



## CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL SECTOR ELABORADOR DE TÉ NEGRO EN MISIONES<sup>1</sup>

Schünke, Santiago Exequiel<sup>2</sup>; Müller, Matias Roberto<sup>3</sup>; Rietz, Jonatan<sup>4</sup>; Haupt, Maria Cristina<sup>5</sup>; Elías, Roberto Juan De Dios<sup>6</sup>; Dekun, Claudia Maria<sup>7</sup>; Stepaniuk, Victor Eduardo<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Trabajo de Investigación

<sup>2</sup>Estudiante. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [schunkeexequiel@gmail.com](mailto:schunkeexequiel@gmail.com)

<sup>3</sup>Estudiante. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [matiasrmuller@gmail.com](mailto:matiasrmuller@gmail.com)

<sup>4</sup>Estudiante. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [jonatanrietz@gmail.com](mailto:jonatanrietz@gmail.com)

<sup>5</sup>Docente Ingeniera. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [mariacristinahaupt@gmail.com](mailto:mariacristinahaupt@gmail.com)

<sup>6</sup>Docente Ingeniero. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [rjelias@gmail.com](mailto:rjelias@gmail.com)

<sup>7</sup>Docente Ingeniera. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [dekun@fio.unam.edu.ar](mailto:dekun@fio.unam.edu.ar)

<sup>8</sup>Docente Ingeniero. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ingeniería., [victorstepaniuk@gmail.com](mailto:victorstepaniuk@gmail.com)

### Resumen

El proyecto en un principio tiene como propósito conocer la matriz energética de las empresas elaboradoras de té seco según la tecnología que emplean en el proceso y a partir de ello determinar estrategias y recomendaciones técnicas para la optimización en los usos y transformaciones de la energía en el proceso de elaboración de té negro. El objetivo del mismo ,en este caso particular, se enfocara en el diagnostico y análisis en el consumo de energía y potencia eléctrica instalada en los secaderos y su impacto sobre la eficiencia durante su utilización. Esta tarea se realizará en primer lugar mediante un revelamiento y medición de parámetros en empresas elaboradoras de té seco para obtener datos de consumos y particularidades según el proceso y las tecnologías empleadas. Finalmente, la elaboración de estrategias y recomendaciones técnicas se realizará considerando las características de las empresas, las condiciones del proceso, la tecnología que emplean las prioridades según el segmento de empresas dentro del sector productivo.

### Palabras Clave:

*energía eléctrica - consumo - eficiencia - elaboración - té*

### Introducción

El presente trabajo esta siendo realizado en pequeñas empresas dedicadas a la elaboración de té



negro en la provincia de Misiones, Argentina. El objetivo del mismo es el diagnóstico y análisis en el consumo de energía y potencia eléctrica instalada en los secaderos y su consecuente impacto en la eficiencia durante su utilización. El proceso de elaboración de té es intensivo en el consumo de energía, fundamentalmente térmica y eléctrica. La determinación de la influencia de estos tipos de energías en el costo de la producción resultara de gran importancia para la mejora en la eficiencia de su uso. Un correcto consumo energético permite a las empresas alcanzar una mayor productividad y competitividad, respetando el entorno. El constante aumento de los costos en la adquisición de la energía eléctrica y las dificultades crecientes en la posibilidad de disponer del suministro de potencia para del proceso de elaboración imponen al sector el desafío de revisar sus prácticas y analizar los métodos de producción para hacerlos más eficientes. Para el análisis y diagnóstico del consumo energético se relevaron datos de la producción y capacidad productiva, así como, el consumo eléctrico y potencia instalada del proceso productivo de varias industrias de la región. Estos datos son evaluados y presentados a través de indicadores típicos para esta actividad industrial, permitiendo la comparación entre los distintos casos evaluados y los indicadores de las industrias de la misma actividad de otros países.

## Metodología

En la provincia de Misiones existen 60 plantas de elaboración de té negro (Parra, 2012). La mayor concentración de empresas se da en la zona Centro, departamentos de Oberá y Cainguás (IERAL de Fundación Mediterránea, 2011).

