

Biorrefinería de Sacha Inchi

Del Cultivo a Productos de Alto Valor — Una guía técnica para ingenieros de procesos sobre extracción, separación, balances de masa y energía, y análisis económico de la **Plukenetia volubilis**.

INGENIERÍA DE PROCESOS

BIORREFINERÍA

AMAZONIA



El Potencial del Sacha Inchi

Plukenetia volubilis — semilla amazónica con extraordinario perfil nutracéutico y versatilidad industrial.

Composición Excepcional

Aceite rico en Omega-3 (48.6%), Omega-6 (36.8%) y Omega-9 (8.3%). Proteína de alta calidad con perfil aminoacídico completo.

Aplicaciones Múltiples

Alimentación funcional, suplementos de salud, cosmética de alto valor y potencial energético vía gasificación de residuos.

Objetivo

Detallar el proceso de biorrefinería: productos, subproductos, balances de masa y energía, y viabilidad económica (CAPEX/OPEX).



Semilla de Sacha Inchi: Composición y Disponibilidad



Composición de la Semilla (Base seca)

Fracción	Porcentaje (%)
Aceite	39.09 – 50.0
Proteína cruda	25.0 – 30.0
Cáscara y fibra	15.0 – 20.0
Humedad y otros	5.0 – 10.0

 Disponibilidad estimada en Loreto (Perú): **2,450 TM/año**. Principales productores: Perú, Ecuador y regiones amazónicas de Colombia (Herquínigo Rodríguez, 2013).

Biorrefinería: Extracción y Separación



Extracción de Aceite

- Prensado en frío (20–30°C) para preservar ácidos grasos insaturados y calidad organoléptica (Valarezo Valdez, 2019).
- Extracción con solvente (hexano) como etapa opcional para maximizar rendimiento.

Proteína Aislada (Torta Residual)

- Extracción alcalina → precipitación isoeléctrica → secado por aspersión.
- Demanda proyectada: **26,764 kg/año** en Lima Metropolitana (Sotomayor Kamiyama, 2020).

Productos y Subproductos de Alto Valor



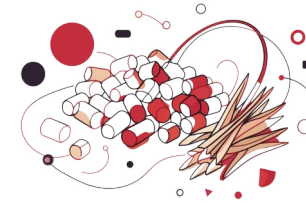
Aceite Extra Virgen

Omega-3: **48.6%** | Omega-6: **36.8%** | Omega-9: **8.3%**. Suplementos dietéticos, alimentos funcionales y cosmética premium. Costo de producción: **US \$6.45/kg.**



Proteína Aislada (>90%)

Suplementos nutricionales e ingredientes para alimentos procesados de alto valor agregado. Obtenida de la torta residual post-prensado.



Torta / Biomasa Residual

Fuente de proteína y fibra. Alto potencial para **gasificación** y cogeneración de energía eléctrica y térmica (Solano Pérez, 2022).

Balance de Masa: Base de Cálculo 1,000 kg de Semilla

Tabla de Balance de Masa

Corriente	Entrada (kg)	Salida (kg)	Frac ción (%)
Semilla bruta	1,000	—	100.0
Pérdidas (limpieza)	—	10.0	1.0
Semilla limpia	—	990.0	99.0
Aceite crudo	—	390.9	39.09
Torta de semilla	—	590.9	59.09
Proteína aislada (~90%)	—	~177.3	~30% de torta
Torta residual (biomasa)	—	~413.6	~41.4

📌 Rendimiento de aceite: **39.09%** (Valarezo Valdez, 2019). La torta residual puede aprovecharse como biomasa para gasificación.

Balance Energético (Referencia)

Prensado en Frío

Consumo estimado: **15–25 kWh/TM** de semilla procesada.

Extracción de Proteína

Consumo incluye calefacción alcalina y secado spray: **80–120 kWh/TM** de torta.

