

Design and prefeasibility of aguaymanto - *Physalis peruviana* canning plant: process, capacity and sanitary guidelines

Julissa Velasquez Cruz¹ 

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, ¹jvelasquezcr@unsa.edu.pe

Abstract– The *Physalis peruviana* fruit has growing local availability and functional potential, motivating the need for safe and efficient processing alternatives. This study evaluates the technical feasibility of implementing a small-to-medium canning plant by analyzing industrial operations, productive capacity and sanitary requirements. A complete process route was specified, including reception, sorting, washing with potable chlorinated water (50–200 ppm free chlorine, pH 6.5–7.5, 1–5 min), preparation of a 20 °Brix covering medium, scalding at 80–85 °C, hot filling and ~15 min water-bath pasteurization for acidic product safety, cooling and labeling. Productive capacity was assessed based on a 100 kg/h kettle and an effective output of 800 kg/day (8 h), and compared against demand–supply projections. Regulatory requirements were evaluated according to DS 007-98-SA and microbiological criteria applicable to processed foods. The engineered route aligns with standard thermal processing practices and ensures product stability. Capacity analysis revealed inconsistency between mass-flow output (800 kg/day) and the target of 4 000 jars/day (~1 000 kg/day), indicating potential thermal or filling bottlenecks. Market projections show sustained demand growth exceeding regional supply. Compliance with national sanitary regulations and HACCP implementation is achievable within the proposed design. However, scaling requires reconciliation of throughput assumptions and the incorporation of pilot-scale microbiological validation to confirm process safety margins.

Keywords– *Physalis peruviana*; thermal processing; canning; capacity analysis; food safety.

Diseño y pre-factibilidad de una planta de conserva de aguaymanto - *Physalis peruviana* : proceso, capacidad y lineamientos sanitarios

Julissa Velasquez Cruz¹ 

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, ¹jvelasquezcr@unsa.edu.pe

Resumen— El aguaymanto (*Physalis peruviana*) posee disponibilidad regional y valor funcional, lo que motiva la búsqueda de alternativas de procesamiento inocuo y eficiente. Este estudio analiza la factibilidad técnica de implementar una planta de conservas de pequeña-mediana escala mediante la evaluación del proceso, la capacidad productiva y requisitos sanitarios. Se definió la ruta completa del proceso: recepción, selección, lavado con lavado con agua potable clorada (50–200 ppm de cloro libre; pH ≈ 6.5–7.5; 1–5 min), preparación de un medio de cobertura a 20 °Brix, escaldado a 80–85 °C, llenado en caliente, pasteurización en baño María (~15 min, producto ácido), enfriamiento y etiquetado. La capacidad se evaluó considerando una marmita de 100 kg/h y un rendimiento efectivo de 800 kg/día (8 h), comparándolo con las proyecciones de oferta–demanda. Se verificó el cumplimiento del marco sanitario peruano (DS 007-98-SA y criterios microbiológicos). El flujo diseñado coincide con prácticas industriales de tratamiento térmico y asegura estabilidad del producto. El análisis de capacidad evidenció discrepancia entre el flujo másico (800 kg/día) y la meta de 4 000 frascos/día (~1 000 kg/día), sugiriendo cuellos de botella en el tratamiento térmico o el llenado. Las proyecciones muestran una demanda creciente superior a la oferta regional. El diseño propuesto puede cumplir las exigencias sanitarias nacionales y la implementación de HACCP. No obstante, su escalamiento requiere armonizar los supuestos de capacidad y contar con validación microbiológica piloto que confirme los márgenes de inocuidad del proceso.

Palabras clave— *Physalis peruviana*; procesamiento térmico; conservas; análisis de capacidad; inocuidad alimentaria.

I. INTRODUCCIÓN

El aguaymanto (*Physalis peruviana*) es un fruto de amplia disponibilidad en diversas zonas productivas del sur del Perú y posee características nutricionales y funcionales que respaldan su potencial para el desarrollo de productos de mayor valor agregado [1], [2].

La ausencia de procesamiento industrial significativo en la región genera pérdidas postcosecha y limita el aprovechamiento comercial del producto, lo que evidencia la necesidad de alternativas de transformación estandarizadas [3], [4], [5], [6], [7] y con garantías de inocuidad [8].

