

Área de Conocimiento de Agricultura

Diseño de una planta alimentaria para producir leche de coco pasteurizada y agua estabilizada para consumo nacional y exportación.

Proyecto Monográfico para optar al título de Ingeniero Químico.

Elaborado por:

Tutor:

Br. JONATHAN
DAVID AGUIRRE
ESPINOZA
2014-0150U

Br. NIQUIRANA
SOFIA LACAYO
DELGADO
2014-1340U

Br. ELIKA ASKENAZ
POVEDA BARBOZA
2013-61525

Ing. NELLY IVETTE
BETANCO FIGUEROA

04 de mayo, 2026
Managua, Nicaragua

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a Dios, por brindarnos la vida, la salud y la fortaleza necesaria para culminar con éxito esta importante etapa académica.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante, siendo un pilar fundamental durante todo nuestro proceso de formación profesional en la carrera de Ingeniería Química.

A nuestra tutora, Ing. Nelly Betanco Figueroa, por su valiosa orientación, paciencia, dedicación y compromiso durante el desarrollo del presente trabajo monográfico titulado *“Diseño de una planta alimentaria para producir leche de coco pasteurizada y agua estabilizada para consumo nacional y exportación”*. Su acompañamiento fue fundamental para la culminación exitosa de esta investigación.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, por brindarnos la oportunidad de formarnos académica y profesionalmente, así como por proporcionarnos los conocimientos y herramientas necesarias para optar al título de Ingeniero Químico.

A nuestros docentes, quienes a lo largo de nuestra formación compartieron sus conocimientos contribuyendo significativamente al desarrollo de nuestras competencias profesionales.

Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas que, de una u otra manera, aportaron al desarrollo y culminación de este trabajo.

Jonathan, Erika & Niquirana.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de tesis, fruto de nuestro esfuerzo, dedicación y perseverancia, en primer lugar, a Dios, por brindarnos la fortaleza, sabiduría y constancia necesarias para culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas.

A nuestras familias, quienes han sido nuestro pilar fundamental, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante a lo largo de este proceso académico.

A nuestros docentes, por guiarnos con sus conocimientos, experiencia y compromiso, contribuyendo significativamente a nuestra formación profesional.

Finalmente, nos dedicamos este logro a nosotros mismos, por el trabajo en equipo, la responsabilidad y la determinación demostrada para alcanzar esta meta, superando cada desafío en el camino.

Este logro representa el inicio de nuevos retos y oportunidades en nuestra vida profesional.

Jonathan, Erika & Niquirana.

CARTA DEL PROFESOR TUTOR

En el presente trabajo proyecto monográfico: *“Diseño de una planta alimentaria para producir leche de coco pasteurizada y agua estabilizada para consumo nacional y exportación”*, llevado a cabo por los Br. Niquirana Sofia Lacayo Delgado, Br. Erika Askenaz Poveda Barbosa y Br. Jonathan David Aguirre Espinoza, presentan un estudio fundamentado en información secundaria que nos conduce a esquematizar un análisis cualitativo de la instalación de una Planta Procesadora de Coco, estos resultados obtenidos puede ser un inicio a establecer un Estudio de Factibilidad y poder tomar decisiones de inversión. En otro ámbito los bachilleres expresan algo muy propio del ingeniero químico, la parte técnica donde lograron expresar sus conocimientos adquiridos durante sus estudios y los resultados pueden ser considerados como referencias a estudios posteriores y por qué no, a establecer un nuevo negocio.

Los Br. Lacayo Delgado, Br. Poveda Barbosa y Br. Aguirre Espinoza, pusieron de manifiesto su entusiasmo, constancia y tiempo extra para lograr culminar con este valioso trabajo, que se espera sea de mucho aporte en el Programa Académico de Ingeniería Química

Señores Miembros del Jurado tienen en sus manos un excelente trabajo de culminación de estudio como Proyecto Monográfico, por lo cual solicito brinden su juicio valorativo para que los bachilleres alcancen el grado de **Ingeniero Químico**.

Atentamente.

Ing. Nelly Ivette Betanco Figueroa

Tutor



Universidad Nacional de Ingeniería
Área de Conocimiento de Agricultura
Formas de Culminación de Estudios

REF.DACA.FCE.006.2026
Managua, 12 de enero del 2026

Bachilleres

JONATHAN DAVID AGUIRRE ESPINOZA / 2014-0150U
NIQUIRANA SOFÍA LACAYO DELGADO / 2014-1340U
ELIKA ASKENAZ POVEDA BARBOZA / 2013-61525

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarle que el Tema y Objetivos de su Proyecto de Graduación, ha sido aprobado por la Dirección del Área de Conocimiento de Agricultura, según se describe a continuación:

TEMA:

“DISEÑO DE UNA PLANTA ALIMENTARIA PARA PRODUCIR LECHE DE COCO PASTEURIZADA Y AGUA ESTABILIZADA PARA CONSUMO NACIONAL Y EXPORTACIÓN”.

OBJETIVOS:

General:

Diseñar una planta completa de procesamiento de coco para la obtención de leche y agua de coco y subproductos con valor agregado.

Específicos:

1. Conocer la disponibilidad y costos del coco en zonas productoras.
2. Elaborar el flujo tecnológico del proceso total incluyendo leche y agua de coco (tritución, prensado, homogeneización).
3. Seleccionar la tecnología de procesamiento de leche pasteurizada y líneas de envasado.
4. Estimar la viabilidad económica de la planta considerando sustitución de importaciones si aplica.
5. Establecer estrategias de sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto.

Asimismo, le comunico estar totalmente de acuerdo, que la **Ing. Nelly Ivette Betanco Figueroa** sea la tutora de su trabajo final.

La fecha límite, para que presente concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **28 de febrero del 2026**.

Esperando puntualidad en la entrega del Proyecto de Graduación, me despido.



Universidad Nacional de Ingeniería
Área de Conocimiento de Agricultura
Formas de Culminación de Estudios

Atentamente,



MSc. José Mamerto Méndez Úbeda
Director de Área de Conocimiento de Agricultura
DACA

Ing. Nelly Ivette Betanco Figueroa / Tutor
MSc. Helia Vanessa Taleno Oporta / Secretaria Académica DACA
C/c: Archivo

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar una planta alimentaria para la producción de leche de coco pasteurizada y agua de coco estabilizada, orientada al aprovechamiento integral del coco como materia prima disponible en Nicaragua y al fortalecimiento del sector agroindustrial con un área total de 1080 m². El proceso propuesto contempla la separación inicial del coco para la obtención de agua y pulpa, seguida de operaciones de extracción, filtración, estandarización, homogenización y tratamiento térmico para la leche de coco, así como filtración y estabilización para el agua de coco, garantizando la inocuidad y calidad de ambos productos y áreas de proceso tales como: zona de descarga y recepción de materia prima, almacenes de producto terminado y materia prima, área de producción, área de suministros, área de control de calidad, área de envasado, área de personal y de material residual del proceso.

En el año 2025, la disponibilidad de cocos en el país, según el MAG reportó un acopio de aproximadamente 481,800 unidades de coco, equivalentes a 722,700 Kg, destinados tanto al consumo nacional como a la exportación, evidenciando la disponibilidad de materia prima y su importancia en el desarrollo agroindustrial del país.

Para el dimensionamiento de la planta se realizaron balances de materia, determinándose una capacidad de producción de 628.84 Kg/día de leche y 139.71 Kg/día de agua de coco. Se seleccionaron alrededor de 20 equipos tecnológicos con capacidades entre 500 a 1000 Kg/día, bajo información secundaria. Se consideró un rendimiento del 59.8 % en la línea de leche de coco y del 13.3% para el agua de coco, tomando en cuenta pérdidas en el proceso y la generación de residuos de al menos un 26% los cuales son potencialmente aprovechables.

Se considera que este proyecto es potencialmente rentable debido a que hay una holgura entre la inversión más alta se podría decir, la inversión de los equipos tecnológicos, y el ingreso por ventas estimado bajo precios por competencias.

Se plantearon de forma general estrategias de sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto de coco, principalmente con enfoque y principios de economía circular para minimizar el impacto ambiental, se consideró desde la clasificación en fuentes de residuos hasta estrategias de valorización y/o aprovechamiento de los mismos para darle valor agregado y obtener algunos ingresos por la venta de estos, tales como sustratos agrícolas, briquetas y carbón activado.

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
CARTA DEL PROFESOR TUTOR.....	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	2
III. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivos específicos	4
IV. FUNDAMENTOS TÉCNICOS.....	5
4.1 El cocotero y su relevancia productiva.....	5
4.2 Valor nutricional del Coco	5
4.3 Cadena de valor del coco en Nicaragua	6
4.4 Producción industrial de leche de coco	6
4.3.1 Proceso industrial	6
4.5 Mercado y demanda de derivados del coco	9
4.6 Aprovechamiento integral del fruto y sostenibilidad	9
4.7 Marco Legal	10
V. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN.....	12
5.1 Análisis de disponibilidad de materia prima	12
5.2 Elaboración del flujo tecnológico del proceso	12
5.3 Selección de tecnología y equipos	12
5.4 Estimación de viabilidad económica	12
5.5 Estrategias de sostenibilidad.....	13
VI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS POR OBJETIVOS.....	14
6.1 Disponibilidad de materia prima en Nicaragua.....	14
6.1.1. Variedad y estado de madurez	14
6.1.2. Variedades de coco en el RACCN y RACCS.	15
6.1.3. Valor Nutricional del coco y de agua de coco	16
6.2 Proceso y Diagrama de Flujo de Elaboración de Leche y Agua de Coco	18
6.2.1. Especificaciones de la Materia Prima Principal y otros	18
6.2.2. Operaciones de Procesamiento para leche de coco.	19

6.2.3. Operaciones de Procesamiento de agua de coco.	20
6.3 Planta Integral para la elaboración de ambos productos	22
6.4 Diagrama de Bloque del Flujo Tecnológico del Proceso de la Elaboración de Leche y Agua de Coco.	23
6.5 Selección de la Tecnología de Proceso para la Elaboración de Leche y Agua de Coco.	25
6.6 Estrategias de sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto en la planta de Elaboración de Leche y Agua de Coco.	32
6.6.1 Clasificación y Fuentes de Residuos	33
6.6.2 Estrategias de Valorización (Aprovechamiento)	33
6.6.3 Tratamiento de Residuos Líquidos	34
6.6.4 Componentes de un Plan de Gestión Integral	34
6.6.5 Beneficios de la Gestión Integral	34
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFÍA	38
X. ANEXOS	40
Anexo 1. Imágenes de precios consultados en supermercados locales.	40
Anexo 2. Estimación de cálculos de ingresos por ventas.	41

Índice de Tablas

No.	Nombre	Pag.
Tabla 1.	Valores nutricionales del coco y agua de coco, en 100 gr de producto.	17
Tabla 2.	Estimación de las áreas de la planta de procesamiento de leche y agua de coco.	23
Tabla 3.	Ficha Técnica de la Tecnología seleccionada para la planta de procesamiento de leche y agua de coco.	25
Tabla 4.	Costos de Tecnología e Ingresos por venta de los productos de la planta de procesamiento de leche y agua de coco.	32

Índice de Figuras

No.	Nombre	Pag.
Figura 1.	Perfil de cambios en la cantidad de agua de coco en las diferentes fases de maduración en cuatro variedades de coco.	15
Figura 2.	Balance de Materiales en el procesamiento de leche y agua de coco	24
Figura 3.	Residuos aprovechables, concha y cáscara de una planta de procesamiento de coco.	33

I. INTRODUCCION

La leche de coco es un producto tradicional cuyo origen se remonta a diversos pueblos costeros alrededor del mundo, especialmente en las regiones tropicales de Asia y el Pacífico. Su elaboración artesanal ha sido históricamente similar entre culturas, y su uso como ingrediente alimentario se ha extendido ampliamente en América Latina. En países como Ecuador y Nicaragua, el coco se encuentra en zonas costeras y forma parte de la gastronomía local, utilizado en bebidas y platos típicos debido a su sabor característico y su versatilidad culinaria.