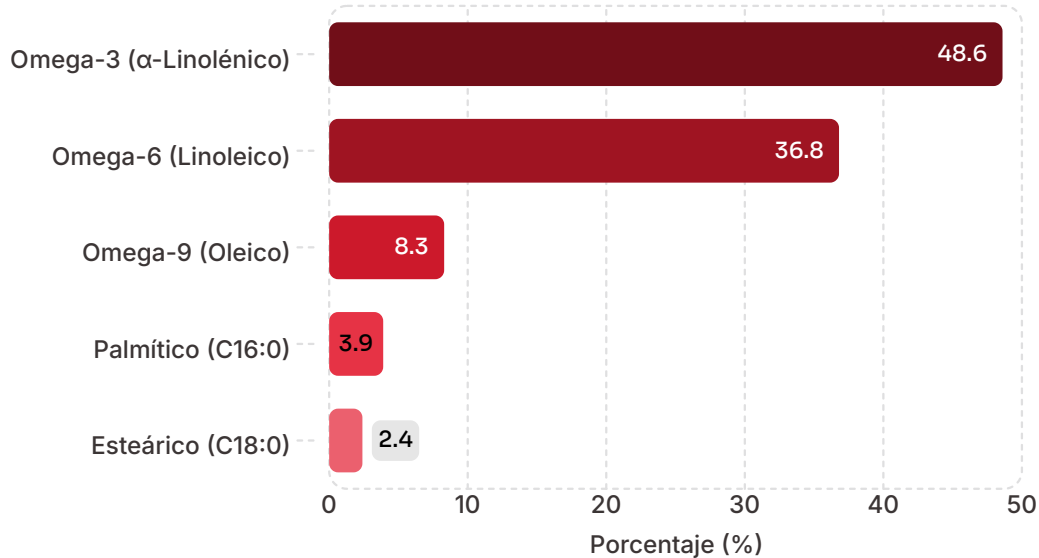
Gasificación (Torta Residual)

Poder calorífico inferior (PCI) de torta: **~16–18 MJ/kg**.
Eficiencia de gasificación: ~65% (Solano Pérez, 2022).

Perfil de Ácidos Grasos y Aminoácidos

Composición de Ácidos Grasos del Aceite (%)

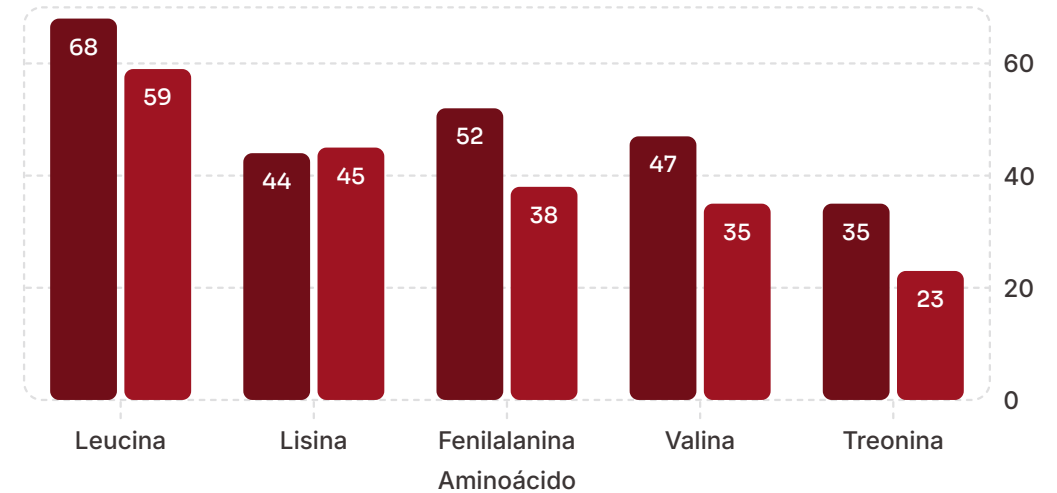
Ácido Graso



Aminoácidos Esenciales — Proteína de Sacha Inchi (mg/g proteína)