En este contexto, la elaboración de conserva de *Physalis peruviana* constituye una opción tecnológica viable debido a su estabilidad térmica, su aceptabilidad sensorial y la posibilidad de prolongar su vida útil mediante operaciones de escaldado, llenado en caliente y pasteurización [10], [11],

[12], [13], [14]. El diseño de una planta de pequeña-mediana escala requiere, sin embargo, una comprensión integrada del flujo de proceso, la capacidad productiva y los requisitos sanitarios establecidos para la fabricación de alimentos de bajo riesgo microbiológico [15].

El estudio desarrollado contempla operaciones fundamentales —recepción, selección, lavado clorado, preparación de un medio de cobertura a 20 °Brix, escaldado entre 80–85 °C, pasteurización en baño María y etiquetado— que permiten asegurar la inocuidad y estabilidad del producto final [16], [17], [18], [19]. Adicionalmente, el análisis de capacidad operativa identifica oportunidades y restricciones asociadas al rendimiento de los equipos térmicos y de envasado [20], aspectos esenciales para evaluar la factibilidad de escalamiento. Estos criterios técnicos se sustentan además en evidencias de conservación y calidad (1-MCP, cinética de vida útil) y en la evaluación de parámetros del proceso térmico [21], [22], [23], [24]. Se adopta una relación 60 % fruta : 40 % almíbar (20 °Brix) y formato 350 g (masa drenada 200 g).

El cumplimiento del marco regulatorio peruano en higiene, control sanitario y criterios microbiológicos, junto con la implementación del sistema HACCP, constituye un eje central en la viabilidad del proyecto [25], [26], [27]; además, la gestión ambiental y de residuos líquidos en planta es un componente transversal del aseguramiento sanitario [9].

De ese modo en el presente se establece, así, las bases para el desarrollo del diseño de proceso, la evaluación de capacidad y la revisión de los elementos críticos para garantizar un procesamiento seguro y conforme a normativas, que sustenten la propuesta de una planta de conservas de *Physalis peruviana*.

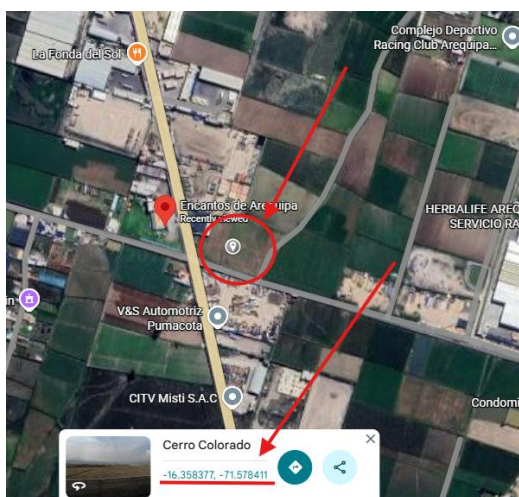


Fig. 1 Localización de la planta proyectada en Cerro Colorado, Arequipa, Perú (Fuente: Google maps).

II. METODOLOGÍA

A. Enfoque general del diseño

La metodología se basó en el análisis ingenieril de las operaciones unitarias necesarias para la elaboración de conserva de *Physalis peruviana*, integrando parámetros operativos, secuencia del proceso, requerimientos sanitarios y capacidad productiva reportados en el estudio técnico de prefactibilidad. Se adoptó una estructura sistemática que comprende: definición del flujo de proceso, caracterización de insumos y condiciones de operación, dimensionamiento preliminar de equipos y verificación de cumplimiento sanitario.

B. Flujo de proceso y condiciones operativas

La ruta procesal se estableció a partir de las prácticas térmicas y de conservación descritas en la ingeniería del proyecto, e incluye las siguientes etapas:

Recepción de materia prima: Cuantificación del aguaymanto ingresante y verificación de integridad física del fruto. Se establecieron criterios de calidad para la materia prima:

- Tamaño uniforme: 1.5–2.5 cm diámetro
- °Brix: 12–16
- pH: 3.5–4.2

Estos parámetros garantizan uniformidad térmica y consistencia del producto final.

Selección: Separación manual o mecánica de frutos con daño mecánico o grado de madurez inadecuado; se recomienda madurez $\frac{3}{4}$ para resistencia térmica y estabilidad.

Lavado: Aplicación de agua potable clorada (50–200 ppm de cloro libre; pH $\approx$ 6.5–7.5; 1–5 min), con enjuague posterior.

Preparación del medio de cobertura: Formulación de jarabe a 20 °Brix, compuesto por agua, acidulantes y edulcorantes permitidos, calentado hasta 90 °C para su completa disolución. Escaldado: exposición del fruto en almíbar a 80–85 °C durante aproximadamente 5 min, según las condiciones térmicas establecidas para preablandamiento y reducción microbiana. Llenado en caliente: frascos esterilizados con vapor/agua caliente; llenado del fruto y posterior adición del medio de cobertura en caliente.