A pesar de la disponibilidad de materia prima, la industrialización del coco en Nicaragua continúa siendo reducida, lo cual limita el aprovechamiento económico del cultivo y obliga al país a seguir importando gran parte de sus leches vegetales. La extracción tradicional de la leche de coco es un proceso que demanda tiempo y esfuerzo físico, lo que dificulta su uso masivo y su inserción en cadenas de valor más complejas. Esto evidencia la necesidad de desarrollar alternativas industriales que permitan facilitar su obtención, garantizar la calidad del producto y ofrecer opciones accesibles a los consumidores locales.

El presente trabajo tiene como propósito considerar elementos técnicos y un análisis preliminar económico y productiva para el establecimiento de una planta procesadora de leche de coco y sus derivados, específicamente agua de coco estabilizada. Se busca generar un modelo de producción que responda a las necesidades del mercado y que, al mismo tiempo, potencie el desarrollo local mediante el aprovechamiento sostenible del recurso. Asimismo, se plantea considerar el aprovechamiento integral de todo el fruto, aquellos residuos aprovechables, donde estos resulten materia prima para otro producto.

El estudio integra elementos del análisis del entorno productivo del coco en Nicaragua, la disponibilidad de materia prima, las líneas de producción, los balances de materiales, una estimación de costos de equipos, ingresos por ventas y una propuesta integral de estrategias de sostenibilidad. Además, reconoce la importancia del fortalecimiento de las cadenas de valor agroindustriales como mecanismo para promover oportunidades económicas en el país. Con ello, esta investigación documental contribuye a potenciar el desarrollo de alternativas industriales que permitan mejorar los ingresos de productores locales, sustituir importaciones y generar valor agregado al cultivo del coco. (MEFCCA, 2021).

II. ANTECEDENTES

El coco ha sido históricamente un cultivo relevante en diversas regiones tropicales del mundo debido a su versatilidad y amplio rango de aplicaciones alimentarias, cosméticas e industriales. En países del sudeste asiático, como Filipinas, Indonesia y Sri Lanka, la industrialización del coco se ha consolidado como un componente estratégico de sus economías, impulsando la producción de leche de coco, crema, aceite, harina y otros derivados que se comercializan en mercados internacionales. Este desarrollo ha permitido la modernización de la cadena productiva y la generación de valor agregado a partir de un recurso natural abundante. (FAO, 2023).

En América Latina, el aprovechamiento industrial del coco ha sido desigual. Mientras países como Brasil y República Dominicana han desarrollado plantas procesadoras orientadas a la exportación, en Centroamérica el procesamiento continúa siendo limitado y mayoritariamente artesanal. En Nicaragua, a pesar de contar con condiciones agroclimáticas favorables para el cultivo y con zonas productoras consolidadas en las Regiones Autónomas de la Costa Caribe, el procesamiento industrial de la fruta es incipiente. Gran parte del coco producido se comercializa en fresco o se utiliza en preparaciones domésticas, lo que restringe el potencial económico del rubro. *Latin America and the Caribbean's Coconut Market Overview 2024*. IndexBox.

La creciente demanda mundial de productos vegetales alternativos a la leche animal ha impulsado la expansión de la industria de bebidas vegetales, dentro de la cual la leche de coco se ha posicionado como una opción funcional y apreciada por su sabor, su contenido nutricional y su aplicación en gastronomía y alimentos procesados. Sin embargo, Nicaragua continúa importando la mayor parte de estas bebidas, lo que evidencia un vacío productivo y una oportunidad de sustitución de importaciones mediante el establecimiento de plantas procesadoras locales.

Diversos estudios técnicos y económicos realizados en la región han demostrado que la industrialización del coco genera beneficios significativos para los territorios, al promover el encadenamiento productivo entre agricultores, cooperativas, acopiadores y plantas procesadoras. Adicionalmente, el procesamiento del coco permite aprovechar integralmente la fruta mediante subproductos como harina desgrasada, agua estabilizada, fibra, carbón activado y sustratos agrícolas, aumentando así la rentabilidad global del cultivo. (Grand View Research, 2024).

A nivel nacional, instituciones como el Ministerio de para la promoción de emprendimiento, anteriormente conocido como (MEFCCA), INTA y las cooperativas

comunitarias de la Costa Caribe han impulsado iniciativas para mejorar la producción primaria, sin embargo, aún se observa la ausencia de infraestructura industrial capaz de transformar el coco a escala comercial. Esta limitación ha sido identificada como una barrera para el desarrollo económico local, especialmente en territorios donde el coco representa una de las pocas alternativas agrícolas viables. En este contexto, el análisis de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de leche de coco y derivados se vuelve pertinente, pues busca responder a una necesidad productiva real, mejorar la competitividad del sector y promover el uso eficiente de un recurso subutilizado. Además, contribuye al fortalecimiento de los sistemas agroalimentarios locales y al desarrollo territorial sostenible mediante la creación de empleo, la diversificación económica y el incremento del valor agregado en zonas rurales.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Diseñar una planta alimentaria de procesamiento de coco para obtención de leche y agua de coco y sub producto con valor agregados.

3.2 Objetivos específicos

1. Conocer la disponibilidad y costos del coco en zonas productoras.
2. Elaborar el flujo tecnológico del proceso total incluyendo leche y agua de coco (trituración, prensado, homogeneización).
3. Seleccionar la tecnología de procesamiento de leche pasteurizada, y agua de coco estabilizada incluyendo líneas de envasados.
4. Estimar la viabilidad económica de la planta considerando sustitución de importaciones si aplica.
5. Establecer estrategias de sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto.

IV. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

4.1 El cocotero y su relevancia productiva

El cocotero (*Cocos nucifera* L.) es un cultivo de alto valor económico, social y ambiental en regiones tropicales, debido a la amplia variedad de productos y subproductos que se pueden obtener del fruto: agua de coco, pulpa, aceite, leche, harina desgrasada, fibra, carbón activado y sustratos agrícolas. A nivel mundial, según la FAO (2023), los mayores productores de coco son Indonesia, Filipinas e India, países que han logrado consolidar cadenas agroindustriales competitivas basadas en el aprovechamiento integral del fruto.

En Nicaragua, la producción de coco se concentra principalmente en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS). Las condiciones agroecológicas del territorio favorecen el crecimiento del cocotero, que es percibido por productores locales como una planta de rápido desarrollo, abundante y con bajo nivel de aprovechamiento económico previo. Sin embargo, a pesar de la disponibilidad natural del recurso, la industrialización continúa siendo limitada.

Desde el punto de vista composicional, el fruto posee características que lo convierten en una materia prima adecuada para la transformación agroindustrial. Alrededor del 70% del fruto corresponde al endospermo, que incluye el agua y la pulpa o albúmen. Esta última contiene aproximadamente 44.8% de agua, 36.5% de grasa y menores proporciones de proteínas y carbohidratos, lo que la hace idónea para producir leche, crema, aceite y derivados alimentarios y cosméticos.

4.2 Valor nutricional del Coco

El coco es una fruta tropical y un tesoro nutricional que está viviendo un buen momento. Parece que el coco vuelve a estar en todas partes, y es que de pocas frutas se sacan tantos productos beneficiosos para la salud. Del coco se puede beber el agua que guarda en su interior o se puede comer la pulpa fresca y, se puede obtener aceite, manteca, leche y harina.

De cáscara gruesa y peluda, la pulpa del coco es blanca y con un aroma inconfundible. 100 gramos de pulpa nos aportan **342 calorías; sí, es una de las frutas más calóricas**, pero con un sinfín de propiedades nutritivas. Entre los múltiples beneficios del coco destacan sus propiedades antioxidantes, su capacidad para regular la presión sanguínea y disminuir los triglicéridos. Además, es rico en fibras y minerales (potasio, fósforo, magnesio, hierro y vitaminas E, C, y B).

4.3 Cadena de valor del coco en Nicaragua

El análisis de la cadena de valor del coco permite identificar los eslabones que intervienen desde la producción primaria hasta el consumo final. En Nicaragua, esta cadena aún es incipiente y presenta limitaciones estructurales que dificultan su consolidación industrial. Los principales eslabones son:

1. **Producción primaria:** protagonizada por pequeños y medianos productores de la RACCS, donde se ubican cerca de la mitad de las plantaciones del país.
2. **Procesamiento:** de alcance limitado y, en la mayoría de los casos, artesanal. Las actividades industriales aún no se han desarrollado plenamente.
3. **Comercialización:** dominada por acopiadores locales, intermediarios y algunas empresas exportadoras.
4. **Consumo:** tanto doméstico como internacional, con una demanda creciente de productos derivados del coco por su valor nutricional y funcional.

El estudio de la cooperativa UNCRISPROCA, apoyado por HORIZONT3000, destaca que el coco tiene un potencial significativo para dinamizar economías locales. Se ha estimado que la región podría iniciar actividades comerciales con un acopio mensual cercano a 23 600 frutos, permitiendo escalar hacia modelos industriales a mediano plazo. Este proceso gradual facilita la adquisición de capacidades técnicas y comerciales, necesarias para competir en mercados de mayor valor agregado.

A pesar del potencial, la falta de infraestructura industrial, la escasa transferencia tecnológica y la limitada articulación entre productores y compradores afectan la competitividad. Este escenario evidencia la necesidad de promover inversiones y acompañamiento técnico que permitan fortalecer la cadena de valor del coco.

