\$129,947,111.94	C\$193,900,570.84
Flujo Efectivo Acumulado		C\$15,276,838.21	C\$111,730,049.70	C\$224,581,509.09	C\$354,528,621.04	C\$548,429,191.87
Flujo Efectivo Acumulado		C\$15,276,838.21	C\$111,730,049.70	C\$224,581,509.09	C\$354,528,621.04	C\$502,263,350.92

Fuente: Elaboración propia

- Inversión con un 40% de financiamiento:

TABLA 16: FINANCIAMIENTO AL 40% CASO 2

PRESTAMO AL 40%	
Inversión Total	C\$ 208,821,335.00
Porcentaje de préstamo	40%
Monto del crédito	C\$ 83,528,534.00
Tasa de interés (anual)	18.00%
Número de Cuotas	60.00
Pago anual	C\$ 25,452,909.19
Pago total	C\$ 127,264,545.97

Fuente: Elaboración propia.

En este caso para financiar el proyecto con el 40% de la inversión total del proyecto, se estipulo un préstamo de C\$ 83,528,534.00 con un total de 60 cuotas con una tasa de interés anual del 18%, esto aumento el costo total del proyecto en un 52.35% sobre el capital prestado.

TABLA 17: FINANCIAMIENTO AL 40% CASO 2.1

TMAR Mixta	27.95%
VPN	\$77,287,687.49
TIR	48%
Periodo de Recuperación	5.14
VPN Ingresos	\$1,371,939,703.97
VPN Egresos	\$1,101,836,140.14
Relación B/C	1.25

Fuente: Elaboración propia.

Con los cálculos realizados se observa que en este caso el proyecto cubre con el costo de oportunidad del capital y que genera una rentabilidad superior para los que quieran invertir en ella, otro aspecto a mencionar es el valor positivo del VPN indicando que se genera un valor adicional a la planta y respecto a su relación Beneficio/Costo evidencia que por cada Córdoba invertido se obtendría una ganancia neta de 0.25 córdobas, sumando el hecho de que según los cálculos el

periodo de recuperación de la inversión es de 5 años aproximada siendo este periodo aceptable dentro de los parámetros del proyecto, demostrando que es viable una inversión de este tipo ya que genera ganancias y presenta un nivel de riesgo moderado

TABLA 18: FINANCIAMIENTO AL 40% CASO 2.2

Período	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Inversión en activos	C\$208,821,335.00					
Capital de Trabajo	C\$76,530,125.30					
Inversión Total	C\$285,351,460.30					
Valor de Rescate						C\$46,205,333.75
Préstamo	C\$114,140,584.12					
Ingresos		C\$404,236,800.00	C\$529,045,091.59	C\$559,147,757.30	C\$590,963,264.69	C\$624,589,074.45
Costos de Operación		C\$333,708,702.55	C\$340,382,876.60	C\$347,190,534.13	C\$354,134,344.82	C\$361,217,031.71
Depreciación		C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25
Pago de intereses		C\$14,131,210.75	C\$11,916,480.81	C\$9,268,509.44	C\$6,102,546.75	C\$2,317,264.23
Utilidad antes del impuesto		C\$36,697,321.45	C\$157,046,168.93	C\$182,989,148.48	C\$211,026,807.87	C\$241,355,213.26
Impuesto IR (30%)		C\$11,009,196.43	C\$47,113,850.68	C\$54,896,744.54	C\$63,308,042.36	C\$72,406,563.98
Impuesto de Alcaldía e IBI (2%)		C\$733,946.43	C\$3,140,923.38	C\$3,659,782.97	C\$4,220,536.16	C\$4,827,104.27
Utilidad después del impuesto		C\$24,954,178.58	C\$106,791,394.87	C\$124,432,620.97	C\$143,498,229.35	C\$164,121,545.02
Pago Principal		C\$11,321,698.44	C\$13,536,428.39	C\$16,184,399.76	C\$19,350,362.45	C\$23,135,644.96
Depreciación		C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25	C\$19,699,565.25
Flujo Neto de Efectivo	-C\$171,210,876.18	C\$33,332,045.39	C\$112,954,531.73	C\$127,947,786.46	C\$143,847,432.16	C\$206,890,799.05
Flujo Efectivo Acumulado		C\$33,332,045.39	C\$146,286,577.13	C\$274,234,363.58	C\$418,081,795.74	C\$624,972,594.79

Fuente: Elaboración propia

6. RESULTADOS

Como resultado de la caracterización del proceso productivo, el estudio logro definir de manera integral la secuencia operativa de la planta de procesamiento avícola, abarcando desde la recepción de las aves hasta el empackado al vacío del producto final, garantizando la continuidad de la cadena de frio y el cumplimiento de estándares de inocuidad. Además, que gracias a los balances de materia los flujos de entrada y salida en cada operación unitaria fue cuantificada facilitando así establecer de manera más fácil las pérdidas que se producen durante todo el proceso.