Pasteurización: Tratamiento térmico en baño María durante ~15 min (producto ácido).

Enfriamiento: Tránsito inmediato por etapas de agua tibia y luego fría para evitar choque térmico y fractura del vidrio.

Etiquetado y almacenamiento: Uso de rótulos conforme a normativa y almacenamiento en zona seca y ventilada.

Estas operaciones constituyen el flujo operativo modelado en el estudio y responden a las características fisicoquímicas del aguaymanto y su comportamiento durante el tratamiento térmico.

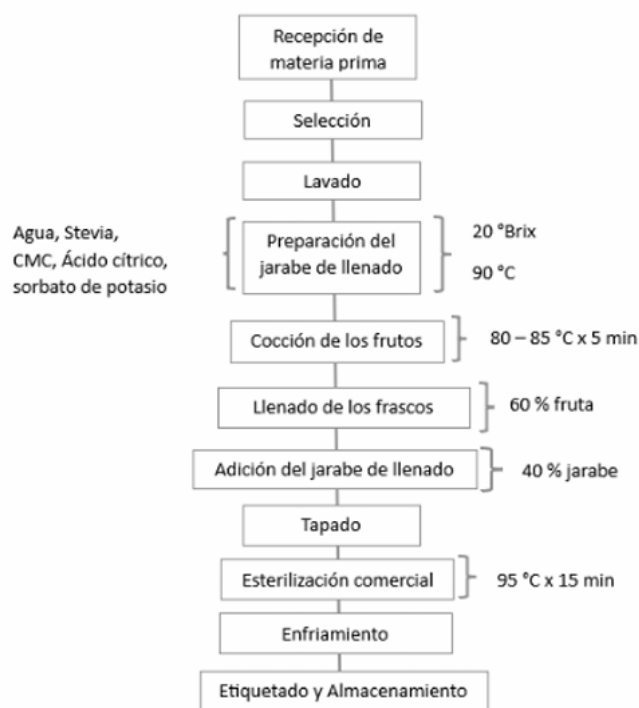


Fig. 2 Diagrama de flujo del proceso

C. Evaluación de capacidad productiva

El dimensionamiento preliminar se efectuó a partir de la marmita de 100 kg/h indicada como equipo determinante. Con

base en la jornada de 8 h, la capacidad real se calculó en 800 kg/día, lo cual coincide con la capacidad operativa anual de 240 000 kg/año (300 días).

Se compararon estos valores con la meta operativa de 4 000 frascos/día ($\approx 1\,000\text{ kg/d}$), identificada en el estudio como objetivo comercial del proyecto. Esta relación permitió identificar desajustes en la correlación entre flujo másico y flujo por unidades y constituyó un insumo clave para el análisis de cuellos de botella.

D. Marco sanitario y criterios de inocuidad

La metodología incluyó la verificación del cumplimiento normativo basado en:

DS 007-98-SA, que establece condiciones de higiene, infraestructura, control sanitario, manipulación y lineamientos para la producción de alimentos.

Criterios microbiológicos exigidos para alimentos procesados, aplicables a productos en conserva.

Requisitos para la implementación del sistema HACCP, contemplado en lineamientos del estudio como condición indispensable para la operación segura de una planta de alimentos.

E. Integración del análisis técnico

El flujo térmico definido, la capacidad operativa y los criterios sanitarios fueron integrados para establecer una base de diseño consistente. Se compararon los tiempos de operación, caudales térmicos y ritmos de llenado con las capacidades de los equipos seleccionados para determinar la coherencia del proceso y las restricciones técnicas que puedan afectar la escalabilidad.

III. RESULTADOS

A. Comportamiento del proceso térmico y operación unitaria

La secuencia de operaciones definidas— recepción, selección, lavado con agua potable clorada a 100 ppm de cloro libre (rango operacional 50–200 ppm), pH 6.5–7.5, 2–3 min, seguido de enjuague con agua potable, preparación de un medio de cobertura a 20 °Brix, escaldado a 80–85 °C, llenado en caliente, pasteurización en baño María (~15 min), enfriamiento y etiquetado—se ejecuta de forma estable bajo las condiciones establecidas en el estudio técnico. La verificación del flujo confirma que los tiempos de escaldado y pasteurización permiten alcanzar la estabilidad térmica y la reducción microbiana esperada para conservas vegetales, sin comprometer la integridad estructural del fruto ni la claridad del medio de cobertura.