4.4 Producción industrial de leche de coco

La leche de coco se ha posicionado como uno de los derivados con mayor relevancia dentro de la agroindustria del coco, gracias a su composición nutricional, su sabor característico y su creciente demanda en gastronomía, panificación y bebidas vegetales. (El Codex Alimentarius, 2011) la define como la emulsión diluida obtenida del endospermo del coco maduro, con un contenido graso entre el 10% y el 20%, aroma suave, color blanco y estructura cremosa.

4.3.1 Proceso industrial

El proceso industrial para la elaboración de leche de coco y agua de coco estabilizada se basa en el aprovechamiento integral del fruto de coco, mediante la separación de sus componentes principales (agua y pulpa) y su posterior transformación a través de operaciones unitarias específicas. Este enfoque permite optimizar el uso de la materia prima, reducir pérdidas y generar dos productos con valor comercial para el mercado nacional y de exportación.

1. Recepción, selección y control de materia prima

Se reciben cocos con un grado de madurez de 6 a 8 meses, los cuales son sometidos a inspección para evaluar su estado sanitario, calidad externa e integridad física. Se eliminan aquellos frutos que presenten daños, contaminación o signos de deterioro.

2. Lavado y desinfección

Los cocos seleccionados se lavan con agua potable para remover suciedad superficial y posteriormente se desinfectan mediante solución clorada (50–100 ppm), seguido de un enjuague con agua potable para eliminar residuos del desinfectante.

3. Clasificación

Se realiza una clasificación por tamaño, y Calidad del producto, asegurando condiciones homogéneas para el procesamiento y eficiencia en las operaciones posteriores.

4. Separación del fruto

Mediante perforación mecánica se realiza la extracción higiénica del agua de coco, la cual se recolecta en tanques de acero inoxidable. Posteriormente, el fruto se abre para separar la pulpa de la cáscara, dando origen a dos líneas de procesamiento independientes:

Línea A: Agua de coco

Línea B: Leche de coco

5. LÍNEA A: PROCESAMIENTO DE AGUA DE COCO

- **Filtración**

El agua extraída se somete a filtración mediante mallas (100–200 micras) para eliminar sólidos e impurezas.

- **Estandarización**

Se ajustan parámetros fisicoquímicos como pH (4.5–5.5) y sólidos solubles (°Brix), garantizando uniformidad del producto final.

- **Desaireación**

Se elimina el oxígeno disuelto para evitar oxidación, mejorando la estabilidad, sabor y vida útil del producto.

- **Tratamiento térmico UHT**

El agua de coco es sometida a tratamiento UHT mediante inyección directa de vapor, alcanzando temperaturas elevadas en tiempos cortos, lo que permite la inactivación de microorganismos con mínima afectación sensorial.

- **Enfriamiento**

Se enfría rápidamente para estabilizar el producto y evitar deterioro.

- **Envasado aséptico**

Se realiza en envases tipo Tetra Pack o PET bajo condiciones estériles, asegurando una larga vida útil sin necesidad de refrigeración.

- **Sellado y almacenamiento**

El producto se sella herméticamente y se almacena a temperatura ambiente.

6. LÍNEA B: PROCESAMIENTO DE LECHE DE COCO

- **Extracción de pulpa**

La pulpa se separa mecánicamente y se somete a trituración para facilitar la liberación de componentes.

- **Prensado**

Se realiza la extracción de la emulsión (leche de coco cruda) mediante prensado mecánico.

- **Formulación**

Se ajusta la concentración de grasa y humedad, incorporando estabilizantes alimentarios, como goma xantana al 0.40 %, para mejorar la estabilidad de la emulsión.

- **Filtración**

Se eliminan partículas sólidas no deseadas, obteniendo una emulsión más uniforme.

- **Homogeneización**

Se aplica presión para reducir el tamaño de glóbulos de grasa, evitando la separación de fases y mejorando la textura del producto.

- **Tratamiento térmico UHT**

La leche de coco se somete a tratamiento UHT, garantizando la destrucción de microorganismos y prolongando la vida útil del producto.

- **Envasado aséptico**

Se realiza en envases trilaminados, PET o latas esterilizadas, bajo condiciones controladas.

- **Sellado y almacenamiento**

El producto final se almacena a temperatura ambiente gracias al tratamiento UHT.

4.5 Mercado y demanda de derivados del coco

El mercado global de leche de coco ha crecido sostenidamente debido al aumento del consumo de bebidas vegetales y al interés por productos saludables, libres de lactosa y con aplicaciones culinarias diversas. Reportes como el *Global Plant-based Beverages Market Report 2024* (Grand View Research) destacan que la leche de coco es una de las bebidas vegetales más solicitadas por su textura y sabor.

En Ecuador —país tomado como referencia en el estudio técnico— el mercado presenta pocos competidores industriales, predominando marcas importadas de alto costo y elaboraciones artesanales sin control de calidad. Esto genera una demanda insatisfecha que puede ser aprovechada por nuevos productores.

La situación es similar en Nicaragua: el coco se comercializa mayoritariamente como fruta entera y no como producto procesado, lo cual evidencia una oportunidad significativa para incorporar valor agregado mediante la industrialización. La importación actual de leche vegetal demuestra la existencia de un mercado dispuesto a consumir estos productos si se encuentran a precios accesibles y con calidad garantizada. (Grand View Research, 2024).

4.6 Aprovechamiento integral del fruto y sostenibilidad

El enfoque de “coco cero desperdicios” promovido por la FAO y la *Asian and Pacific Coconut Community (APCC)* subraya la importancia de utilizar todas las partes del fruto para mejorar la rentabilidad del cultivo y reducir residuos. Este enfoque permite obtener:

- **Harina desgrasada** a partir del residuo de pulpa.
- **Aceite virgen** mediante prensado en frío.
- **Agua estabilizada** como bebida isotónica.
- **Fibra y polvo de coco** para uso agrícola e industrial.
- **Carbón activado** para filtración y aplicaciones ambientales.

Para Nicaragua, el aprovechamiento integral representa una estrategia clave para incrementar los ingresos de las familias productoras, generar encadenamientos productivos, diversificar la economía de la RACCS y fortalecer la sostenibilidad ambiental mediante el uso eficiente del recurso. (APCC, 2022).

4.7 Marco Legal

El diseño y operación de la planta procesadora de leche de coco pasteurizada mediante tecnología y agua de coco estabilizada en Nicaragua cumplirá con un conjunto de normativas nacionales y reglamentos técnicos centroamericanos, orientados a garantizar la inocuidad alimentaria, la protección ambiental y la seguridad e higiene ocupacional y dependiendo del destino de exportación se revisa cumplimiento de normativas y regulaciones de cada país.

En materia de inocuidad y procesamiento de alimentos, la planta se regirá por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 03 069-06 / RTCA 67.01.33:06, que establece los principios generales de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para la industria de alimentos y bebidas procesados. Esta normativa define las condiciones sanitarias, de infraestructura, equipos, personal y control de procesos necesarias para asegurar la calidad del producto final.

Asimismo, para la comercialización de los productos, será obligatorio cumplir con el procedimiento de registro sanitario, conforme a la norma NTON/RTCA 67.01.31:20, la cual regula el otorgamiento, renovación y modificación del registro de alimentos procesados, requisito indispensable para su distribución en el mercado nacional e internacional.

En cuanto al etiquetado de los productos, la planta cumplirá con el RTCA 67.01.07:10 (NTON 03 021-11) para el etiquetado general de alimentos preenvasados, así como con el RTCA 67.01.60:10 (NTON 03 092-10) correspondiente al etiquetado nutricional, garantizando que la información brindada al consumidor sea clara, veraz y conforme a la normativa vigente.

Respecto a la higiene del personal y manipulación de alimentos, se aplicará la NTON 03 026-10, la cual establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los manipuladores, incluyendo condiciones de salud, higiene personal y capacitación.

Para asegurar condiciones adecuadas de limpieza y sanitización en las instalaciones, se considerará la NTN 08 001-20, que establece recomendaciones para la limpieza y desinfección en la industria alimentaria, contribuyendo a la prevención de contaminación microbiológica.

En relación con la calidad del agua utilizada en el proceso, se deberá cumplir con la NTON 03 004, que define los valores máximos admisibles para agua potable, siendo este un insumo crítico tanto en la elaboración de leche de coco como en el procesamiento de agua de coco estabilizada.

Aunque la planta no procesa leche de origen animal, algunas referencias normativas como la NTON 03 034-12 / RTCA 67.04.66:12 y la NTON 03 024-99 pueden considerarse como guía en aspectos de control sanitario y manejo de productos líquidos, debido a similitudes en procesos térmicos y control microbiológico.

En materia ambiental, la planta deberá cumplir con la NTON 05 006-15, relacionada con el control ambiental en plantas procesadoras, así como con la NTN 05 014-01, que regula el manejo, tratamiento y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, asegurando una gestión adecuada de residuos como cáscaras y fibras de coco.

Finalmente, en el ámbito de seguridad e higiene ocupacional, el cumplimiento de las normativas mencionadas, junto con prácticas adecuadas de operación industrial, permitirá garantizar condiciones seguras para los trabajadores, minimizando riesgos asociados a maquinaria, manipulación de alimentos y procesos térmicos.

Para el caso de exportaciones se debe considerar lo siguiente:

En primer lugar, cumplimiento de las Normativas nacionales ya que se producen bajo dichas normativas nacionales bajo inspección de los entes reguladores y normativas regionales incluidas anteriormente.

En segundo lugar, las regulaciones del país destino: cada país tiene sus propias normativas sobre inocuidad, calidad, etiquetado y certificación de su origen.

Si se exporta hacia la Unión Europea: se requiere cumplir con el reglamento (CE), 853/2004 sobre higiene de los alimentos de origen natural, así como certificaciones de cumplimiento con las especificaciones del producto. (Union, 2004)

En tercer lugar, es importante asegurar el cumplimiento de:

1. Certificaciones obligatorias en Nicaragua
2. Certificado de registro de empresa productora de alimentos: emitido por la autoridad nacional de regulaciones sanitaria (ANRS)
3. Certificado sanitario de productos emitido el instituto de protección y sanidad agropecuaria. (IPSA)
4. Certificado de Laboratorios Especializados y aceptados por el país destino: emitido por un laboratorio acreditado, demostrando que el producto cumple con requerimientos del país destino.

V. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

Para el desarrollo del proyecto del diseño de una planta alimentaria para producir leche de coco pasteurizada y agua de coco estabilizada para consumo nacional y exportación se hizo mediante un enfoque técnico–ingenieril basado en información secundaria, orientado al diseño conceptual de una planta de procesamiento de coco. La metodología se estructura en etapas relacionadas con los objetivos específicos.

