

# Referenciación del consumo de energía eléctrica en plantas de beneficio de palma de aceite: una estrategia para impulsar la adopción de tecnologías y mejores prácticas operativas

Esney Benavides Aponte<sup>1</sup>, Néstor Chávez Duarte<sup>2</sup>, Silvia Cala Amaya<sup>3</sup>, Mauricio Mosquera-Montoya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Asistente de Extensión I, autor para correspondencia: ebenavides@cenipalma.org; <sup>2</sup>Asistente de Extensión I, <sup>3</sup>Asistente de Extensión I, <sup>4</sup>Coordinador de la Unidad de Validación, Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma

## Datos de contexto

**76** Plantas activas a nivel nacional en 2024

Fuente: Declaraciones Fondo de Fomento Palmero (FFP)



En Colombia solo el **48 %** de las plantas realizan seguimiento al uso de los servicios industriales (equivalen al **63 %** de la capacidad instalada nacional)

Fuente: Cala S., Chávez D., Benavides E., Análisis nacional de adopción de tecnologías (2024)

Los servicios industriales (energía, agua y vapor) representan el 21 % de los costos variables totales de procesamiento del fruto de la palma de aceite. Al analizar en detalle este componente del costo, se observa que el consumo de energía eléctrica equivale a más del 90 % del valor calculado para este rubro en particular. (Chávez *et al.*, 2025)

## Objetivos

### General

Cuantificar el consumo de energía eléctrica asociado al procesamiento de racimos de fruta fresca (RFF) en una muestra de siete plantas de beneficio de las distintas zonas palmeras de Colombia.

### Específicos

1. Calcular el indicador de consumo específico de energía (ICEE) para cada una de las plantas que participaron del estudio.
2. Comparar los valores obtenidos para el ICEE teniendo en cuenta los cultivares procesados y la tecnología disponible.
3. Identificar prácticas operativas asociadas al consumo de energía que permitirían hacer un mejor uso de este recurso.
4. Generar acciones de transferencia de tecnología para cerrar las brechas identificadas.

## Metodología

El estudio se realizó en siete plantas de beneficio: tres en la Zona Norte, dos en la Zona Central y dos en la Zona Suroccidental.

La obtención de los datos de consumo de energía eléctrica se realizó a partir de multímetros, pinzas amperimétricas y un analizador de redes móvil (Fluke 434 Series II). Se aplicó la metodología propuesta por Barrera *et al.* (2018) la cual se describe a continuación:

- a) Selección de puntos de muestreo:** se seleccionaron los puntos de medición de acuerdo con el servicio y las condiciones de operación de cada sección de proceso dentro de la planta.
- b) Captura de información:** se instaló el analizador de redes en cada uno de los puntos de muestreo y se consideraron los datos asociados al consumo de energía eléctrica durante un día de procesamiento. El registro de información se realizó en conjunto con los datos de producción, las observaciones generales sobre el proceso y las labores de mantenimiento, con el propósito de descartar comportamientos anómalos al momento de la consolidación de indicadores y de que los datos obtenidos correspondieran con las condiciones reales de operación durante los periodos de evaluación.
- c) Desarrollo y análisis de indicadores:** los indicadores de desempeño de consumo de energía eléctrica permiten establecer el indicador de consumo específico de energía eléctrica calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$ICEE = \text{Consumo de energía eléctrica} / \text{Fruto procesado}$$

Donde,

**Consumo de energía eléctrica:** expresado en kilovatios-hora (kWh). Se obtuvo a partir de las mediciones realizadas por el analizador de redes.

**Fruto procesado:** expresado en toneladas de racimos de fruta fresca (t RFF). Equivale a la cantidad de fruta procesada durante el periodo de medición.

- d) Línea base de consumo del servicio industrial:** es la referencia cuantitativa resultante del diagnóstico de consumo para la planta de beneficio. A partir de esta, se pueden tomar decisiones para mejorar el desempeño.

### Caracterización de las plantas analizadas

Tabla 1. Caracterización de las plantas analizadas en el estudio de referenciación.

Planta de beneficio	A	B	C	D	E	F	G
Zona palmera	Norte	Norte	Norte	Central	Central	Suroccidental	Suroccidental
Capacidad nominal de procesamiento (t RFF/h)	30	30	12	45	30	24	9,5
Participación cultivares híbridos OxG en 2024 (%)	0	0	0	10	7	100	100

