

ESTUDIO DE CASO- TRATAMIENTO TÉRMICO

Una cooperativa agroindustrial dedicada al procesamiento de tomate enfrenta desafíos operativos que afectan su productividad y sostenibilidad. Entre los principales problemas detectados se encuentran tiempos muertos, alta variabilidad de proceso, elevados costos energéticos y devoluciones de productos por defectos de calidad. Además, se registran pérdidas de materia prima y una gestión insuficiente de residuos y subproductos. La planta procesa 5.000 kg/día de tomate fresco. Durante la etapa de selección inicial se elimina el 5 % de la materia prima por presencia de frutos dañados, inmaduros o fuera de especificación. El material restante se distribuye en tres líneas de producción de conservas: Perita (tomate perita pelados enteros comunes) (35%), Salsa de tomate (40%) y Tomate Concentrado (25%). La planta opera en un turno de 8 horas diarias y cuenta con tres autoclaves verticales de operación batch, dos para el procesamiento de conservas de tomate perita y uno para la salsa de tomate, además de una línea de esterilización y envasado aséptico para la elaboración de concentrado de tomate.

Línea de Tomate Perita:

Los tomates ingresan a una etapa de lavado mediante duchas de alta presión. Posteriormente son sometidos a un pelado térmico utilizando vapor saturado a 95 °C, seguido de una etapa de pelado mecánico mediante rodillos y cepillos. Las pieles removidas se derivan a la línea de residuos. Los tomates pelados son inspeccionados y luego son dosificados en latas metálicas. A continuación, se adiciona jugo de tomate caliente como líquido de cobertura y se realiza el cierre hermético de los envases. Las latas (300 g de producto neto) son colocadas en canastos metálicos y transportadas hacia los autoclaves. Cada autoclave posee una capacidad nominal de 400 latas por ciclo. Durante la operación normal se trabaja con una ocupación promedio del 80% de la capacidad disponible. La carga se realiza manualmente acomodando los envases en varias capas dentro de los canastos. Una vez completada la carga, los canastos son introducidos en el autoclave mediante sistemas de elevación. El tratamiento térmico se realiza a 121 °C durante aproximadamente 30 minutos, considerando las etapas de calentamiento y mantenimiento a temperatura de proceso. Considerando las etapas de carga, calentamiento, mantenimiento de temperatura, enfriamiento dentro del autoclave y descarga, el tiempo total requerido por lote es cercano a 60 minutos. Finalizado el proceso térmico y de enfriamiento, los canastos son retirados mediante una mini grúa puente y trasladados al sector de inspección. Posteriormente, las latas son descargadas para inspección y almacenamiento.

Línea de salsa de tomate

Los tomates son inspeccionados y lavados mediante duchas de alta presión. Posteriormente son cortados, triturados y escaldados con vapor a 95 °C. La pulpa obtenida se refina mediante tamices que separan pieles, semillas e impurezas, obteniéndose una pasta uniforme. Luego se realiza la formulación correspondiente y el producto se envasa en botellas de vidrio de 1 kg. Después las botellas son colocadas en canastos metálicos para su tratamiento térmico.

Los autoclaves utilizados son los mismos equipos empleados para la producción de tomate perita. Cada autoclave posee una capacidad aproximada de 250 botellas por ciclo y opera al 80% de su máxima capacidad. Las botellas se acomodan manualmente dentro de los canastos formando varias capas separadas mediante bandejas o rejillas. Una vez completada la carga, los canastos son introducidos en el autoclave mediante sistemas de elevación. El tratamiento térmico se realiza a 121 °C durante aproximadamente 30 minutos. Considerando las operaciones de carga, calentamiento, mantenimiento de temperatura, enfriamiento y descarga, el tiempo total requerido por lote es de aproximadamente 60 a 70 minutos. Finalizado el proceso, los canastos son retirados utilizando una mini grúa puente y las botellas son descargadas manualmente para inspección y almacenamiento.

Durante los períodos de máxima producción, la utilización de las autoclaves supera el 100 % de la capacidad disponible.