5.1 Análisis de disponibilidad de materia prima

Se realizó una revisión de información secundaria sobre producción de coco, disponibilidad anual y zonas productoras. La información fue obtenida de reportes agrícolas, estadísticas nacionales y publicaciones de organismos internacionales.

5.2 Elaboración del flujo tecnológico del proceso

Se elaboró el diagrama de flujo del proceso productivo identificando las operaciones unitarias necesarias para la obtención de leche de coco y agua de coco. También se describieron las etapas de procesamiento y se establecieron balances preliminares de materia. Estos balances estarán desarrollados bajo una base de cálculo y estimaciones de pérdidas en cada etapa del flujo tecnológico del proceso con referencias teóricas de procesamiento de coco.

5.3 Selección de tecnología y equipos

Se analizaron tecnologías utilizadas en la industria de procesamiento de coco para seleccionar los equipos adecuados en cada etapa del proceso considerando eficiencia, capacidad productiva, costos de adquisición estimados y calidad del producto. Se buscaron referencias de equipos y precios en páginas de internet de referencias internacionales de ventas de equipamiento industrial.

5.4 Estimación de viabilidad económica

Se estimaron los costos de inversión inicial, para conocer datos económicos de una potencial inversión. Se realizó un análisis económico preliminar que incluyó estimaciones de venta de productos haciendo un contraste solamente de inversión versus venta de productos.

5.5 Estrategias de sostenibilidad

Se evaluó cualitativamente el aprovechamiento integral del coco mediante la valorización de subproductos como cáscara, fibra y bagazo, con el fin de reducir residuos y generar valor agregado.

VI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS POR OBJETIVOS

En este acápite se presenta de una manera cualitativa y cuantitativa los resultados obtenidos del trabajo realizado como proyecto de graduación para el establecimiento del diseño de la planta alimentaria de procesamiento de coco.

Se consideró asumir algunos datos para efectos de cálculos principalmente una base de cálculo para desarrollar los balances de materiales y además de considerar los equipos y/u operaciones unitarias para lograr la transformación de la materia prima al o a los productos finales.

6.1 Disponibilidad de materia prima en Nicaragua

De acuerdo al monitoreo a la producción nacional, el Ministerio Agropecuario (MAG) informa una producción de 617,500 unidades de cocos, cosechados de enero a junio 2025 en más de 680 fincas que destinan su producción para el consumo nacional y exportación principalmente a Centroamérica. (MAG, 2025).

Asimismo, entre enero y mayo de 2025 se reportó un acopio de aproximadamente 481,800 unidades de coco, equivalentes a 722,700 Kg, destinados tanto al consumo nacional como a la exportación, evidenciando la disponibilidad de materia prima y su importancia en el desarrollo agroindustrial del país. (MAG, 2025). Se estima que cada año se tendrá la misma o aumente la disponibilidad de materia prima. En cuanto a precios se consultó de forma directa en mercados nacionales, el costo de cada unidad de coco esta en un rango entre 20 a 40 córdobas, sin embargo, se puede estimar que el costo por mayor puede oscilar entre 10 a 15 córdobas por unidad.

Desde el enfoque de cadena productiva, la transformación del coco en productos con valor agregado permite fortalecer la economía rural, incrementar los ingresos de los productores y mejorar la competitividad del sector agroalimentario, tal como lo señala la Food and Agriculture Organization (FAO), que destaca la importancia de integrar producción, transformación y comercialización en sistemas agroindustriales sostenibles.

6.1.1. Variedad y estado de madurez

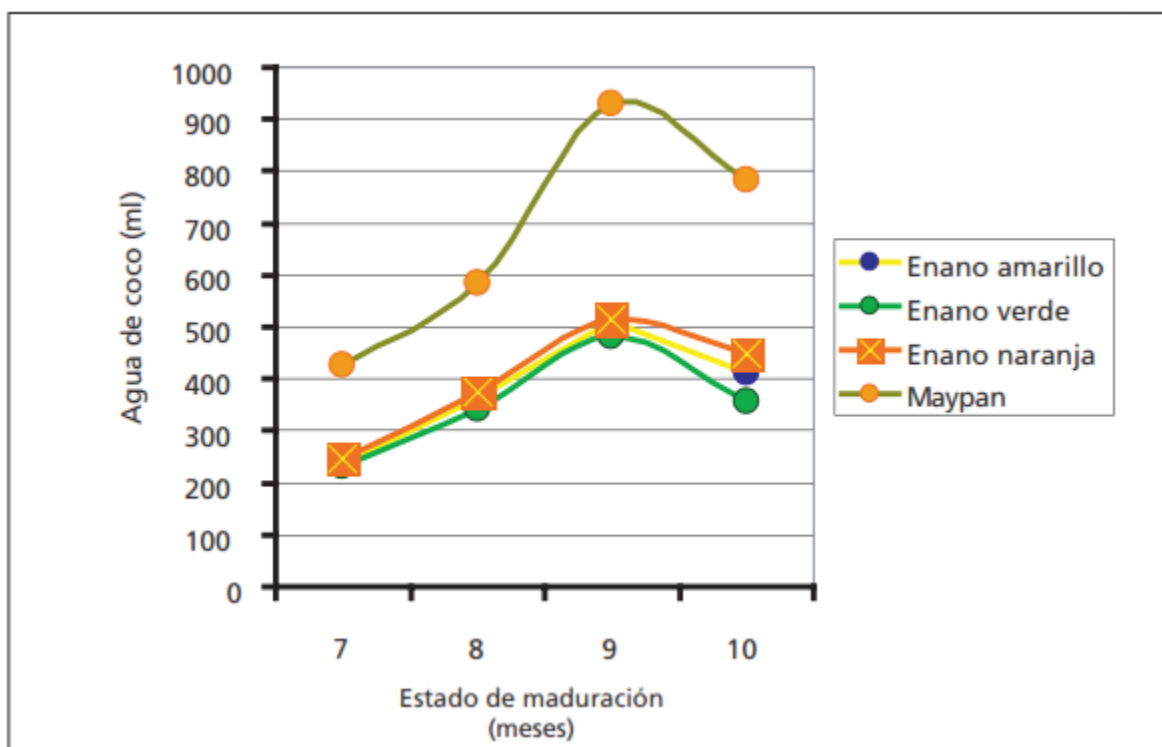
La cantidad de agua de coco que se puede extraer de un coco depende de la variedad y el estado de maduración del mismo. Por ejemplo, los cocos de la

variedad Maypan producen una mayor cantidad de agua de coco que los de la variedad Enano amarillo, los de Enano verde o los de Enano naranja (Figura 1). Los máximos rendimientos de agua de coco se obtienen de los cocos que tienen como mínimo nueve meses.

La siguiente figura muestra la cantidad de agua de coco por variedad.

Figura 1.

Perfil de cambios en la cantidad de agua de coco en las diferentes fases de maduración en cuatro variedades de coco.



Nota: FAO, 2007.

6.1.2. Variedades de coco en el RACCN y RACCS.

Tomando en cuenta la antigüedad y hasta distribución de la planta en casi todos los países tropicales del mundo, se estima que el número de variedades identificadas son generalmente reconocidas sólo en la localidad en donde prosperan (Borge, 2010). En el cocotero se reconocen dos grandes grupos, los gigantes o altos y los enanos, entre los cuales existe una gran diversidad. Los altos son menos precoces que los bajos. Una diferencia sobresaliente entre estas dos variedades es que las palmas altas, tienen período mucho más largo de vida, llegando a los 70 y 80 años y en determinados casos a 100; las variedades de enanos malasia producen a los 3 años y viven aproximadamente 50 años.

El número de frutos por racimo es menor en las variedades altas que en las variedades bajas, alcanzando de 4 a 30 frutos por racimo, con una producción anual de 80 a 100 frutos por planta, en las variedades enanas (Borge, 2010). En las plantas bajas, el promedio de vida es más corto, el comienzo de su producción es más temprano, 3 años, con un mayor número de frutos por racimo, que llega de 6 a 40 y de 150 a 200 nueces por año. Estas variedades tienen la ventaja que, en el inicio de su producción, la cosecha se puede realizar desde el suelo, lo que no sucede con las palmas de variedades altas. (Rongon, 1973).

6.1.3. Valor Nutricional del coco y de agua de coco

a) Coco

La composición del coco varía a medida que éste madura. La grasa constituye el principal componente —tras el agua— y es rica en ácidos grasos saturados (86% del total de la grasa). Se debe realizar un consumo moderado y ocasional de alimentos ricos en grasas saturadas. Sin embargo, el coco es una fruta, que, en la mayoría de los países, se consume con poca frecuencia, y en cantidades muy pequeñas, por lo que su consumo en fresco no plantea ningún inconveniente para la salud; es más, enriquece nuestra alimentación en sustancias nutritivas, sabores y aromas.

Su valor calórico es el más alto de todas las frutas. Aporta una baja cantidad de hidratos de carbono y menor aún de proteínas. No así ocurre con la fibra, ya que el coco posee alto contenido de este nutriente. Así mismo, el coco es fuente de selenio, hierro y potasio. El selenio contribuye al mantenimiento del cabello y las uñas en condiciones normales; el hierro contribuye a la formación normal de glóbulos rojos y de hemoglobina; el potasio contribuye al mantenimiento de la tensión arterial normal. El agua de coco —cuanto menos maduro esté el fruto—, más abundante y rico en nutrientes será.

b) Agua de Coco

Es un líquido claro y rico en nutrientes que circula dentro de los cocos verdes jóvenes y cocos maduros. Se trata de una bebida rica en electrolitos que se presenta de forma natural, compuesta principalmente de agua y carbohidratos en forma de azúcares naturales con mínimas trazas de vitaminas y minerales como potasio, magnesio, calcio y fósforo. Debido a su naturaleza isotónica, permite una alta hidratación que casi se asemeja a las concentraciones de electrolitos presentes en el plasma humano.

Debido a su bajo contenido calórico y su naturaleza libre de grasas, el agua de coco fue la comidilla de la industria de la salud y el bienestar. Además, se pensaba que el agua de coco ofrecía algunos beneficios funcionales para la salud, que van desde la rehidratación hasta el suministro de antioxidantes. Se han desarrollado tecnologías de procesamiento destinadas a extender la vida útil de la bebida conservando al mismo tiempo su perfil nutritivo, haciendo del agua de coco una de las opciones de bebidas naturales frente a las bebidas deportivas artificiales y las bebidas azucaradas.

Tabla 1.

Valores nutricionales del coco y agua de coco, en 100 gr de producto.