La evaluación ambiental del proyecto permitió identificar y clasificar los principales aspectos ambientales asociados al procesamiento de carne avícola, considerando cada una de las etapas del proceso, donde los impactos más significativos fueron: la generación de aguas residuales con alta carga orgánica, la producción de residuos sólidos orgánicos (plumas y vísceras) y la emisión de olores característicos del procesamiento avícola siendo todos estos clasificados con un nivel de significancia alto, debido a su severidad y probabilidad de ocurrencia, a partir de ello se formuló un plan de Gestión Ambiental orientado la prevención, mitigación y control de los impactos identificados. Entre las medidas preventivas se estableció la capacitación continua del personal, el uso eficiente del agua y la separación de residuos desde la fuente. Las medidas mitigadoras incluyen la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante compostaje o biodigestión, y la implementación de sistemas de ventilación y biofiltros para el control de olores. Finalmente, se definieron medidas de control y seguimiento ambiental, tales como el monitoreo periódico de efluentes, el registro del consumo de recursos y la elaboración de informes ambientales, garantizando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y la sostenibilidad del proyecto.

En el análisis financiero del proyecto se determinó la viabilidad económica de la instalación de la planta de procesamiento avícola con una producción anual estimada de 6,737,280 lb de producto terminado con ingresos anuales de

C\$404,236,800.00, frente a costos totales de operación de C\$333,708,702.55, lo que genera una utilidad bruta anual de C\$70,528,097.45, evidenciando una operación rentable. Se tomaron en cuenta dos escenarios: En el escenario de financiamiento del 70%, se obtuvo un Valor Presente Neto (VPN) positivo de C\$128,863,297.20, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 76% y una relación Beneficio/Costo de 1.20, con un período de recuperación de la inversión de aproximadamente 5.6 años. Estos resultados indican que el proyecto no solo recupera la inversión inicial, sino que genera valor adicional para los inversionistas. En el escenario alternativo de financiamiento del 40%, los resultados financieros también fueron favorables, con un VPN positivo de C\$77,287,687.49, una TIR del 48% y una relación Beneficio/Costo de 1.25, presentando un período de recuperación de alrededor de 5.14 años.

7. CONCLUSIONES

La caracterización del proceso de fileteado, deshuesado y empaque al vacío con cadena de frío permitió definir de manera precisa los parámetros operativos de cada etapa, a partir del análisis de la materia prima, los balances de materia y el diseño básico de los equipos. Estos elementos confirmaron la viabilidad técnica del proceso, optimizaron el aprovechamiento de la carne de pollo y establecieron las bases para una operación eficiente, segura y acorde con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria.

La evaluación de los aspectos e impactos ambientales asociados a la planta de procesamiento avícola, realizada mediante la aplicación de criterios técnicos y normativos, permitió identificar los impactos más relevantes relacionados con el consumo de recursos, la generación de residuos y las descargas de aguas residuales. Como resultado, se definieron medidas preventivas, mitigadoras y de control que pueden ser implementadas eficazmente para minimizar los efectos negativos sobre el ambiente y asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

El análisis de la rentabilidad del proyecto, basado en la proyección del flujo de caja y la aplicación de indicadores financieros, demostró que la planta de procesamiento avícola es económicamente viable. Los resultados obtenidos evidencian un adecuado desempeño financiero, con capacidad de generación de utilidades y recuperación de la inversión, lo que confirma su potencial como una alternativa atractiva para la inversión agroindustrial.