B. Capacidad nominal, capacidad real y brecha operativa

El análisis de capacidad basado en la marmita de 100 kg/h confirma un rendimiento efectivo de 800 kg/día para una jornada de 8 h. Esta capacidad coincide con la estimación anual del estudio (240 000 kg/año) y permite evaluar la correspondencia entre flujo másico y flujo por unidades. La meta operativa declarada en el diseño original—4 000 frascos/día (250 g por unidad, $\approx 1\,000\text{ kg/día}$)—genera una brecha aproximada de 200 kg/día, lo que sugiere la existencia de posibles restricciones en el procesamiento térmico y en el ritmo de llenado. Esta discrepancia constituye el principal hallazgo cuantitativo del análisis técnico y establece la necesidad de ajustes en número de marmitas, turnos o velocidad de línea. La Tabla I muestra la marmita a 100 kg/h, el ritmo de llenado y el tren térmico que condicionan el throughput.

El balance de línea indica que el cuello de botella se concentra en la etapa térmica (marmita + pasteurización), la cual representa aproximadamente el 75% del tiempo total del ciclo productivo. Considerando la capacidad de la marmita (100 kg/h) y de la llenadora (300–400 frascos/h, equivalente a ~75–100 kg/h), se evidencia un desacople operativo entre procesamiento térmico y envasado.

A partir de este análisis se evaluaron escenarios de mejora: (i) duplicación de marmita, elevando la capacidad hasta ~1600 kg/día, (ii) ampliación a segundo turno (16 h), logrando similar incremento, y (iii) balanceo de línea mediante sincronización marmita–llenado–pasteurización.

De estas alternativas, la duplicación de marmita se identifica como la opción técnicamente más viable, al eliminar el cuello térmico sin modificar la secuencia operativa ni generar ineficiencias en otras etapas del proceso.

TABLA I
MAQUINARIA Y CAPACIDADES POR ETAPA

Nº	PROCESO	MATERIAL O EQUIPO	CAPACIDAD	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	CAJAS PLÁSTICAS	25 KG - 351	16	DIMENSIONES: 60 X 40 X 23 CM
2	PESADO	BALANZA CARRITO	500 KG	1	PESO: 1.75 KG MEDIDAS DE LA PLATAFORMA: 45 X 60 VOLTAJE: 220 V PESO MIN: 5 KG PESO MÁX: 500 KG

3	SELECCIÓN	MÁQUINA SELECCIONADORA	-	1	DIMENSIONES: 90 X 75 X 105 CM
4	LAVADO	MÁQUINA DE LAVADO	300 KG	1	CAPACIDAD: 300 KG/HR POTENCIA (HP): 1.5 ANCHO: 70 CM LARGO: 100 CM ALTO: 200 CM
5	PREPARACIÓN DEL JARABE COCCIÓN DE LOS FRUTOS LLENADO A LOS FRASCOS	MARMITA	100 KG	1	CAPACIDAD: 100 KG/HR DIÁMETRO: 50 CM ALTURA: 50 CM ALTO: 1.4 M
6	ADICIÓN DEL JARABE DE LLENADO A LOS FRASCOS	MARMITA	100 KG	1	CAPACIDAD: 100 KG/HR DIÁMETRO: 50 CM ALTURA: 50 CM ALTO: 1.4 M
7	ADICIÓN DEL JARABE DE LLENADO A LOS FRASCOS	MÁQUINA DE LLENADO AUTOMÁTICO	150 ML	1	ACERO INOXIDABLE 304 PRODUCCIÓN: 300 - 400 BOTELLAS/HR DIMENSIONES: 0.7 X 0.7 X 0.4 M
8	ADICIÓN DEL JARABE DE LLENADO A LOS FRASCOS	MÁQUINA DE LLENADO AUTOMÁTICO	150 ML	1	ACERO INOXIDABLE 304 PRODUCCIÓN: 300 - 400 BOTELLAS/HR DIMENSIONES: 0.7 X 0.7 X 0.4 M
9	TAPADO	TAPADOR A DE FRASCOS	100 MIN	1	PRESIÓN DE AIRE: 0.6 - 0.8 MPa DIMENSIONES: 650 X 650 X 1350
10	PASTEURIZACIÓN	AUTOCLAVE	ENVASES/H	1	PRESIÓN DE DISEÑO: 1.8 KG/CM2 PRESIÓN DE TRABAJO: 1.5 KG/CM2
11	ENFRÍAMENTO	MESA	-	1	ACERO INOXIDABLE PROFUNDIDAD: 60.9 CM ANCHO: 151.8 CM ALTO: 85.9 CM
12	ETIQUETADO	ETIQUETADORA	S/MIN	1	ANCHO: 1.2 M LARGO: 3.0 M ALTO: 1.1 M
13	ALMACENAMIENTO	ALMACÉN	-	-	-