Parámetros Nutricionales	Unidades	Coco	Agua de Coco
Energía	Kcal	354,0	20,0
Grasas totales	g	33,0	0,0
Ácidos grasos saturados	g	30,0	-
Colesterol	mg	0,0	-
Sodio	mg	20,0	25,0
Potasio	g	379,0	160,0
Carbohidratos	g	15,0	5,5
Fibra alimentaria	g	9,0	-
Azúcares	g	6,0	-
Proteínas	g	3,5	0,1
Vitamina C	mg	3,3	-
Calcio	mg	14,0	5,0
Hierro	mg	2,5	-
Vitamina B6	mg	0,1	-
Vitamina B12	mg	0,1	-
Vitamina D	IU	0,0	-
Vitamina B12	µg	0,0	-
Magnesio	mg	32,0	
Fósforo	g	118,0	0,4
Lípidos	g	-	0,05
Selenio	µg	10,1	1,0

Nota: Zaragoza, 2023

El agua de coco es famosa por su composición nutricional distintiva que promueve una hidratación ideal y el equilibrio electrolítico. Así, al tener minerales como potasio, magnesio, calcio y sodio, el agua de coco pierde electrolitos durante el ejercicio y la deshidratación. El contenido de potasio con el agua de coco es digno de mención, mientras que una taza, de unos 600 mg, contiene mucho más que las

que se encuentran en la mayoría de las bebidas deportivas comercializadas tradicionalmente, por lo que funciona como una buena entidad para la función muscular saludable y la salud cardiovascular. Además, el bajo contenido de azúcar y la ausencia de aditivos artificiales hacen que esta bebida tenga un respaldo más sólido como una forma natural de hidratarse de forma saludable.

Además, otro beneficio importante del agua de coco es su rica composición química compuesta de compuestos bioactivos que tienen propiedades antioxidantes. Contienen, entre otros, agentes eliminadores como las vitaminas C y B, que ayudan a neutralizar los radicales libres en el cuerpo que causan estrés oxidativo y activación de la muerte celular. La investigación preliminar sugiere una mayor capacidad antioxidante mediante el consumo de agua de coco, facilitando una mejor salud de las células y la inhibición de enfermedades crónicas inducidas por el estrés oxidativo, en particular cardiovasculares y metabólicas.

6.2 Proceso y Diagrama de Flujo de Elaboración de Leche y Agua de Coco

En este acápite se presenta la descripción del procesamiento de los productos principales considerando utilizar tanto el agua como la pulpa del coco, además de ver que alternativas de uso se considera para la utilización de los residuos de este procesamiento, aunque en esta parte de los residuos utilizables se trató en un acápite siguiente. De igual manera se consideró las áreas de la planta que son parte principal del funcionamiento de una planta procesadora, tal es el caso de áreas administrativas, áreas de control de calidad, áreas de oficina en planta, entre otros. La descripción inicial del procesamiento es común para ambos productos, hay una separación de líneas de procesos una vez que obtenemos la adecuación de la materia prima tanto para leche como agua de coco.

6.2.1. Especificaciones de la Materia Prima Principal y otros

a) Coco y estado de madurez

El coco debe estar en un buen nivel de maduración (se evalúa por su tamaño y color), sin lesiones físicas que puedan afectar la calidad del producto, además no debe tener presencia de insectos o contaminación microbiana.

b) Aditivos

Goma Xantan esta debe tener todas las hojas técnicas y certificados pertinentes, además debe ser entregada por los proveedores en envases adecuados que protejan a la goma de posibles contaminaciones. La goma xantana es un aditivo alimentario y espesante natural, obtenido por fermentación, que sirve para espesar,

estabilizar y emulsionar alimentos, siendo indispensable para dar elasticidad y estructura, evitando que se rompa y mejorando la textura cremosa en algunos alimentos.

c) Agua

Para el proceso de elaboración de la leche de coco se utiliza agua potable, que no tenga residuos químicos, minerales o microbiológicos, que puedan afectar al producto final o la seguridad de los consumidores. Se establece hacer análisis de calidad de agua para tener de conformidad los parámetros de calidad de agua justo a las regulaciones nacionales.

6.2.2. Operaciones de Procesamiento para leche de coco.

a) Recepción, Selección y Lavado del Coco

El peso promedio de cada coco es de 2.5kg según la bibliografía. Se recibirán cocos cada 5 días y estos serán almacenados en una bodega de almacenamiento. El coco entero es colocado en una banda transportadora que los lleva a una tina de agua donde se realizará la limpieza. Se ha calculado por cada coco se utiliza 0.003375m³ de agua, que para los 420 cocos diarios que se procesan, se debe tener 1.42m³ de agua diarios. Pasa una clasificación manual donde se desechan los cocos dañados (tomándose un promedio de 5% en cocos dañados). (Andino y Bustos, 2012).

b) Pelado y Cortado

El coco se pela para luego ser cortado y separado. Teniendo un promedio de cáscara gruesa del 30% del coco y el 70% está compuesto por la concha, la pulpa y el agua. Los cocos pasan a la etapa de corte, donde se obtiene el albumen o pulpa, que es el 30%; la concha, que es el 20%; y el agua, que es el 50%. En esta etapa se acepta una pérdida del 0.5%. (Andino y Bustos, 2012).

La concha se la lleva a almacenarse para ser usada como combustible en el caldero.

c) Trituración, Masajeo y Mezclado

El albumen se tritura y pasa a una operación de masajeo donde se mezcla tanto con el agua que salió de cada coco y agua potable o apta para el proceso de

elaboración de leche de coco, en esta etapa hay una estimación de pérdida de 0.05%, principalmente en la trituración del albumen de coco.

d) Adición de Agua de Coco

Se mezcla agua de coco obtenida en la etapa de separación, esta agua de coco es filtrada antes de ingresar al proceso de masajeo y mezclado para integrarse con el producto en proceso.

e) Filtración

Después de haber masajeado y mezclado se filtra la mezcla de agua con pulpa obteniéndose así 1 sub producto y un producto, el bagazo y la leche de coco respectivamente. El bagazo representa el 39% del filtrado y la leche el 60.7%, aceptándose como pérdida el 0.3% de líquido o leche de coco.

f) Pasteurizado y Homogenizado

La leche de coco, que salió del filtrado, es sometida a un proceso de pasteurización a 70°C por 10 segundos, se espera hasta que la leche de coco se enfría a unos 55 a 60 °C y se adiciona 0.40% de goma Xantan, para luego homogenizar para tener una característica consistente y finalmente se lleva a envasado.

g) Envasado

El producto se envasa y se sella, en fundas tipo doy pack de plástico con un trilaminado adecuado. (para proteger bien el producto contra la luz y oxígeno) en presentaciones de 500 mL y 1000 mL. El producto se coloca en bandeja plástico para su respectivo almacenamiento.

h) Almacenamiento

El producto es colocado en cajas plásticas para luego llevar a una cámara fría con una temperatura de 4° C.

6.2.3. Operaciones de Procesamiento de agua de coco.

Para el agua de coco se pueden seleccionar coco tierno o maduros, sin embargo, la mejor opción es utilizar cocos tiernos y jóvenes para obtener agua de coco de alta calidad, de igual manera se seleccionan sin lesiones físicas que puedan afectar la calidad de los productos que se pueden obtener de forma de uso integral en la planta.

De la etapa de Pelado y Cortado se obtiene que los cocos una vez que pasan a la etapa de corte, donde se obtiene el albumen o pulpa, que es el 30%; la concha, que es el 20%; y el agua, que es el 50%.

La disponibilidad de un lote de proceso es del 50% de agua de coco, la cual estaría aprovechable tanto para la elaboración de leche de coco, así como para el agua de coco.

La siguiente descripción, es el procesamiento para obtener agua de coco envasada y estabilizada.

a) Almacenamiento de agua de coco

Se contará con un tanque de recolector de agua de coco, este será de acero inoxidable para producto en proceso. Construido en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio. Con capacidad de 1000L.

b) Filtración

Al partir el coco para obtener el agua de coco, algo de fibra o carne de coco se mezcla y se recoge con el agua de coco, por lo que necesitamos utilizar un filtro para eliminar el exceso de sólidos gruesos. Hay muchas máquinas que se pueden utilizar para filtrar el agua de coco. En este caso se utiliza un filtro de placa y marco para filtrar el agua de coco. El agua de coco se bombea al filtro de placa y marco, a través de la tela filtrante se retendrán los sólidos y se podrá recoger el agua de coco pura. La precisión del filtro de tela filtrante se puede personalizar de acuerdo con los requisitos del cliente.

c) Desaireación

La función del desaireador será de eliminar el oxígeno disuelto en el líquido, lo que ayuda a: evitar oxidación, mantener el sabor natural, prolongar la vida útil del producto. Son muy comunes en bebidas, jugos y agua de coco procesada.

Por ejemplo, la etapa de extracción provoca una alta disolución de aire en el producto. No todos los productos tienen la misma resistencia a la oxidación

producida por el aire disuelto. Determinados productos son muy sensibles a la oxidación, variando propiedades organolépticas que alteran la calidad.

d) Tratamiento térmico (pasteurización)

La pasteurización del agua de coco busca eliminar bacterias y prolongar su vida útil, comúnmente usando métodos térmicos como durante 15 segundos o métodos UHT (por 3-5 segundos) para asegurar esterilidad comercial. Estos procesos asépticos evitan la fermentación natural, manteniendo la calidad sin requerir conservantes adicionales. Se utiliza el pasteurizador de placas es un equipo utilizado en la industria alimentaria para la inactivación de microorganismos patógenos mediante tratamiento térmico controlado (72 -75 °C, durante 15 segundos), preservando las características nutricionales y sensoriales del producto, como en el caso del agua y leche de coco.

e) Enfriamiento

El enfriamiento del agua de coco tras la pasteurización debe ser inmediato y rápido, bajando la temperatura a 4–10 °C (preferiblemente 4 °C) para detener reacciones enzimáticas, evitar la oxidación y prevenir el crecimiento bacteriano. Se utiliza un tanque con camisa de agua fría, garantizando la calidad y prolongando su vida útil.

e) Envasado aséptico

Esta operación se hace con una maquina llenadora dosificadora, y se utilizaran botellas plásticas en presentación de 500 mL.

f) Almacenamiento

El producto es colocado en cajas plásticas para luego llevar a una cámara fría con una temperatura de 4° C.

6.3 Planta Integral para la elaboración de ambos productos

La descripción anterior es la de los procesos que se llevaran a cabo para la elaboración de los productos incluidos a base de coco. Complementario a estos

procesos se debe de tener áreas que conforman la planta de procesamiento, se definen las áreas a continuación, en la tabla No. 2:

Tabla 2.

Estimación de las áreas de la planta de procesamiento de leche y agua de coco.