## Resultados

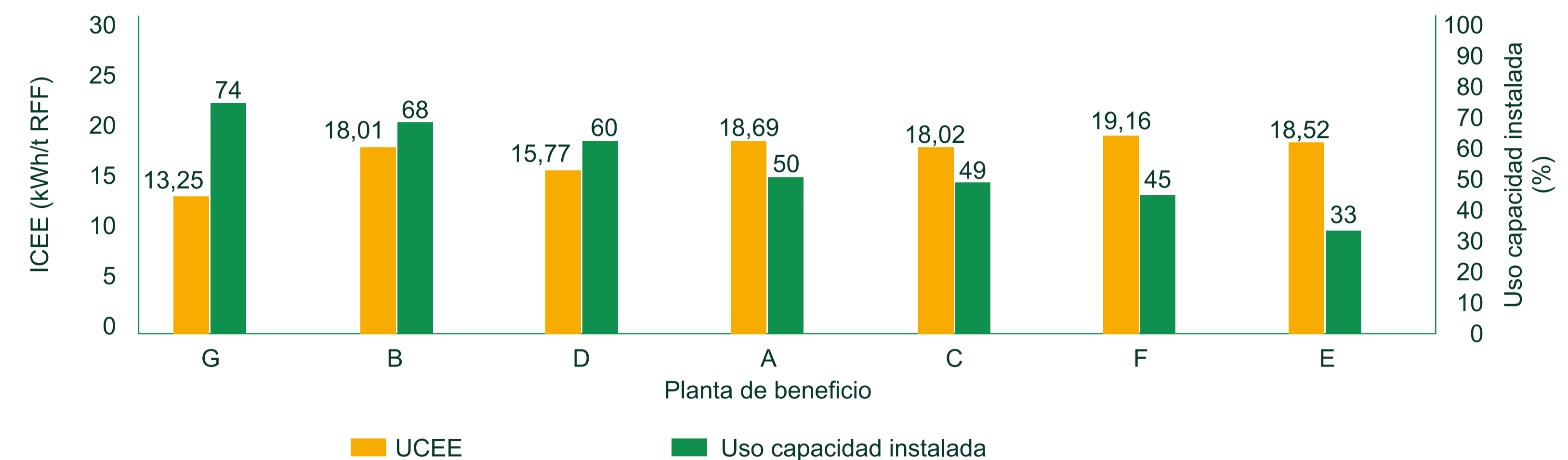


Figura 1. Indicador de consumo específico de energía (ICEE) versus uso de la capacidad instalada.

El factor que mejor explica el comportamiento del indicador específico de consumo de energía es el uso de la capacidad instalada; un menor aprovechamiento de la capacidad deriva en una menor cantidad de fruto procesado utilizando la misma potencia proveniente de la red nacional o de los equipos de generación.

### Otros factores que influyen en el indicador de consumo específico de energía eléctrica

Tabla 2. Otros factores asociados al indicador de consumo específico de energía eléctrica.

Planta de beneficio	Condición detectada	Impacto en el consumo de energía eléctrica
A	Utilización de equipos con motores de baja eficiencia energética. Se estimó una eficiencia del 77 % para el motor del tiro inducido de la caldera (150HP de potencia)	En caso de reemplazar el motor actual por uno con eficiencia superior al 95 %, se estimó un ahorro anual que osciló entre 10.131 y 11.333 dólares (*)
B	Utilización simultánea de los dos equipos de prensado de tusa disponibles aun cuando sería suficiente utilizar una sola prensa. Se calculó un sobreconsumo que osciló entre 0,75 y 3,05 kWh/tRFF	Con una operación controlada de los equipos de prensado de tusa, se estimó un ahorro anual que fluctuó entre 25.119 y 102.152 dólares (*)
C	Disminución de la frecuencia de los motores de las prensas de fruto para operar los equipos a menor capacidad. Se calculó un sobreconsumo que oscila entre 2,48 y 3,02 kWh/tRFF	Buscando un equilibrio entre la disponibilidad de fruta y los turnos de procesamiento, no sería necesario disminuir la velocidad de las prensas. Bajo estas condiciones ideales, se estimó un ahorro anual que se ubicó en el rango de 18.912 y 23.030 dólares (*)
E-F	El procesamiento de híbrido OxG desfavorece la producción de almendra. Por lo anterior, plantas con esta condición han optado por desmontar los equipos de palmistería los cuales implican un consumo de energía eléctrica que oscila entre 3,01 y 5,81 kilovatios-hora por cada tonelada de racimos de fruta fresca procesada	Las plantas que desmontaron los equipos de palmistería incurrieron en un menor costo de energía que estuvo en el rango de 0,54 y 1,05 dólares por cada tonelada de fruta procesada

(\*) Las estimaciones se realizaron teniendo en cuenta el procesamiento anual de fruto de cada planta, el precio promedio de 750 COP/kWh reportado por Chávez *et al.* (2025) y una tasa representativa del mercado de 4.071 COP.

### Acciones de transferencia implementadas



**Análisis para la reconversión tecnológica de motores eléctricos**  
Cálculo de eficiencia de motores actuales  
Cálculo del impacto económico del cambio de tecnología



**Sensibilización del personal operativo sobre las prácticas que incrementan el consumo de energía eléctrica**  
Jornadas de capacitación y formación del personal  
Seguimiento a la operación de los equipos críticos de procesamiento

## Conclusiones

- Un menor uso de la capacidad instalada incrementa el indicador de consumo específico de energía eléctrica (Figura 1).
- La operación adecuada de los equipos de procesamiento favorece el ahorro de energía eléctrica (Tabla 2). Una buena supervisión del proceso y una correcta planeación de la producción pueden marcar la diferencia en este aspecto.
- El procesamiento de híbridos OxG disminuye el requerimiento de equipos para el procesamiento de nueces. Esto tiene un impacto favorable en el consumo de energía eléctrica (Tabla 2).

## Referencias bibliográficas

Barrera Hernández, J. C., Ramírez Contreras, N. E., & García Núñez, J. A. (2019). Metodología para la medición, caracterización y diagnóstico del desempeño en el consumo de servicios industriales en plantas de beneficio. Boletines técnicos, (38), 84.

Chávez Duarte, N., Benavides Aponte, E., Cala Amaya, S., & Mosquera-Montoya, M. (2025). Costos de procesamiento de RFF y extracción de aceite de palma en plantas extractoras colombianas para el año 2023. *Palmas*, 45(3).

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Fondo de Fomento Palmero (FFP), administrado por Fedepalma, por la financiación para el desarrollo de este estudio.