C. Análisis de oferta–demanda

Se proyectó la tendencia lineal del comportamiento mostrado:

Demanda histórica 2023–2025: crecimiento anual promedio $\approx 1,0\text{--}1,2\%$.

Oferta histórica 2023–2025: crecimiento anual promedio $\approx 1,1\%$.

Con base en esa tendencia, el análisis actualizado muestra que para 2026 y 2027 la demanda continúa superando la oferta regional, manteniendo la brecha observada en el estudio. Esta tendencia reforzó la relevancia de una nueva capacidad de procesamiento para reducir la dependencia de importaciones y mitigar pérdidas poscosecha.

D. Coherencia con las exigencias sanitarias

El flujo térmico comprobado coincide con las exigencias descritas en los capítulos de obras sanitarias, BPM y requisitos de infraestructura del documento técnico. La disposición de áreas—recepción, selección, lavado, cocción, llenado, pasteurización, almacenamiento—corresponde con los criterios exigidos por la normativa peruana, permitiendo establecer que el proceso es compatible con las condiciones de higiene, ventilación, separación de zonas y protección física descritas en el reglamento sanitario.

La operación propuesta permite la aplicación efectiva de controles HACCP, particularmente en puntos críticos térmicos (escaldado y pasteurización), siempre que se incorpore validación microbiológica piloto en la fase previa al escalamiento industrial.

Considerando la naturaleza teórica del presente estudio, como parte del escalamiento, se propone validar el proceso mediante estudios microbiológicos piloto, incluyendo:

- Recuento de aerobios mesófilos
- Mohos y levaduras
- Ausencia de patógenos (*Salmonella* spp.)
- Ensayo de vida útil acelerada (25 °C y 35 °C)
- Evaluación de letalidad térmica (F_0 equivalente para productos ácidos)

Esta validación permitirá confirmar los márgenes de inocuidad y la estabilidad del producto conforme a criterios Codex y normativa nacional. La incorporación de estos ensayos permitirá la transición del diseño conceptual a una validación experimental robusta, requisito esencial para su implementación industrial.

E. Identificación de restricciones técnicas

El análisis integrado permitió identificar tres limitaciones principales:

Cuellos de botella térmicos: la marmita y el baño María concentran el 70–80 % del tiempo ciclo del proceso; su capacidad condiciona el rendimiento global.

Ritmo de llenado: la correlación entre volumen de jarabe, peso drenado y capacidad de la llenadora implica riesgo de rezagos si no se igualan los tiempos de ciclo de marmita–llenadora–tapadora.

Brecha de flujo másico vs. flujo por unidades: la diferencia entre 800 y 1 000 kg/día obliga a revisar turnos, equipos paralelos o ajustes de balance.

IV. DISCUSIÓN

La evaluación integrada del proceso, la capacidad y los requisitos sanitarios evidencia que la línea propuesta para la elaboración de conserva de Physalis peruviana es técnicamente viable y se ajusta a las prácticas industriales documentadas en el estudio de ingeniería. Las operaciones de escaldado (80–85 °C), llenado en caliente y pasteurización en baño María (~15 min) se encuentran dentro de los parámetros térmicos empleados en conservas vegetales y son consistentes con el flujo validado en el diseño original, garantizando una reducción microbiana adecuada y la estabilidad físico-química del producto final [19], [21], [24].

Uno de los hallazgos más relevantes es la brecha entre la capacidad real (800 kg/día) y la meta operativa de 4 000 frascos/día (~1 000 kg/día). Dado que la marmita de 100 kg/h es el equipo determinante del proceso, el estudio confirma que su rendimiento condiciona directamente el throughput diario. Esta diferencia sugiere la presencia de cuellos de botella térmicos y de llenado, particularmente en la secuencia marmita–escurrido–llenado–pasteurización. El layout (Fig. 3) muestra flujo lineal y espacio disponible para duplicación de marmita