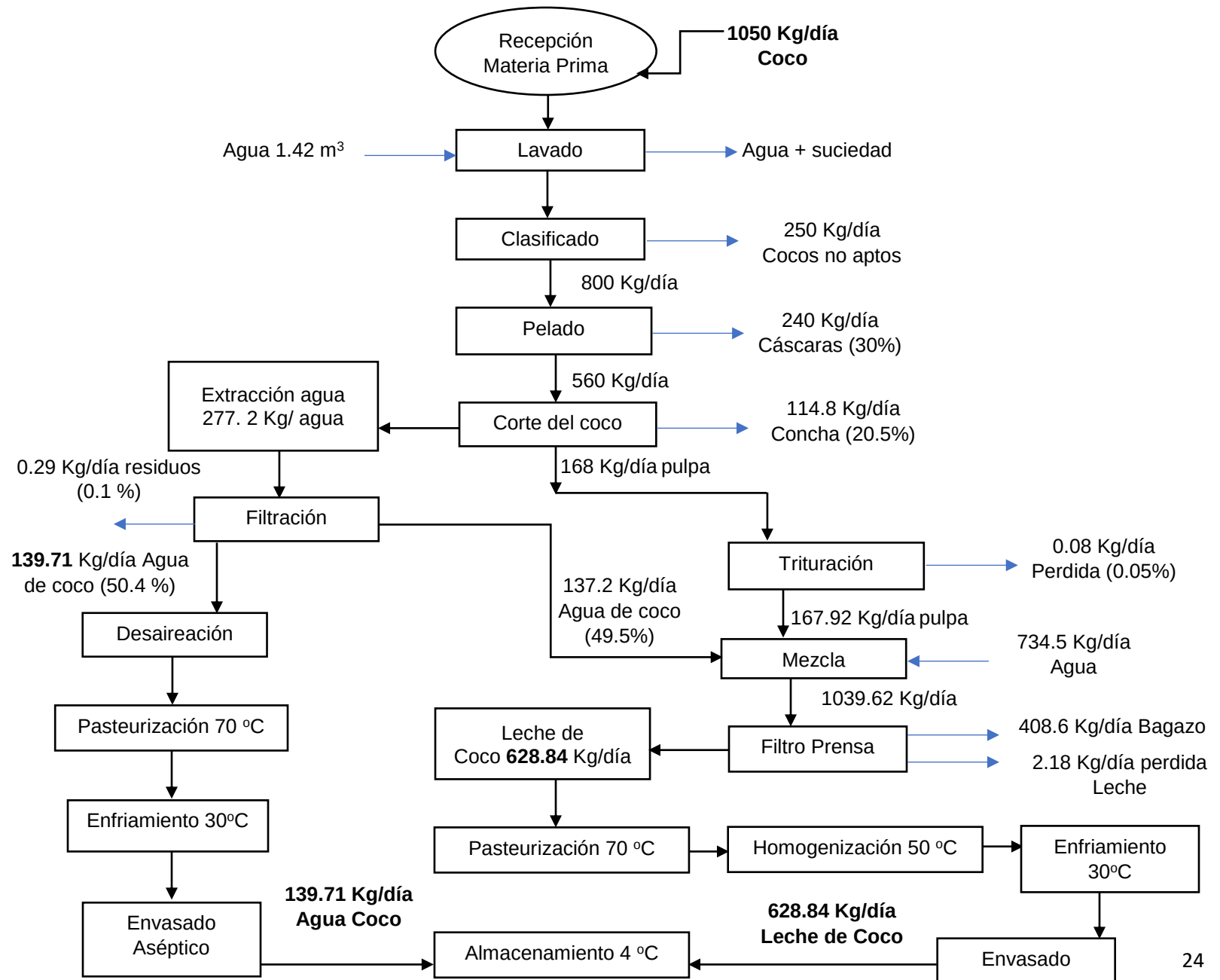
Descripción	Área estimada (m ²)	Costo Unitario \$/m ²
Zona de descarga de materia prima	100,0	150,0
Recepción de materia prima	80,0	150,0
Almacén de materia prima	150,0	300,0
Área de Producción de Leche y agua de coco	200,0	300,0
Área de suministros (material de empaque, materiales auxiliares, otros).	100,0	300,0
Área de Control de calidad	50,0	300,0
Área de envasado	100,0	300,0
Área de almacenamiento Producto Terminado	200,0	300,0
Área de personal	50,0	300,0
Área de material residual del proceso	50,0	150,0
Área Total Estimada	1 080,0	

Nota: Elaboración propia / Datos: Ruiz D. 2023.

6.4 Diagrama de Bloque del Flujo Tecnológico del Proceso de la Elaboración de Leche y Agua de Coco.

La elaboración del diagrama de bloque describe los pasos a seguir en la elaboración de los productos leche y agua de coco, incluyendo el balance de materiales y las condiciones de operación en cada etapa del procesamiento.

Figura 2. Balance de Materiales en el diagrama de flujo tecnológico del proceso de leche y agua de coco.



6.5 Selección de la Tecnología de Proceso para la Elaboración de Leche y Agua de Coco.

Se consideraron tecnologías utilizadas en la industria de procesamiento de coco para seleccionar los equipos adecuados en cada etapa del proceso considerando eficiencia, capacidad productiva, costos de adquisición estimados y calidad del producto.

La tecnología fue consultada vía internet a fabricantes chinos, quienes presentan alternativas de equipos eficientes y con calidad para la industria alimenticia, acero inoxidable, y diferentes capacidades. Se incluyen los rangos de costos según los rangos de las capacidades.

La tabla No. 3 contiene las imágenes, las especificaciones técnicas, las capacidades, el número de equipos y los rangos de costos.

Tabla 3.

Ficha Técnica de la Tecnología seleccionada para la planta de procesamiento de leche y agua de coco.

Equipo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario
Lavadora Industrial  Parámetros operativos Voltaje: 220V – 380V (trifásico) Potencia instalada: 1 – 5 kW Sistema de control: manual o automatizado Consumo de agua: optimizado con recirculación	Construida principalmente en acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio. Capacidad de lavado: 200-800 cocos /h Continuo: 600-1000 cocos/h. Este material es: Resistente a la corrosión Higiénico y fácil de limpiar Apto para contacto con alimentos (normativas sanitarias) Componentes adicionales: Banda transportadora en acero inoxidable o PVC grado alimenticio Boquillas de aspersión en acero inoxidable o polímeros sanitarios Cepillos (en algunos modelos) de material no tóxico	1	\$4,000 – \$8,000

Mesa de Selección



La mesa de selección es un equipo utilizado en líneas de procesamiento agroindustrial para la inspección, clasificación y separación manual de frutas, permitiendo retirar productos defectuosos o contaminados antes de continuar con el proceso.
Construida principalmente en acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio

2

\$500

Abridor de coco



Parámetros operativos
Voltaje: 110V / 220V / 380V
Potencia: 0.5 – 2.2 kW
Sistema de control: manual, pedal o automático
Tiempo de apertura: 15 – 20 segundos por coco

El abridor de coco industrial es un equipo diseñado para realizar el corte o perforación controlada del coco, permitiendo la extracción higiénica del agua y facilitando procesos posteriores como el despulpado o extracción de leche de coco.
Capacidad 180 – 240 Cocos/h
Estructura fabricada en acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio
Propiedades:
Alta resistencia a la corrosión
Cumplimiento de normas sanitarias
Fácil limpieza y desinfección
Componentes principales:
Cuchilla o broca de corte en acero templado
Soporte ajustable para el coco
Sistema de accionamiento (manual o eléctrico)
Base estructural reforzada.

1

\$1,000
–
\$3,000

Separador de Pulpa



El separador de pulpa de coco es un equipo utilizado en la industria agroalimentaria para separar la pulpa del coco del líquido (agua o leche), permitiendo obtener un producto más limpio, homogéneo y apto para procesos posteriores como filtrado, pasteurización y envasado.
Capacidad 200-500 Kg/h.
El equipo funciona mediante un sistema de filtración y separación mecánica:

La mezcla de agua + pulpa de coco ingresa al equipo
Un sistema de:
Centrifugación, o

1

\$2,000
–
\$5,000

	Prensado / tornillo sin fin, o Tamizado vibratorio separa las fases Se obtienen dos salidas: Líquido (agua de coco limpia o leche) Sólido (residuo de pulpa o bagazo)		
Trituradora de coco  Parámetros operativos Voltaje: 220V – 380V trifásico Potencia: 2 – 7.5 kW Velocidad del rotor: 800 – 3000 rpm Operación continua	Construida en acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio Propiedades: Alta resistencia a la corrosión Cumplimiento de normas sanitarias Fácil limpieza y mantenimiento Componentes principales: Cuchillas o discos trituradores en acero templado de alta resistencia Tolva de alimentación en acero inoxidable Cámara de trituración cerrada Estructura de soporte reforzada. Capacidad: 200-600 Kg/h El equipo funciona mediante un sistema de trituración mecánica rotativa: La pulpa de coco se introduce por la tolva Un rotor con cuchillas gira a alta velocidad La pulpa es cortada y desintegrada El producto sale en forma de: partículas pequeñas. masa homogénea.	1	\$1,500 – \$4,000
Molino coloidal 	Construido en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio Propiedades: Alta resistencia a la corrosión Cumplimiento de normas sanitarias Superficie lisa que evita contaminación. Capacidad 60-120 L/h Componentes principales: Rotor y estator en acero inoxidable de alta precisión Sellos mecánicos sanitarios Carcasa cerrada higiénica. Función y principio de operación	1	\$2,000 – \$6,000

Parámetros operativos Voltaje: 220V – 380V trifásico Potencia: 1.5 – 11 kW Velocidad: 2800 – 3600 rpm Ajuste de molienda: regulable	El molino coloidal trabaja mediante un sistema de corte, fricción y alta velocidad: El producto pasa entre un rotor (giratorio) y un estator (fijo) Se genera: Alta cizalla Fricción intensa Reducción de tamaño microscópico Esto permite: Formar emulsiones estables Homogeneizar líquidos con grasa (como leche de coco) Eliminar grumos		
Prensa hidráulica  Parámetros operativos Voltaje: 220V – 380V trifásico Potencia: 1.5 – 11 kW Velocidad: 2800 – 3600 rpm Ajuste de molienda: regulable Filtro de Prensa  Parámetros operativos	La prensa hidráulica es un equipo utilizado en la industria agroalimentaria para la extracción de líquidos mediante aplicación de presión, siendo ampliamente empleada en la obtención de leche de coco a partir de la pulpa triturada. Función y principio de operación La prensa hidráulica funciona mediante el principio de presión aplicada por un sistema hidráulico: Se introduce la pulpa de coco triturada en la cámara o bolsa filtrante. Capacidad: 30- 120 Kg/h de pulpa procesada. Leche: 20 a 80 L/h. El sistema hidráulico genera presión mediante un pistón La presión comprime la pulpa Se obtiene: Líquido (leche de coco) Residuo sólido (bagazo) El filtro prensa es un equipo de separación sólido-líquido utilizado en la industria alimentaria para la clarificación de líquidos, eliminando partículas finas y sólidos en suspensión mediante presión a través de medios filtrantes. Capacidad: 500- 1500 L/h 1. Fabricación y materiales Estructura construida en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio Propiedades:	1 2	\$3,000 – \$8,000 \$2,000- \$6,000