El sector empresarial se caracteriza por la presencia de Cooperativas elaboradoras y empresas privadas. Existen seis cooperativas y las demás empresas pertenecen al sector privado (Agglomerado Productivo del Sector Tealero de Misiones, 2010).

Para el desarrollo de este trabajo se han realizado visitas a los establecimientos seleccionados, con el objetivo de realizar relevamientos de datos históricos tales como facturas de consumo de energía eléctrica, entre otros y observación in situ de las etapas del proceso, con su respectivo equipamiento involucrado.

## DEFINICIÓN DE INDICADORES DE EVALUACIÓN

Con la información relevada se han definido hasta el momento indicadores que permiten relacionar entre otros cantidades de brotes de té verde recolectado, cantidad de te seco, consumo de materia prima de la fuente de generación de calor (biomasa) y consumo de energía eléctrica en las plantas relevadas. En lo referente al el consumo de energía eléctrica se han definido:

1-Consumo específico de energía Eléctrica:



Se define el indicador de consumo de energía eléctrica por unidad de producción de té seco:

$$\varphi_{\text{Eléctrico}} = \frac{Q_{\text{energía eléctrica}}}{Q_{\text{producido}}}$$

Siendo:

Q consumo de energía eléctrica: cantidad de KW facturado para el proceso de elaboración por zafra.

Q producido: cantidad de té seco obtenido por zafra.

2-Potencia Específica Instalada:

Se define el indicador de potencia específica instalada por unidad de producción de té seco:

$$\gamma_{\text{Potencia instalada}} = \frac{Q_{\text{Potencia instalada}}}{Q_{\text{producido}}}$$

Siendo:

Q potencia instalada: cantidad de KW instalado para el proceso de elaboración por zafra.

Q producido: cantidad de té seco obtenido por zafra.

## ETAPAS DEL PROCESO DE SECADO PARA LA ELABORACION DE TE NEGRO

En la provincia de Misiones, en general el proceso de elaboración de Te Negro se describe en las siguientes etapas:

Recepción de la materia prima: materia prima se deposita en lo que se denomina conservadora, lugar donde se lo mantiene a determinadas condiciones generalmente controladas con ventiladores que suministran flujos de aire a temperatura ambiente para evitar que la materia prima empiece con el fenómeno denominado ardido, que afectara la calidad del producto final.

Marchitado: Este paso tiene por finalidad reducir el contenido de agua del brote para prepararlo para los pasos siguientes. Se considera adecuado un nivel de marchitado igual al 65%, es decir que tendrá una reducción de agua del 35% (Aranda, Prat Kricun, & Tanzariello, La Elaboración



del Té - Circular N° 21, 1998).

Consideraciones en el marchitado:

La sala de marchitado debe contar con suficiente ventilación, a fin de que la humedad desprendida de los brotes pueda escapar fácilmente al exterior. El piso de las artesas debe tener una trama suficientemente floja como para que el aire inyectado llegue fácilmente a la capa de brotes. El aire que se insufla debe tener temperatura ambiente. El espesor de la capa de brotes sobre la cinta de marchitado debe ser de 20-30 cm. La duración del marchitado será de aproximadamente 12 horas.

Enrulado: La finalidad de este proceso es romper las células del brote para que queden en libertad ciertos componentes químicos, los cuales al ponerse en contacto con el oxígeno del aire desarrollan las cualidades del té negro (color, aroma y sabor). La operación se realiza en las máquinas enruladoras, accionadas por grandes motores eléctricos. Las variantes de enruladoras son: discontinua u ortodoxa, continuas Rotorvanne y LTP.

Fermentado: En esta etapa se completa el proceso iniciado en el enrulado (combinación con el oxígeno del aire con los componentes del brote y de éstos entre sí). Condiciones: Ambiente separado del resto del proceso; temperatura entre 25 a 30 °C, ideal 27 °C; humedad ambiente entre 95 a 100 %, se pueden usar humidificadores para lograrla. Duración media de 2 horas. El resultado debe ser un té de color dorado (cobrizo) y aroma agradable.

Secado: Este proceso tiene la finalidad de detener la fermentación y reducir el contenido de humedad del té desde un 65 % hasta un 3 % en el producto final. Los factores claves en este proceso son: temperatura del aire (entrada y salida) sistema de provisión de calor tiempo (Aranda, Prat Kricun, & Tanzariello, La Elaboración del Té - Circular N° 21, 1998).