8. RECOMENDACIONES

- Implementar sistemas de control y monitoreo continuo en las etapas críticas del proceso productivo, especialmente en escaldado, enfriamiento y empacado al vacío, para asegurar el cumplimiento permanente de los parámetros de temperatura, tiempo e inocuidad.
- Diseñar e instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales acorde con la carga orgánica generada, que permita cumplir con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental y reducir el impacto sobre los recursos hídricos.
- Aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados (plumas, vísceras y restos de carne) mediante alternativas como compostaje, biodigestión o alianzas con industrias de subproductos, con el fin de reducir la disposición final y generar valor adicional.
- Implementar programas de capacitación continua para el personal operativo y administrativo, enfocados en buenas prácticas de manufactura, higiene, manejo ambiental y seguridad industrial, fortaleciendo la eficiencia y calidad del proceso.
- Optimizar el consumo de agua y energía mediante la incorporación de equipos de alta eficiencia, mantenimiento preventivo y buenas prácticas operativas, con el objetivo de reducir costos y mejorar el desempeño ambiental de la planta
- Realizar estudios de mercado periódicos que permitan ajustar los volúmenes de producción, los precios de venta y las presentaciones del producto, de acuerdo con la demanda de los mercados institucionales y de exportación.
- Evaluar en futuras investigaciones la implementación de tecnologías más avanzadas, como sistemas automatizados de evisceración y monitoreo digital del proceso, que permitan incrementar la productividad y reducir pérdidas operativas.

- Considerar la ampliación progresiva de la capacidad instalada de la planta, una vez consolidada la operación inicial, para atender nuevos mercados y maximizar la rentabilidad del proyecto.

9. REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2025). *Comparación entre razas de ave de engorde*. Obtenido de Jorge Aguilar.
- DIGITAL, 1. (2025). *Producción de carne de pollo en Nicaragua alcanza las 434 millones de libras en 2025*. Obtenido de Ministerio Agropecuario.
- INTA. (2019). *Guía Técnica para producción de carne en sistemas de pollos de engorde*. Obtenido de INTA.
- INTAE. (2021). *Avicultura*. Obtenido de Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.
- Vera. (2009). *Diseño de una planta de procesamiento de carne de pollo*. Ecuador.
- Aviagen. (2021). Arbor Acres broiler management handbook. Aviagen Group.
- Aviagen. (2022). Ross broiler management handbook. Aviagen Group.
- Cobb-Vantress. (2021). Cobb broiler management guide. Cobb-Vantress Inc.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Producción avícola familiar en América Latina y el Caribe*. FAO.
- Hubbard. (2020). Hubbard broiler management guide. Hubbard Breeders.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2017). *Anatomía veterinaria* (5.ª ed.). Elsevier España.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Producción avícola familiar en América Latina y el Caribe*. FAO.
- Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2014). *Lawrie's meat science* (8th ed.). Woodhead Publishing.
- Fellows, P. J. (2009). *Tecnología del procesamiento de los alimentos: Principios y prácticas* (2.ª ed.). Acirbia.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *Guía sobre empaque y envasado de alimentos*. FAO.
- Robertson, G. L. (2016). *Food packaging: Principles and practice* (3rd ed.). CRC Press.
- Martínez Mora, G. L. (2010). *Diseño y desarrollo de un plan de implementación de buenas prácticas de manufactura en una planta procesadora de aves* (Tesis de ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito, Ecuador
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC). (2014). NTON 03 023-12: *Norma técnica obligatoria nicaragüense para pollo beneficiado listo para cocinar, entero, en cortes y sus menudos*. La Gaceta, Diario Oficial de Nicaragua, No. 163.
- Sevilla Úbeda, A. L., & Murillo Martínez, E. D. (2019). *Investigación de mercado de carne de pollo industrial*, El Tortuguero, Región Autónoma Costa Caribe Sur, 2018 [Trabajo de graduación, Licenciatura en Agronegocios]. Universidad Nacional Agraria.

Vera Pilco, G. E. (2009). *Diseño de una planta de procesamiento de carne de pollo* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Guayaquil, Ecuador.

10. ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Sistema de Ganchos Aéreos	51
Anexo 2: Sistema de Insensibilización	52
Anexo 3: Mesa de sacrificio	53
Anexo 4: Canal de desangre	54
Anexo 5: Escaldadora.....	55
Anexo 6: Desplumadora.....	56
Anexo 7: Canal de evisceración.....	57
Anexo 8: Cuarto frío.....	58
Anexo 9: Empacadora al vacío	59
Anexo 10: Matriz de impactos ambientales.....	60

ANEXO 1: SISTEMA DE GANCHOS AÉREOS



Fuente: MoveQ.CL

TABLA 19: FICHA TÉCNICA "SISTEMA DE GANCHOS AÉREOS"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones de línea	50 m
Capacidad de carga	1 500 - 3 000 aves/h
Paso de cadena (Sencilla)	152.4 mm
Material de los ganchos	Acero Inoxidable AISI 304
Tipo de tracción	Motor reductor con variador de frecuencia
Potencia del motor	5.5 kW
Sistema de lubricación	Automático por goteo
Modelo	AVIS-FLOW™ 800
Precio Estimado	C\$585,988.80

Fuente: MoveQ.CL

ANEXO 2: SISTEMA DE INSENSIBILIZACIÓN



Fuente: ITA International.

TABLA 20: FICHA TÉCNICA "SISTEMA DE INSENSIBILIZACIÓN"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (L x A x H)	2100 x 850 x 1650 mm
Capacidad de procesamiento	4000 aves/h
Voltaje de operación	0 - 220 V (Variable)
Frecuencia de aturdimiento	50 Hz - 1500 Hz (Ajustable)
Material de construcción	Acero Inoxidable AISI 304 y Polietileno
Grado de protección	IP65 (Resistente a chorros de agua)
Control de altura	Ajuste manual mediante sistema hidráulico/manivela
Modelo	STUN-PRO™ 500
Precio	C\$307,644.00

Fuente: ITA International.

ANEXO 3: MESA DE SACRIFICIO



Fuente: ITA International.

TABLA 21: FICHA TÉCNICA "MESA DE SACRIFICIO"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (L x A x H)	1850 x 750 x 1450 mm
Capacidad de flujo	3000 aves/h
Material de estructura	Acero Inoxidable AISI 304
Inclinación de bandeja	3° - 5°
Sistema de recolección	Tolva de descarga central para sangre
Ajuste de altura	Telescópico mediante volante manual
Acabado	Pulido sanitario de alta resistencia
Modelo	BLOOD-REC™ 300
Precio	C\$153,822

Fuente: ITA International.

ANEXO 4: CANAL DE DESANGRE



Fuente: ITA International.

TABLA 22: FICHA TÉCNICA "CANAL DE DESANGRE"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (L x A x H)	2500 x 600 x 950 mm
Material de construcción	Acero Inoxidable AISI 304
Diseño de Canal	Perfil en V con bordes redondeados
Longitud de desangrado	Hasta 1.8 m efectivos (por unidad)
Sistema de drenaje	Salida central de Ø 3 pulgadas
Inclinación de canal	3° - 5° para flujo de sangre
Pies de soporte	Ajustables en altura ± 50 mm
Modelo	AVIS-BLEED™ 2500
Precio Estimado	C\$76,911

Fuente: ITA International.

ANEXO 5: ESCALDADORA



Fuente: ITA International.

TABLA 23: FICHA TÉCNICA "ESCALDADORA"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (LxAx H)	4 500 x 1 200 x 1 800 mm
Capacidad de agua	1 800 - 2 500 Litros
Material de fabricación	Acero Inoxidable AISI 304 (Calibre 12/14)
Sistema de agitación	Turbinas de aire de alta presión (Blower)
Control de temperatura	Automático (Digital PID)
Rango de operación	52°C - 62°C (Ajustable)
Método de calentamiento	Vapor directo o Intercambiador de calor
Modelo	SCALD-MASTER™ 450
Precio Estimado	C\$531,052

Fuente: ITA International.

ANEXO 6: DESPLUMADORA



Fuente: ITA International.

TABLA 24: FICHA TÉCNICA "DESPLUMADORA"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (L x A x H)	3 200 x 1 500 x 2 100 mm
Capacidad de procesamiento	3 000 - 4 500 aves/hora
Número de bancadas	2 a 4
Cabezales de desplume	32 - 48 discos rotativos
Material de dedos	Caucho sintético (Grado alimenticio)
Potencia de motores	2.2 kW por bancada (Independientes)
Material de estructura	Acero Inoxidable AISI 304
Sistema de ajuste	Hidráulico o manual para altura y ancho
Modelo	PLUCK-PRO™ 3000
Precio Estimado	C\$824,047

Fuente: ITA International.