Voltaje: 220V – 380V Potencia: 1.5 – 5 kW (bomba + sistema hidráulico) Presión de filtración: 5 – 15 bar Operación por ciclos	Alta resistencia a la corrosión Cumplimiento de normas sanitarias Fácil limpieza y desinfección Componentes principales: Placas filtrantes en acero inoxidable o polímeros reforzados Telas o medios filtrantes (polipropileno o poliéster grado alimenticio) Bastidor estructural robusto		
Homogeneizador alta presión  Parámetros operativos Voltaje: 220V – 380V trifásico Potencia: 5 – 30 kW Presión de trabajo: 50 – 200 MPa Operación continua	El homogeneizador de alta presión es un equipo utilizado en la industria alimentaria para la reducción del tamaño de partículas y estabilización de emulsiones, mediante la aplicación de altas presiones que permiten obtener productos uniformes, como la leche de coco. Capacidad: 500 – 1500 L/h Construido en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio Propiedades: Alta resistencia a la corrosión Cumplimiento de normas sanitarias Alta durabilidad bajo presión Componentes críticos: Válvulas de homogeneización en acero endurecido Pistones de alta resistencia Sellos sanitarios de alta presión	1	\$8,000 – \$20,000
Pasteurizador de placas  Parámetros operativos Voltaje: 220V – 380V trifásico Potencia: 5 – 30 kW Presión de trabajo: 50 – 200 MPa Operación continua	El pasteurizador de placas es un equipo utilizado en la industria alimentaria para la inactivación de microorganismos patógenos mediante tratamiento térmico controlado, preservando las características nutricionales y sensoriales del producto, como en el caso del agua y leche de coco. Rango de Temperatura: 70 a 95 °C Capacidad de 1000 a 2000 L/h Construido en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio Propiedades: Alta resistencia a la corrosión Cumplimiento de normas sanitarias Alta durabilidad bajo presión Componentes críticos:	2	10,000 – \$25,000

	Válvulas de homogeneización en acero endurecido Pistones de alta resistencia Sellos sanitarios de alta presión		
Tanque de almacenamiento 	Acero inoxidable para producto terminado. Capacidad 500-200 L Construido en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio Propiedades: - Alta resistencia a la corrosión - Superficie lisa y sanitaria - Cumplimiento de normas de inocuidad alimentaria Componentes principales: - Cuerpo cilíndrico vertical - Fondo cónico o plano - Tapa hermética - Acabado sanitario pulido El tanque funciona como un sistema de almacenamiento estático o con agitación: Recibe el producto (agua o leche de coco) Lo mantiene en condiciones controladas Puede incluir: - Agitación para evitar sedimentación - Refrigeración para conservar el producto.	2	\$2,000 – \$10,000
Máquina llenadora 	La máquina llenadora es un equipo utilizado en la industria alimentaria para el dosificado y envasado de líquidos en recipientes, garantizando precisión en el volumen, higiene y eficiencia en el proceso de producción de bebidas como el agua y leche de coco. Construida en acero inoxidable AISI 304 o AISI 316 grado alimenticio Propiedades: - Alta resistencia a la corrosión - Cumplimiento de normas sanitarias - Superficies lisas que evitan contaminación Componentes principales: - Boquillas de llenado en acero inoxidable - Tanque de alimentación integrado - Sistema de válvulas sanitarias.	2	5,000 – \$20,000

Máquina selladora



La máquina selladora es un equipo utilizado en la industria alimentaria para el cierre hermético de envases, garantizando la protección del producto contra contaminación externa y prolongando su vida útil, especialmente en bebidas como el agua y la leche de coco. Construida en acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio

Propiedades:
Alta resistencia a la corrosión
Cumplimiento de normas sanitarias
Fácil limpieza

Componentes principales:
Cabezal de sellado
Resistencias térmicas
Moldes o placas de sellado

2

\$1,500 – \$6,000

Desaireador



Material de fabricación: Acero inoxidable grado alimenticio (AISI 304 o 316)

Capacidad: Adaptable al diseño de planta (ej. 1,000 L/h)

Tipo de operación: Continuo

Sistema de trabajo: Al vacío o térmico.

Componentes principales:
Cámara de desaireación, sistema de vacío o inyección de vapor, bomba de alimentación, válvulas de control y sistema de descarga

Presión de operación: Inferior a la atmosférica (en sistemas al vacío)

Temperatura de operación: Variable según el proceso

1

5,000-15,000

Nota: <https://www.easireal.com/es/coconut-processing-line-product/> 2026.

La tabla No.4 establece la información de costos de equipamiento, principalmente y además los ingresos estimados en base a precios de productos similares en el mercado de venta tanto de la leche como del agua de coco, proyectado los ingresos por mes y anuales, y preliminarmente se hizo el análisis costos vs ingresos por ventas para conocer la relación entre estos aspectos.

Tabla 4.

Costos de Tecnología e Ingresos por venta de los productos de la planta de procesamiento de leche y agua de coco.

Nro. Total de Equipos	Costos Estimados de Equipos/ (\$)	Ingresos Estimados por Ventas/ (\$/año)	Estimación del Periodo de Recuperación / (meses)
20	90,000	1 816,768.8	0.6

Nota: Elaboración Propia. Se considero el costo promedio de cada uno de los equipos.

Se consultaron precios de leche de coco puesta en venta en los supermercados locales, La colonia con un rango de C\$ 130.00 a 519.00, y marcas desde Goya, Thai, Country Barn y Roland, en presentación de 13 onz (385 mL) y 750 mL, ver anexo # 1 imágenes de productos. En este caso y para estimar precios de venta y considerando que la planta cumplirá con estándares de calidad tomaremos para efectos de cálculos un precio en el rango de los precios de la competencia. Consideraremos un precio de C\$ 370.00 o su equivalente \$10.0 para una presentación de 1000 mL.

En este caso, el análisis que se hace es para estimar la viabilidad económica con un indicador financiero y uno de los más comunes, período de recuperación de la inversión, es un indicador sólido para estimar preliminarmente la rentabilidad. Se considera que este proyecto es potencialmente rentable debido a que hay una holgura entre la inversión más alta se podría decir, la inversión de los equipos tecnológicos, y el ingreso por ventas estimado bajo precios por competencias. Si se desarrolla el estudio de prefactibilidad como equipo de trabajo de este proyecto se cree firmemente que resultaría rentable. Ver en Anexo #2 Cálculos de ingresos por ventas y producción estimada de leche de coco y agua de coco bajo el balance de materiales para estimar dichos ingresos.

6.6 Estrategias de sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto en la planta de Elaboración de Leche y Agua de Coco.

Las partes comestibles del coco son principalmente el agua y la pulpa de coco, y de esta ultima se pueden obtener derivados de coco como es el caso de leche y dulces de coco, entre otros. Sin embargo, este fruto genera otros subproductos que pueden ser aprovechados integralmente como materia prima en otros procesos y obtener otros productos como carbón activado de la concha del coco, paneles o tableros de la cáscara de coco, solo por mencionar algunos productos.

Figura 3.

Residuos aprovechables, concha y cáscara de una planta de procesamiento de coco.



Nota: Stelte, W.,2023

La gestión integral de residuos en una planta procesadora de coco se enfoca en transformar los subproductos lignocelulósicos (cáscara, estopa, concha) en recursos de valor, minimizando el impacto ambiental mediante principios de economía circular. (Stelte, W.,2023).

6.6.1 Clasificación y Fuentes de Residuos

1. **Cáscara exterior (Exocarpio) y estopa (Mesocarpio):** Es el residuo más voluminoso, rico en fibra.
2. **Concha dura (Endocarpio):** Muy resistente, ideal para bioenergía.
3. **Residuos líquidos:** Agua de coco residual y agua de lavado (alto contenido orgánico, alto DBO/DQO).

6.6.2 Estrategias de Valorización (Aprovechamiento)

El objetivo es pasar de la eliminación a la comercialización de subproductos:

1. **Fibra de coco:** Trituración de la estopa para producir fibra para colchones, asientos de automóviles, geotextiles para control de erosión y cuerdas.
2. **Sustrato agrícola:** La pelusa o polvo de coco se utiliza como sustrato orgánico en cultivos hidropónicos por su buena aireación y retención de humedad.
3. **Bioenergía y Briquetas:** Las cáscaras y conchas se compactan para crear briquetas de biocombustible, una alternativa ecológica al carbón.
Carbón activado: La concha dura se carboniza para producir carbón activado de alta calidad, utilizado para la purificación de agua y aire.

4. **Compostaje:** Los residuos orgánicos se convierten en abono natural rico en nutrientes para la tierra.

6.6.3 Tratamiento de Residuos Líquidos

El agua residual de las plantas de coco presenta alta turbidez y carga orgánica.

1. **Oxidación Avanzada:** Combinación de reacción Fenton y procesos electroquímicos para eliminar materia orgánica y reducir la demanda química de oxígeno (DQO) hasta en un 95%. (Moura Gomes L. 2014)
2. **Lavado y Tratamiento:** Es crucial lavar la fibra para reducir la conductividad eléctrica y el contenido de potasio antes de usarla como sustrato. (Juárez-Piedra V. 2025).

6.6.4 Componentes de un Plan de Gestión Integral

Un plan eficiente debe incluir:

1. **Reducción en origen:** Optimización del corte del fruto para aprovechar el máximo volumen de pulpa y agua.
2. **Almacenamiento y separación:** Áreas clasificadas para separar fibra, concha y residuos orgánicos degradables.
3. **Tratamiento de residuos peligrosos:** Manejo adecuado de envases de limpieza y mantenimiento de maquinaria.
4. **Educación comunitaria:** Capacitación del personal sobre el manejo de residuos y el valor de los subproductos.

6.6.5 Beneficios de la Gestión Integral

1. **Económicos:** Creación de nuevos productos comercializables (fibra, sustrato, energía).
2. **Ambientales:** Reducción de la quema de cáscaras y del impacto en vertederos, disminuyendo la contaminación del aire y suelo.
3. **Sociales:** Generación de empleo local en la transformación de residuos.