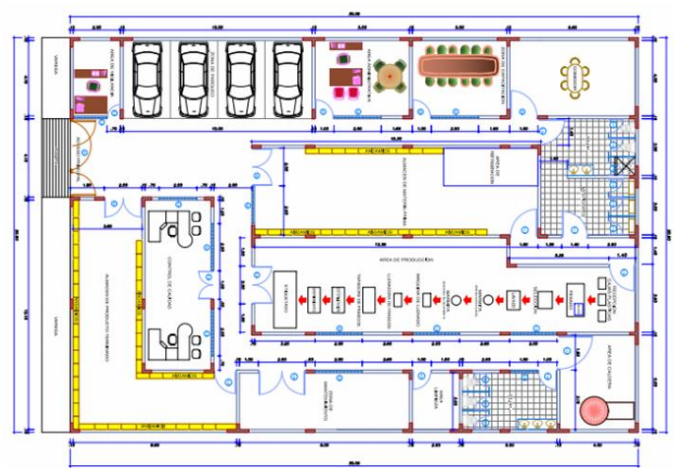


Fig. 3 Layout de planta

TABLA II
ÁREAS POR AMBIENTE

Nº	ÁREA	M²
1	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	69
2	ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	59.35
3	ÁREA DE PRODUCCIÓN	90.21
4	ÁREA ADMINISTRATIVA	20
5	CONTROL DE CALIDAD	31.5
6	ÁREA DE CALDERA	20

7	ZONA DE BAÑOS (OPERARIOS)	15
8	SERVICIOS HIGIÉNICOS	15
9	COMEDOR	26.6
10	ÁREA DE VIGILANCIA	10
11	SALA DE REUNIONES	20
12	PATIO DE MANIOBRAS	73.04
13	ZONA DE MANTENIMIENTO	27
14	ÁREA DE VESTIDORES	15
15	ÁREA DE LIMPIEZA	10
ÁREA TOTAL		638.045

Como detalla la Tabla II, las áreas cumplen con segregación y espacios de circulación. Los tiempos de ciclo son mayores que en otras operaciones ; en consecuencia, el escalamiento requerirá turnos adicionales, duplicación de marmitas o balanceo avanzado de línea (según modelado y transferencia de calor [20]. Así como los condicionantes de vida útil en [12]). La consistencia de esta brecha con los cálculos de capacidad por ello se requerirá ya sea (i) turnos adicionales, (ii) duplicación de marmitas o (iii) balanceo avanzado de línea. El programa de producción (Tabla III) evidencia que los cuellos de ciclo se concentran en cocción–llenado–pasteurización. Se incorporaron explícitamente tiempos de saneamiento dentro del flujo operativo, incluyendo limpieza CIP de equipos (20–30 min por jornada) y desinfección de superficies (10–15 min). Estos tiempos fueron integrados en el programa productivo, garantizando el cumplimiento de los requisitos sanitarios y evitando sobreestimaciones en la capacidad real del sistema.

TABLA III
PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

HORARIO	PROCESO
7:00 - 7:30	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA
7:30 - 8:30	SELECCIÓN
8:30 - 9:00	LAVADO
9:00 - 9:30	PREPARACIÓN DEL JARABE
9:30 - 10:30	COCCIÓN DE LOS FRUTOS
10:30 - 11:00	LLENADO DE ENVASES
11:00 - 11:30	ADICIÓN DEL JARABE DE LLENADO

11:30 - 12:00	PASTEURIZACIÓN COMERCIAL
13:00 - 14:00	ENFRIAMIENTO
14:00 - 15:00	ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO

El análisis de oferta–demanda revela que la demanda regional del producto procesado se ha mantenido históricamente por encima de la oferta. Aunque la serie del estudio contempla inicialmente 2023–2027, su comportamiento lineal ascendente permite extrapolar razonablemente que dicha brecha se sostiene para 2026 en adelante (según la evidencia sectorial y de consumo [1], [2], [4], [5], [7]). Esta tendencia refuerza la pertinencia de ampliar la capacidad instalada para aprovechar el abastecimiento local y reducir pérdidas poscosecha asociadas a la falta de procesamiento.

En cuanto al cumplimiento sanitario, el arreglo de áreas, las operaciones definidas y los materiales previstos son compatibles con las exigencias del DS 007-98-SA (higiene, infraestructura, segregación de zonas y ventilación) [28]; asimismo, la implementación de HACCP y la verificación de criterios microbiológicos se inserta en el marco operativo del sector [29].

No obstante, se reconoce la ausencia de validación microbiológica piloto, aspecto que debe resolverse antes de considerar la operación comercial, lo cual se vincula con la aplicación de criterios microbiológicos Codex [28] y con la necesidad de verificar la letalidad de proceso con metodologías de integración tiempo-temperatura [19].