Condiciones: La temperatura de entrada no debe superar los 100 °C ni estar por debajo de los 80 °C. La temperatura de salida del aire no debe ser inferior a los 52 °C, para que se detenga la fermentación. El rango adecuado está entre los 52 a 55 °C. Espesor de la capa de té sobre la cinta de secado hasta 2,5 cm y distribución uniforme. Provisión de calor de manera indirecta (intercambiadores, caldera, etc). Tiempo de secado entre 20 y 30 minutos.

Tipificado: Esta etapa consiste en la separación del té elaborado mediante un zarandeo con diferentes tamaños de mallas y un despalillado a través de rodillos cargados estáticamente que extraen la fibra contenida en el té seco.

## Resultados y Discusión



Los resultados parciales del avance en la ejecución del proyecto arrojan la descripción de la tecnología empleada para el proceso de elaboración y la naturaleza de los consumos energéticos en cada fase del proceso.

En la industria del Te la energía eléctrica es consumida fundamentalmente en la generación de fuerza motriz para el movimiento de los distintos equipos del proceso, tales como cintas o bandas transportadoras, ventiladores, enrolladoras y otros.

La mayor proporción de consumo de energía eléctrica en el proceso ocurre en las etapas de enrollado y secado y está dada por la potencia de los motores eléctricos involucrados, la cual ronda los 30 a 40 HP cada uno.

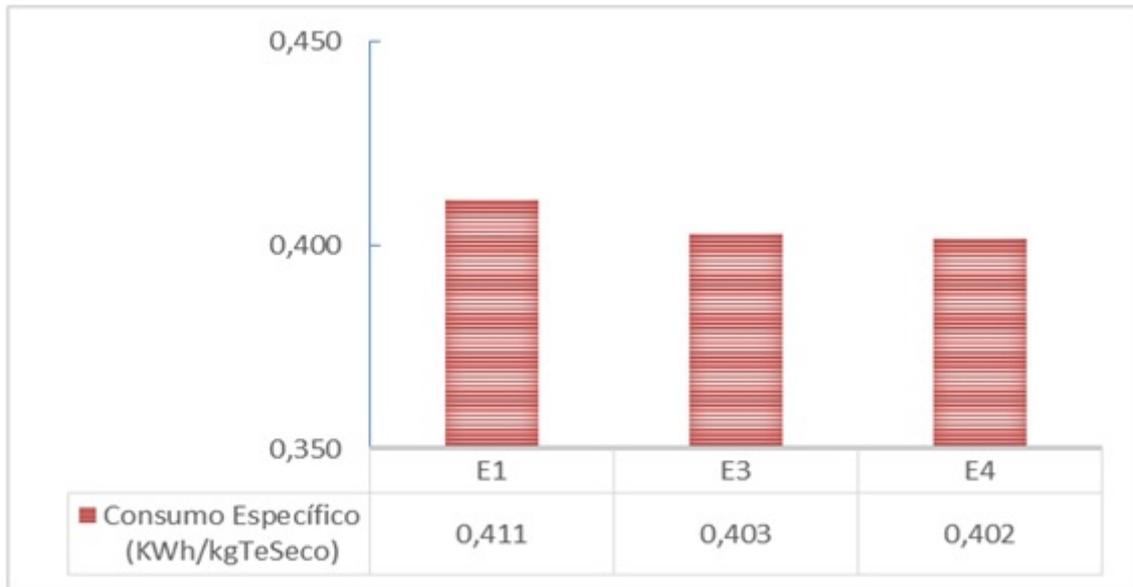
En cuanto a la energía térmica los mayores consumos ocurren en el proceso de secado donde se emplea aire caliente proveniente de intercambiadores de calor que pueden ser aire-aire o vapor-aire según la tecnología empleada.