VII. CONCLUSIONES

Se estableció el diseño técnico de una planta alimentaria de procesamiento de coco, para obtener agua y leche de coco para consumo local y potencialmente a exportar. Se consideraron áreas principales tales como zona de descarga y recepción de materia prima, almacenes de producto terminado y materia prima, área de producción, área de suministros, área de control de calidad, área de envasado, área de personal y de material residual del proceso, considerando un área estimada de 1080.0 m². En esta planta no fue considerado una línea de procesamiento para darle valor agregado a los diferentes subproductos aprovechables, (cáscara, concha y pulpa).

En el año 2025, la disponibilidad de cocos en el país, según el MAG reportó un acopio de aproximadamente 481,800 unidades de coco, equivalentes a 722,700 Kg, destinados tanto al consumo nacional como a la exportación, evidenciando la disponibilidad de materia prima y su importancia en el desarrollo agroindustrial del país, la estimación de necesidad de materia prima para la planta esta en 1050 Kg/día, considerando que hay oportunidad de tener acceso a la cantidad necesaria para producir leche y agua de coco. En cuanto a precios se consultó de forma directa en mercados nacionales, el costo de cada unidad de coco está en un rango entre 20 a 40 córdobas, sin embargo, se puede estimar que el costo por mayor puede oscilar entre 10 a 15 córdobas por unidad.

Se logro seleccionar la tecnología adecuada para la elaboración de los productos propuestos leche y agua de coco, por medio de la consideración de un diagrama de flujo con operaciones lógicas de transformación y con las condiciones adecuadas de operación, estos equipos fueron cotizados vía internet de acuerdo a sus capacidades, se incluyen llenadoras y dosificadoras, molino, homogenizador, triturador, pasteurizadores, entre otros. De igual manera se logró establecer un balance de materiales considerando una base de cálculo de 1050 Kg/ día de materia prima, teniendo rendimientos de 13.3% de agua de coco estabilizada y 59.8% de leche coco, y el 26.9% de residuos aprovechables. Estos porcentajes basados en el 100% de materia prima sin eliminar cáscaras y concha, además incluye los cocos descartados y no aptos para el proceso.

En otro aspecto se logró, estimar que este proyecto es potencialmente viable económicamente, aunque se determino de forma preliminar un indicador financiero bajo información secundaria, la inversión se recupera en poco tiempo, 0.6 meses, considerando precios de ventas por competencia y costos de equipos vía internet,

se hizo un ejercicio preliminar en cuanto a estimación de viabilidad económica. Es importante mencionar que los ingresos por ventas solo para los dos productos de dicho proyecto. Cabe mencionar que los ingresos pueden aumentar si se considera incluir el aprovechamiento de los residuos como es el caso de Concha, Cáscara y Pulpa de Coco, ya sea por venta los mismos o por procesarlos y obtener otros productos a venderse.

En este caso, el análisis que hacemos para estimar la viabilidad económica con un indicador financiero y uno de los más comunes, período de recuperación de la inversión, es un indicador sólido para estimar preliminarmente la rentabilidad. Se considera que este proyecto es potencialmente rentable debido a que hay una holgura entre la inversión más alta se podría decir, la inversión de los equipos tecnológicos, y el ingreso por ventas estimado bajo precios por competencias. Si se desarrolla el estudio de prefactibilidad como equipo de trabajo de este proyecto se cree firmemente que resultaría rentable. Ver en Anexo #2 Cálculos de ingresos por ventas y producción estimada de leche de coco y agua de coco bajo el balance de materiales para estimar dichos ingresos.

Se plantearon de forma general estrategias de sostenibilidad y aprovechamiento integral del fruto de coco, principalmente con enfoque y principios de economía circular para minimizar el impacto ambiental, se consideró desde la clasificación en fuentes de residuos hasta estrategias de valorización y/o aprovechamiento de los mismos para darle valor agregado y obtener algunos ingresos por la venta de estos, tales como sustratos agrícolas, briquetas y carbón activado. También se incluyeron alternativas de tratamiento de aguas residuales y algunos componentes de un Plan de Gestión Integral de Residuos.

VIII. RECOMENDACIONES

Seleccionar y/o caracterizar la variedad de coco a utilizar en ambos procesos, ya que, en la etapa de análisis de la información recopilada y considerada para establecer la planta procesadora de leche y agua de coco, no se consideró la variedad de coco, y hay variedades que tienen mayor producción de agua.

Determinar los requerimientos de energía para lograr obtener el consumo global de energía del proceso total y de las áreas complementarias de la planta.

Se recomienda también en cuanto consumo energético incluir una caldera, con las siguientes recomendaciones técnicas: de 6 HP, generador de vapor compacto y automático, comúnmente usado en la industria pequeña y mediana para alimentos. Generalmente son pirotubulares, funcionan con quemadores de gas o diésel, e integran sistemas de seguridad como válvulas, bombas de agua y controles automáticos de nivel, para la generación de vapor para los equipos de consumo de vapor que fueron seleccionados para el procesamiento de leche y agua de coco.

Realizar un estudio de factibilidad completo para analizar la viabilidad global del proyecto de una manera integral y que pueda servir de toma de decisiones a los inversionistas interesados en el tema, es decir con más detalles para el caso del estudio de mercado y el análisis de rentabilidad del proyecto.

Se recomienda incluir en un Estudio de Factibilidad, establecer una línea de proceso de valor agregado a los subproductos aprovechables (concha, cáscaras y pulpa), los cuales generarían un mayor ingreso a la planta.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Aceite de coco y salud. Fundación Española de Nutrición.
<https://www.fen.org.es/blog/aceite-de-coco-y-salud/>

Andino Mosocoso J.E. y Bustos P.J., 2012. Estudio de prefactibilidad de la Leche de coco. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición. Ecuador. 2012.

Borge, G., S., & T., E. (2010). Evaluación biofísica de dos variedades de cocos en el Centro CETAAF Wawashang. Monografía de Ing. Agroforestal. URACCAN, Bluefields, Nicaragua.

Cardoso, Diuli A., Moreira, Annie S. B., Oliveira, Glaucia M. M. de, Luiz, Ronir Raggio, & Rosa, Glorimar. (2015). A coconut extra virgin oil-rich diet increases HDL cholesterol and decreases waist circumference and body mass in coronary artery disease patients. *Nutrición Hospitalaria*, 32(5), 2144-2152.
<https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9642>

Dietas y productos mágicos. Fundación Española de Nutrición.
<https://fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/181120093354.pdf>

Dixon, J., C. (2012). Análisis de encadenamientos productivos para la generación de valor agregado de nuevas cadenas agroalimenticias. Managua.

FAO, 2007. Rosa Rolle. Buenas prácticas para la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada. Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria. Dirección de Infraestructura Rural y Agroindustrias

FAO. (2013). Coconut processing technologies and value addition. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

INETER (2014). Incidencia del factor climatológico en la producción de granos básicos, en la comunidad Karawala, municipio de Desembocadura del Río Grande, Bluefields. Nicaragua.

Juárez-Piedra V. 2025. Gestión de residuos de coco verde (pipa, *Cocos nucifera* L.) para una industria alimenticia. Tecnológico de Costa Rica.

Moura Gomes L. 2014. Desarrollo de un sistema para el tratamiento de aguas residuales de la industria del coco mediante procesos electroquímicos seguidos de la reacción de Fenton. Ciencia y tecnología del agua, 2014;69(11):2258-64. doi: 10.2166/wst.2014.129.

Preferencias de consumo por productos derivados del cocotero en la Península de Yucatán, México. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n1/v6n1a5.pdf>
Ragnon, F. (1973.). Los Cocoteros Enanos. París.

Romero, M., R (2001). Enciclopedia práctica de agricultura y ganadería, Costa Rica.

Ruiz D. 2023. Estudio de Prefactibilidad para instalación de una planta procesadora de queso a base de leche de coco. Trabajo de Curso de la Asignatura de Diseño de Plantas.

Stelte, W., Reddy, N., Barsberg, S., y Sanadi, AR (2023). " Coir de los residuos del procesamiento del coco como materia prima para aplicaciones más allá de los usos tradicionales ", *BioResources* 18(1), 2187-2212.

Zaragoza, V. J. 2023 ¿Qué es el Coco? Beneficios para la salud y propiedades. 2023

Pag Web:

MAG, 2025 <https://mag.gob.ni/index.php/noticias?view=article&id=446:produccion-de-coco-supera-las-600-mil-unidades-en-el-primer-semester-del-2025-en-nicaragua&catid=11#:~:text=De%20acuerdo%20al%20monitoreo%20a,y%20exportaci%C3%B3n%20principalmente%20a%20Centroam%C3%A9rica.>

<https://www.easireal.com/es/coconut-processing-line-product/>

X. ANEXOS

Anexo 1. Imágenes de precios consultados en supermercados locales.

	
LECHE DE COCO LATA 754 ML - UND - GOYA C\$519.75	LECHE DE COCOC 13.66 OZ 011506 - UND - THAI C\$221.00
	
BEBIDA DE COCO 13.5 OZ 35406-03496 - UND - COUNTRY BARN C\$133.00	BEBIDA DE COCO DIET LATA 14 OZ 86012 - UND - ROLAND C\$170.00
	
BEBIDA DE COCO CLASSIC 14 OZ 8600 - UND - ROLAND C\$169.00	Thai Kitchen Leche de Coco 6 Unidades / 403 mL / 13.66 oz Disponible C\$889.95

Anexo 2. Estimación de cálculos de ingresos por ventas.

Producción de Leche de coco: 628.84 Kg/día Equivalentes a 619.55 L/día

Producción de Agua de coco: 139.71 Kg/día Equivalentes a 137.24 L/día

Precio de Venta de leche de coco por competencia: \$10.0 /L

Precio de Venta de agua de coco estimado: \$5.0 /L

Ingresos por venta:

Leche de coco=

$619.55 \text{ L/día} * 22 \text{ días/Mes} * 12 \text{ Meses/año} * 10\$/\text{L}$

1 635,612.0 \$/año

Agua de coco=

$137.24 \text{ L/día} ** 22 \text{ días/Mes} * 12 \text{ Meses/año} * 5\$/\text{L}$

181,156.80 \$/año

Estimación Total de ventas anuales: **1 635,612.0 \$/año + 181,156.80 \$/año**

Estimación Total de Ventas: 1 816,768.80 \$/año

Periodo de Recuperación (PR): (Inversión /Ingresos por ventas anual) * 12 meses/año

PR: $(90,000\$ / 1\,816,768.80 \text{ \$/año}) * 12 \text{ meses/año}$

PR: 0.6 meses.