Se confirma que el diseño propuesto es tecnológicamente coherente, sanitariamente compatible y alineado con el potencial de mercado, pero requiere ajustes de capacidad y una validación microbiológica formal para sustentar una transición segura hacia la implementación industrial debidamente regulada por normativa internacional y nacional [28], [29].

V. CONCLUSIONES

El análisis integrado del proceso, la capacidad operativa y los requisitos sanitarios demuestra que la elaboración de conserva de *Physalis peruviana* en una planta de pequeña-mediana escala es técnicamente viable bajo las operaciones y parámetros definidos. El flujo térmico propuesto —lavado clorado, medio de cobertura 20 °Brix, escaldado a 80–85 °C, llenado en caliente y pasteurización en baño María— proporciona condiciones adecuadas para asegurar la inocuidad y estabilidad del producto, cumpliendo con las exigencias regulatorias aplicables al procesamiento de alimentos.

La evaluación de capacidad confirma una producción efectiva de 800 kg/día, consistente con la operación de una marmita de 100 kg/h. Sin embargo, la comparación con la meta de 4 000 frascos/día (~1 000 kg/día) evidencia una brecha significativa que debe ser atendida mediante ajustes de diseño, como la ampliación de turnos, la incorporación de equipos en paralelo o una redistribución del balance de línea. Esta discrepancia constituye el principal punto crítico a resolver para garantizar la coherencia entre los objetivos productivos y el desempeño real del sistema.

El análisis de oferta y demanda, actualizado manteniendo la tendencia lineal del estudio, indica que la demanda regional continúa superando la capacidad de suministro, lo que confirma la pertinencia de incrementar la infraestructura de procesamiento para reducir pérdidas poscosecha y aprovechar el potencial comercial del aguaymanto.

Finalmente, aunque el diseño planteado cumple con los criterios de higiene, disposición de áreas y condiciones térmicas necesarias para implementar un sistema HACCP eficiente, se identifica como limitación relevante la ausencia de validación microbiológica piloto. Esta validación será imprescindible para confirmar los márgenes de seguridad térmica del proceso y sustentar con evidencia experimental el escalamiento industrial.

En su conjunto, los resultados ofrecen una base sólida para la instalación de una planta de conservas de *Physalis peruviana*, siempre que se atiendan los retos de capacidad y se complemente el diseño con verificaciones microbiológicas previas a la operación comercial.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de San Agustín y a mi Sra. Madre Leonor a quien estoy siempre agradecida por apoyarme en toda mi formación realizada inclusive en tiempos difíciles.

REFERENCIAS

- [1] Agroperú, “Perú podría exportar pitahaya y aguaymanto a EE.UU. el 2023,” 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.agroperu.pe/peru-podria-exportar-pitahaya-y-aguaymanto-a-ee-uu-el-2023/>
- [2] Agraria.pe, “Importaciones de duraznos en almibar sumaron US\$ 5.3 millones,” 2021. [En línea]. Disponible: <https://agraria.pe/noticias/importaciones-de-duraznos-en-almibar-sumaron-us-5-3-millones-25165>
- [3] Cardino, Estudio de Impacto Ambiental Expost Planta Norte Embotelladora de Bebidas El Inca – Determinación del Área de Influencia, 2016. [En línea]. (sitio corporativo Arca Continental) Disponible: <https://www.arcacontal.com/es/document/6546>
- [4] Mordor Intelligence, Canned Fruits Market: Growth, Trends and Forecast, 2026–2031. [En línea]. Disponible: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/canned-fruits-market>
- [5] MIDAGRI, Análisis de Mercado del Aguaymanto 2015–2020, 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/sse/informes->

publicaciones/1745797-analisis-de-mercado-aguaymanto-2015-2020

[6] PROINNOVATE, FIDECOM – bases/resoluciones y lineamientos, varias. [En línea]. Disponible: https://www.proinnovate.gob.pe/fincyt/doc/resoluciones_de/RDE-353-2021%20subv/RDE%20353-2021_301220211847.pdf

[7] Cámara de Comercio de Lima, “Importación de conservas y alimentos preparados aumentó 12%,” 18-may-2020. [En línea]. Disponible: <https://lacamara.pe/importacion-de-conservas-y-alimentos-preparados-aumento-12/>

[8] MINSA, Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas, RM 615-2003-SA/DM, 2003. [En línea]. Disponible en DIGESA.