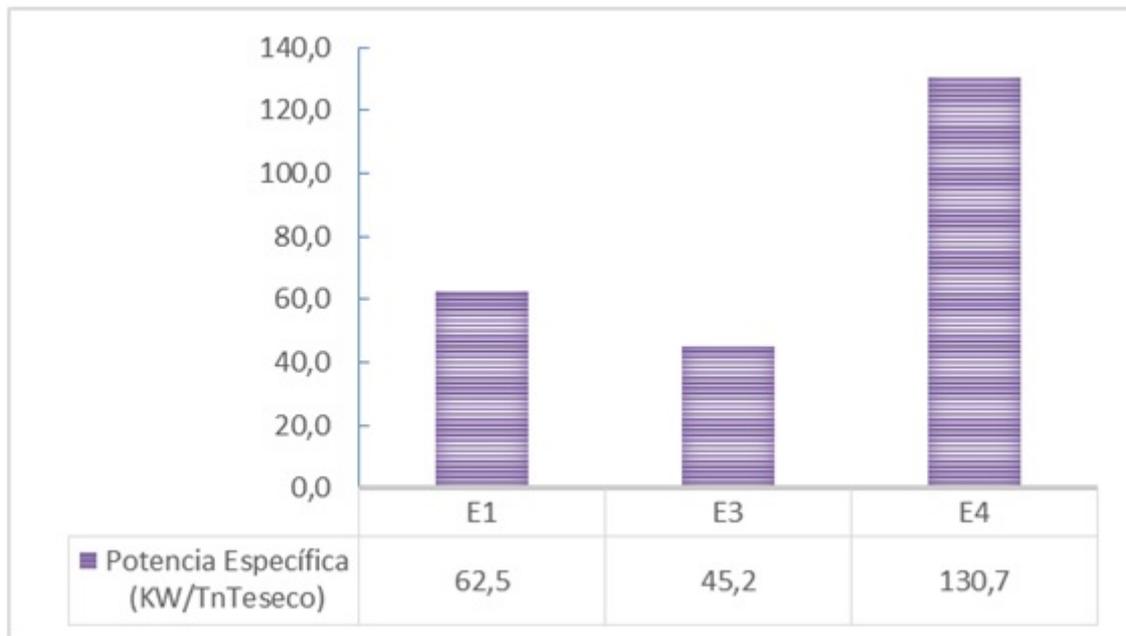
Etapa del proceso	Tipo energía	
	Eléctrica	Térmica
Conservadora	Equipamiento	
	Electroventiladores	
	Motores para cintas transportadoras	
	Iluminación	
Marchitado	Electroventiladores	Aire caliente a través de intercambiadores
	Motores para cintas transportadoras	
	Iluminación	
Enrulado	Motores de accionamiento para enruladora y rotorvanne	
	Motores para cintas transportadoras	
	Iluminación	
Fermentado	Electroventiladores	Aire caliente a través de intercambiadores
	Bombeo para humidificadores	
	Motores para cintas transportadoras	
	Iluminación	
Secado	Electroventiladores	Aire caliente a través de intercambiadores
	Motores para cintas transportadoras	
	Iluminación	
Tipificado	Motores para cintas transportadoras	
	Motores de accionamiento para zarandas	
	Motores de accionamiento para despalladoras	
	Ventiladores para sistema de extracción de polvo	
	Iluminación	

En general, la tecnología empleada en los establecimientos responde a la descripción de la Tabla 1. Las variaciones en los niveles de consumo serán proporcionales a la producción del establecimiento que depende de la cantidad de líneas de proceso instaladas.

Un correcto consumo energético permite a las empresas alcanzar una mayor productividad y competitividad, respetando el entorno. El constante aumento de los costos en la adquisición de la energía eléctrica y la dificultades crecientes en la posibilidad de disponer del suministro de potencia para del proceso de elaboración imponen al sector el desafío de revisar sus prácticas y analizar los métodos de producción para hacerlos más eficientes.