Línea concentrada de tomate

Los tomates son inspeccionados, lavados, triturados y escaldados con vapor a 95 °C. La pulpa triturada es refinada mediante tamices que eliminan pieles, semillas y otras impurezas. La pulpa refinada se envía a un evaporador de doble efecto que opera bajo vacío. El primer efecto trabaja a temperaturas comprendidas entre 75 y 85 °C, mientras que el segundo efecto opera entre 60 y 70 °C. Una vez alcanzada la concentración deseada, la pasta se esteriliza en un intercambiador de calor diseñado para productos viscosos y posteriormente se envasa mediante llenadora aséptica.

Los rendimientos promedio de cada producto se describen en la tabla 1.

Tabla 1

PRODUCTO	% RENDIMIENTO
Tomate en perita	90
Salsa de tomate	85
Concentrado de tomate	30

En la última semana se han detectado problemas en los siguientes lotes:

-Lote PER-202 (Tomate Perita): Presencia de costras de piel, hilos y piel dura.

-Lote SAL-505 (Salsa de Tomate): Presencia de espuma en la superficie. Se ha detectado hinchamiento en algunas tapas.

-Lote CON-909 (Concentrado): Separación de fases. Se observaron una capa líquida sobre el concentrado. Los análisis de control de calidad mostraron una elevada dispersión en los valores de sólidos solubles (°Brix) del producto terminado.

-Lote PER-440 (Tomate Perita): Pérdida de color rojo. Algunas latas tienen solo la mitad de llenado del líquido de cobertura.

-Lote SAL-505 (Salsa de Tomate): Pérdida de color rojo. Se observa exceso de espacio entre la superficie de la lata y la tapa.

-Lote CON-777 (Concentrado): Sabor metálico en el producto. Se observaron Latas abombadas.

-Lote PER-551 (Tomate Perita): Presencia de tomates rotos o deformados.

-Lote SAL-650 (Salsa de Tomate): Rotura de múltiples botellas de vidrio. El análisis preliminar indicó posible sobrecarga de canastos, distribución inadecuada de envases y golpes durante las operaciones de carga y descarga.

Lote CON -777 (Concentrado): Manchas en el exterior de la lata. Se observa restos rojos oscuros en la tapa.

En la Tabla 2 se muestran los datos operativos promedios obtenidos por etapas. Los datos corresponden a las operaciones principales presentes en las distintas líneas de producción. No todas las etapas se encuentran en los tres procesos.

Tabla 2

Línea	Etapa	Tiempo promedio (min)		Temperatura típica (°C)	Variabilidad (%)
Tomate Perita	Lavado y clasificación	30		-	3
	Escaldado y pelado térmico	20		95	20
	Llenado y cierre	12		-	23
	Esterilización en autoclave	30		121	2
	Enfriado	8		-	3
Salsa de Tomate	Lavado y clasificación	30		-	10
	Escaldado	20		95	2
	Triturado y refinado	15		-	5
	Formulación y llenado	12		-	22
	Esterilización autoclave	30		121	19
	Enfriado	8		-	3

Línea	Etapas	Tiempo promedio (min)		Temperatura típica (°C)	Variabilidad (%)
Concentrado de Tomate	Lavado y clasificación	30		-	6
	Escaldado	20		95	5
	Triturado y refinado	15		-	3
	Evaporación (1° efecto)	25		85	4
	Evaporación (2° efecto)	20		70	25
	Esterilización continua	5		121	5
	Envasado aséptico	10		-	15

Como grupo de trabajo se pide que se enfoquen en:

1. Analizar los flujos de proceso de las tres líneas de producción e identificar las principales operaciones unitarias involucradas.
2. Identificar cuellos de botella, operaciones críticas y limitaciones de capacidad que afectan la productividad de la planta.
3. Analizar los defectos observados en cada lote e identificar las posibles causas asociadas a las condiciones de operación y a la variabilidad de los procesos.
4. Realizar un balance simplificado de materia para cada línea de producción utilizando los rendimientos proporcionados.
5. Elaborar propuestas de mejora orientadas a la calidad del producto