[9] Univ. Nac. Pedro Ruiz Gallo, Plan de Manejo de Residuos Líquidos Peligrosos, 2019. [En línea]. Disponible: http://www.unprg.edu.pe/univ/portal/documentos_s/10.1.%20PLAN%20DE%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%20LIQUIDOS%20PELIGROSOS.pdf

[10] S. Agudelo-Sánchez et al., “Effect of Processing Methods on the Postharvest Quality of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.),” *Horticulturae*, 9(10), 1158, 2023. doi:10.3390/horticulturae9101158.

[11] M. C. García-Muñoz et al., “Treatment effects on the quality and shelf life of the cape gooseberry,” *AIMS Agriculture and Food*, 9(3), 887–903, 2024. doi:10.3934/agrfood.2024048.

[12] M. L. Olivares-Tenorio et al., “Evaluating the effect of storage conditions on the shelf life of cape gooseberry,” *LWT*, 80, 523–530, 2017. doi:10.1016/j.lwt.2017.03.027.

[13] H. H. Jeleń and M. Marcinkowska, “Cape Gooseberry Volatile Compounds by VASE,” *Molecules*, 29(15), 3477, 2024. doi:10.3390/molecules29153477.

[14] M. S. Bazalar Pereda et al., “Volatile compound profile and sensory features of cape gooseberry,” *Eur. Food Res. Technol.*, 249, 1007–1021, 2023. doi:10.1007/s00217-022-04191-9.

[15] P. Muñoz et al., “Chemical Characterization ... Atacama Desert,” *Foods*, 10(11), 2699, 2021. doi:10.3390/foods10112699.

[16] P. Hayati et al., “Melatonin treatment improves ... during storage,” *J. Food Meas. Charact.*, 17, 2782–2791, 2023. doi:10.1007/s11694-023-01819-6.

[17] A. Akbari et al., “Enhancing fruit quality of cold-stressed *Physalis peruviana*...,” *BMC Plant Biology*, 25, 1408, 2025. doi:10.1186/s12870-025-07467-w.

[18] J. G. Álvarez-Herrera et al., “Preharvest calcium and irrigation regime ...,” *J. Appl. Bot. Food Qual.*, 97, 15–21, 2024. doi:10.5073/JABFQ.2024.097.002.

[19] M. Hendrickx et al., “Validation of a time-temperature integrator ...,” *Int. J. Food Sci. Technol.*, 27(1), 21–31, 1992. doi:10.1111/j.1365-2621.1992.tb01174.x.

[20] S. Kiziltas, F. Erdoğan, and T. K. Palazoğlu, “Simulation of heat transfer” *J. Food Eng.*, 97(4), 449–456, 2010. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.10.042.

[21] V. Chiozzi, S. Agriopoulou, and T. Varzakas, “Thermal vs Non-Thermal Technologies,” *Applied Sciences*, 12(4), 2202, 2022. doi:10.3390/app12042202.

[22] M. A. Majcher, M. Scheibe, and H. H. Jeleń, “Identification of Odor Active Compounds in *Physalis peruviana*,” *Molecules*, 25(2), 245, 2020. doi:10.3390/molecules25020245.

[23] S. Mubarak et al., “Dataset on the change of postharvest quality ... 1-MCP,” *Data in Brief*, 2019. doi:10.1016/j.dib.2019.103849.

[24] M. A. Rabie et al., “Effect of pasteurization and shelf life on *Physalis peruviana* juice,” *J. Food Process. Preserv.*, 2014. doi:10.1111/jfpp.12320.

[25] MINSA, Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, D.S. 007-98-SA, 1998. [En línea]. Disponible: https://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/DS007_98.pdf

[26] Codex Alimentarius, CXS 319-2015 – Norma para algunas frutas en conserva, 2015 (enm. 2023). [En línea]. Disponible: https://www.fao.org/input/download/standards/13948/CXS_319s_2015.pdf

[27] Codex Alimentarius, CXS 192-1995 – Norma general para los aditivos alimentarios (GSFA), 1995 (rev. 2025). [En línea]. Disponible: https://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf

[28] Codex Alimentarius, CAC/GL 21-1997 – Principios y directrices para criterios microbiológicos, 1997. [En línea]. Disponible: https://www.fao.org/input/download/standards/394/CXG_021e.pdf

[29] MINSA–DIGESA, Norma Sanitaria para la aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas, RM 449-2006/MINSA, 2006. [En línea]. Disponible: https://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM_449_2006.pdf