ANEXO 7: CANAL DE EVISCERACIÓN



Fuente: ITA International.

TABLA 25: FICHA TÉCNICA "CANAL DE EVISCERACIÓN"

Especificaciones	Parámetros
Configuración	Diseño en "L" (90°)
Dimensiones Totales	4 500 mm (Largo total) x 600 mm (Ancho)
Material	Acero Inoxidable AISI 304
Sistema de Recolección	Tolva de drenaje de alta capacidad
Inclinación de Base	3°
Pies de Apoyo	Tubulares con bases niveladoras
Acabado	Pulido sanitario tipo espejo en el interior
Capacidad	5000 aves/h
Modelo	L-BLEED™ 450
Precio Estimado	C\$212,421

Fuente: ITA International.

ANEXO 8: CUARTO FRÍO



Fuente: ITA International.

TABLA 26: FICHA TÉCNICA "CUARTO FRÍO"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones Internas	4 000 x 4 000 x 2 500 mm
Rango de Temperatura	.-18°C a +4°C
Material de Paneles	Poliuretano inyectado de alta densidad (40 kg/m³)
Espesor del Panel	100 mm)
Acabado de Lámina	Acero Inoxidable
Unidad Condensadora	Compresor semihermético (3 - 5 HP)
Refrigerante	R-404A / R-448A
Tipo de Puerta	Corrediza con resistencia calefactora
Iluminación	LED Blindada para baja temperatura
Modelo	COLD-STORAGE™ 4040
Precio Estimado	C\$659,237

Fuente: ITA International.

ANEXO 9: EMPACADORA AL VACÍO



Fuente: Fernandez Sera, S.A.

TABLA 27: FICHA TÉCNICA "EMPACADORA AL VACÍO"

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones de la Máquina	650 x 580 x 950 mm
Dimensiones de la Cámara	520 x 520 x 100 mm
Longitud de Sellado	500 mm (Doble barra de sellado)
Ancho de Sellado	10 mm (Sellado de alta seguridad)
Capacidad de la Bomba	20 m3/h
Ciclo de Empaque	15 - 30 segundos
Material de Estructura	Acero Inoxidable AISI 304
Alimentación Eléctrica	220V / 60Hz
Modelo	VAC-PRO™ 500S
Precio Estimado	C\$89,730

Fuente: Fernandez Sera, S.A.

ANEXO 10: MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

Etapa del proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medio afectado	S	P	Significancia	Medidas preventivas	Medidas mitigadoras	Medidas de control
Recepción de aves	Ruido por transporte y descarga	Molestias a trabajadores y entorno	Aire / Social	2	2	4 (Medio)	Programar horarios adecuados	Barreras acústicas	Monitoreo de niveles de ruido
Sacrificio y desplume	Generación de residuos orgánicos (plumas)	Contaminación del suelo y olores	Suelo / Aire	3	3	9 (Alto)	Separación de residuos desde la fuente	Compostaje o biodigestión	Registro de manejo de residuos
Eviscerado	Aguas residuales con alta carga orgánica	Contaminación de cuerpos de agua	Agua	3	3	9 (Alto)	Uso eficiente del agua	Tratamiento de aguas residuales	Análisis periódico de efluentes
Lavado y desinfección	Uso de productos químicos	Afectación a calidad del agua	Agua	2	2	4 (Medio)	Uso de químicos autorizados	Dosificación controlada	Inspecciones ambientales
Enfriamiento	Alto consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos energéticos	Recursos naturales	2	2	4 (Medio)	Equipos eficientes	Mantenimiento preventivo	Control de consumo energético
Almacenamiento	Generación de residuos sólidos	Contaminación visual y del suelo	Suelo	2	2	4 (Medio)	Clasificación de residuos	Reciclaje	Auditorías internas
Empaque	Uso de plásticos	Incremento de residuos no biodegradables	Suelo	2	2	4 (Medio)	Uso de empaques reciclables	Reutilización	Registros de disposición final
Operación general	Emisión de olores	Afectación a comunidades cercanas	Aire / Social	3	2	6 (Alto)	Diseño adecuado de ventilación	Biofiltros	Quejas comunitarias registradas

TABLA 28: MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

Fuente: Elaboración propia.