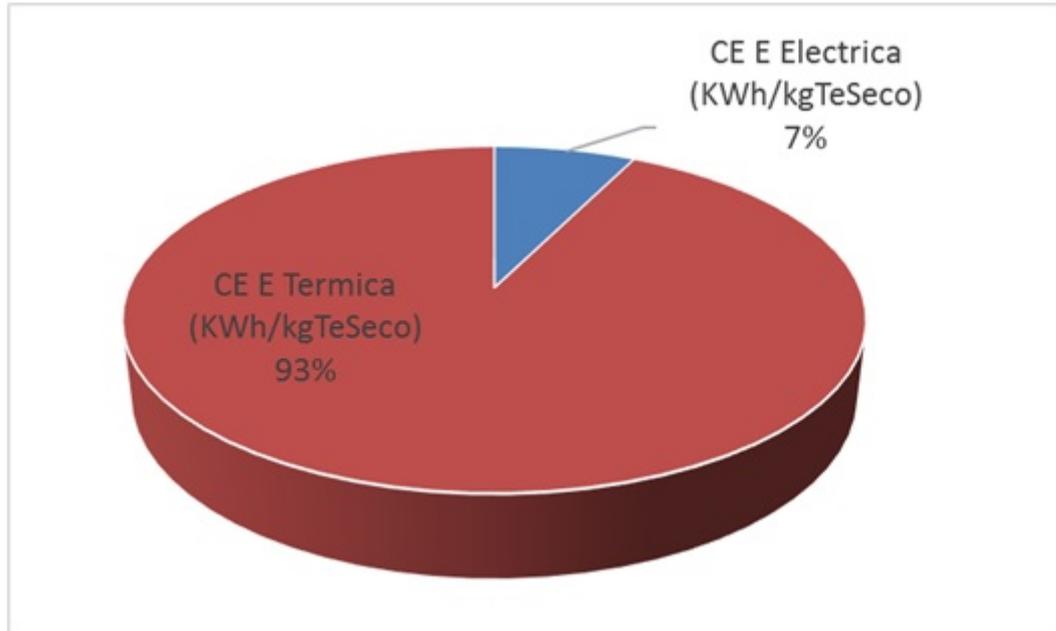
En la figura 1 se puede apreciar que en promedio general el consumo específico de energía eléctrica en los casos estudiados es de 0,405KWh por kg de te producido. El valor obtenido está bien posicionado si lo comparamos con los datos observados en otros países productores de Té Negro (India, Sri Lanka, Vietnam) de 0,4 0,7 KWh por kg de té producido.



En la figura 2 se observa la dimensión de las potencias instalada en cada establecimiento y



podemos observar si lo relacionamos con la figura 1 la eficiencia eléctrica de una con respecto a otras.



Evaluando la relación entre la energía eléctrica y térmica específica consumida para la producción por unidad de te seco, se puede apreciar la proporción mayoritaria de energía térmica.

### Conclusiones

Los avances en la ejecución del proyecto posibilitaron conocer la naturaleza de los consumos energéticos en los establecimientos elaboradores de té que intervinieron en el estudio, hasta la fecha de elaboración del informe. Se observaron instalaciones con muchas variantes.

No se observaron diferencias en los valores registrados en el rendimiento productivo de las empresas, los índices de productividad son similares en diferentes establecimientos con diferentes tecnologías; esto permite asociar más la productividad a las condiciones de la materia prima que a las características tecnológicas del proceso productivo en sí mismo. Las tareas futuras de relevamiento en la etapa de zafra posibilitarán obtener información acerca de los consumos en proceso.

La realización del proyecto representa un aporte en el conocimiento del proceso de elaboración de té en cuanto a sus aspectos energéticos y posibilitará al equipo de investigación proponer intervenciones que tiendan a incrementar la eficiencia del proceso, a reducir los impactos



ambientales y mejorar las condiciones en los puestos de trabajo.

En cuanto a los consumos de energía Eléctrica:

El consumo específico de energía eléctrica para los casos estudiados se encuentra dentro del rango indicado por otros países productores.

La relación de consumos de energías revela un bajo impacto de la energía eléctrica sobre el total de energía utilizada por el proceso de producción.

La relación de consumos de energías deberá ser evaluada desde el punto de vista de costos.

### **Referencias**

Aglomerado Productivo del Sector Tealero de Misiones. (2010). Foro Energético del Sector Tealero. Oberá.

Aranda, D., Prat Kricun, S. D., & Tanzariello, A. (1998). La Elaboración del Té - Circular N° 21. Cerro Azul Misiones: INTA.

IERAL de Fundación Mediterránea. (2011). Una Argentina Competitiva, Productiva y Federal. Córdoba: IERAL.