Sacha Inchi

Patrón FAO



Análisis Económico: CAPEX y OPEX

CAPEX — Inversión de Capital

Proyecto	Inversión (US \$)
Planta extracción aceite, 100 TM/año (Valarezo Valdez, 2019)	201,319
Planta industrial aceite (Iquitos, Herquínigo, 2013)	201,319
Planta proteína aislada, Lima (Sotomayor, 2020)	~500,000

OPEX — Costos Operativos Anuales (Referencia)

Rubro	Costo (US \$/kg aceite)
Materia prima (semilla)	3.80
Mano de obra directa	0.95
Energía y servicios	0.70
Mantenimiento	0.50
Comercialización y admin.	0.50
Total OPEX	6.45

✓ Precio de venta del aceite extra virgen: **US \$12–18/kg**. Margen bruto estimado: **46–64%**.

Viabilidad Industrial: Ejemplos de Cálculo

1

Prefactibilidad — Iquitos (Acosta Torres et al., 2011)

Demanda insatisfecha: **123,498**

TM/año de aceite. Capacidad inicial de planta: **54 TM/año**. A US \$6.45/kg OPEX y precio de venta de US \$15/kg → ingreso bruto estimado: **US \$810,000/año**, con payback < 5 años.

2

Prefactibilidad — Lima, Proteína Aislada (Salazar Salguero, 2022)

VANE: **S/. 44,279 (~US \$12,000)** | TIRE: **44.70%**. Capacidad: 26,764 kg/año de proteína. Precio estimado proteína aislada: **US \$18–25/kg**. Inversión recuperada en ~3 años.

3

Gasificación de Torta Residual (Solano Pérez, 2022)

Por cada 1,000 kg de semilla → **413.6 kg de biomasa residual**. Con PCI de 17 MJ/kg y eficiencia 65%: energía disponible ≈ **4,566 MJ** (~1,268 kWh). Potencial de autoabastecimiento energético de la planta.

 Viabilidad tecnológica confirmada: equipos de prensado en frío, extracción alcalina y secado por aspersion son tecnología estándar adquirible en el mercado internacional (Sotomayor Kamiyama, 2020).

Conclusiones y Bibliografía

Conclusiones Clave

- La biorrefinería de sachá inchi es un **modelo de negocio viable** con múltiples flujos de valor: aceite, proteína aislada y biomasa energética.
- CAPEX accesible desde **US \$201,319** para plantas medianas y OPEX de US \$6.45/kg, con márgenes competitivos a precios de mercado actuales.
- La creciente demanda global de **Omega-3 vegetal y proteínas alternativas** posiciona al sachá inchi como cultivo estratégico de alto impacto socioeconómico amazónico.

Referencias Bibliográficas

- Acosta Torres, E. E. et al. (2011). *Estudio de prefactibilidad para planta de aceite de sachá inchi en Iquitos*. UNAP.
- Herquínigo Rodríguez, E. G. (2013). *Estudio técnico para planta de aceite de sachá inchi*. UNAP.
- Salazar Salguero (2022). *Prefactibilidad planta de proteína aislada de sachá inchi*. Universidad de Lima.
- Solano Pérez, A. F. (2022). *Evaluación energética de gasificación de sachá inchi*. UIS.
- Sotomayor Kamiyama, G. E. & Cornelio Guillermo, J. A. (2020). *Planta productora de proteína aislada de sachá inchi*. Universidad de Lima.
- Valarezo Valdez, B. E. & Carrión Cabrera, J. D. (2019). *Industrialización del aceite vegetal de sachá inchi*. UTPL.
- Vásquez Sologuren, A. & Herrera Lladró, J. (2015). *Planta productora de aceite extra virgen de sachá inchi*. Universidad de Lima.