

3.4 Sistema de precocinado actual

3.4.1 Descripción de la operación del cocinado del atún

El procedimiento típico de precocinado es el siguiente:

1. Carga del cocinador con el producto
2. Cierre de puertas del cocinador
3. Venteo del cocinador
4. Elevación de la temperatura
5. Período de cocinado
6. Alivio de presión
7. Apertura de puertas
8. Descarga del cocinador

La carga, descarga, cierre y apertura de compuertas son procedimientos mecánicos que no necesitan mayor análisis para el propósito de este trabajo, por lo que se hará énfasis en los restantes:

- **Venteo del cocinador:** consiste en la inyección de vapor al cocinador a fin de desalojar el aire por cuanto su baja conductividad térmica actuaría como un aislante e impediría un correcto cocinado. Con el venteo se obtiene una

atmósfera de 100% vapor. Durante este proceso el aire es forzado a salir a través de válvulas que permanecen abiertas durante esta parte del proceso cuya duración depende del tamaño del cocinador y del flujo de vapor .

- **Elevación de la temperatura:** luego de terminarse el período de venteo, transcurre un tiempo durante el cual la temperatura del cocinador sigue aumentando hasta alcanzar la temperatura de cocinado que típicamente está entre 101 y 102°C. En este periodo la temperatura del pescado también ha aumentado de unos pocos grados bajo cero a aproximadamente 7 u 8 grados C.
- **Período de cocinado:** Este es el período esencial durante el cual se produce la mayoría de cambios físicos y químicos del atún y por lo tanto es de gran importancia controlar la **temperatura real** del pescado lo que en la práctica no sucede ya que se toma como referencia la temperatura del cocinador.

3.4.2 Características del sistema actual

El sistema actual de precocinado se basa en tiempos de cocinado obtenidos en la práctica para cada variedad y tamaño de atún. En la Tabla se puede apreciar los tiempos de cocinado para atunes de la variedad Skipjack con temperatura inicial entre -3 y -5°C.

Especie / Talla	Temp. Cocinador	Tiempo
SJ-3	102 °C	30 min
SJ 3-4	102 °C	45 min
SJ 4-6	102 °C	65 min
SJ 6-7.5	102 °C	75 min
SJ 7.5-9	102 °C	85 min
SJ 9-12	102 °C	105 min
SJ 12-16	102 °C	125 min
SJ 16-20	102 °C	135 min

Tabla 9 Tiempos de cocinado para Skipjack

Fuente: Empresa

A las tablas de tiempos de cocinado mostrados se debe agregar el "tiempo de venteo", que es el tiempo durante el cual el cocinador alcanza una temperatura entre 101 y 102°C lo cual tarda normalmente de media hora a una hora dependiendo del

tamaño del cocinador, la temperatura inicial del atún y el tamaño promedio de los pescados. Cuando el precocinado se ha completado, se corta el vapor, se abren las compuertas y se sacan los coches con el atún para su enfriamiento con agua.

Aunque el método de las tablas de tiempo para el cocinado ha permitido rendimientos aceptables en el proceso, este no contempla:

- Las fluctuaciones en la temperatura del cocinador por ser controlada manualmente
- La variación de las propiedades térmicas de los atunes que se suponen constantes

Como consecuencia de esto, los tiempos de cocinado tienen márgenes de error lo que lleva inevitablemente al método de prueba y error para comprobar el estado de los pescados. Este método consiste en la apertura repetida de las puertas del cocinador para verificación visual lo que a su vez incrementa aún más la incertidumbre sobre el comportamiento del proceso y su dependencia del tiempo.

En el gráfico siguiente, se puede apreciar la forma de la curva de temperatura de cocinador controlada manualmente en la que se desea mantener una temperatura de 102°C.

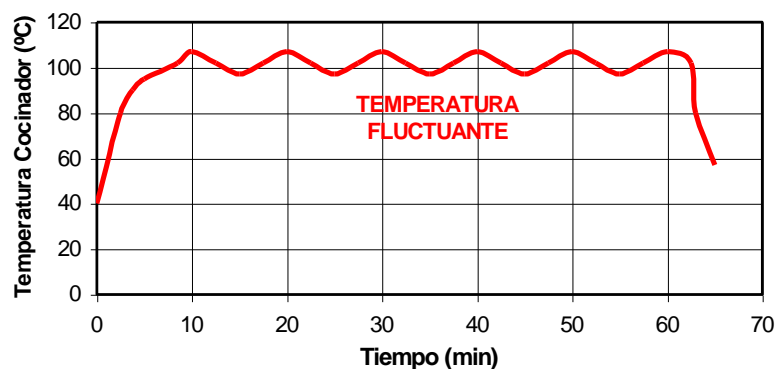


Gráfico 14 Temperatura de cocinador con control manual

Elaborado por: Abel Olivares

Determinación del punto óptimo de cocción

En la prueba realizada en el Capítulo 2 se había determinado mediante los datos del departamento de producción para el atún Skipjack, se debe cortar el vapor a los 62 minutos y sacar el atún a los 65 minutos. Se supondrá que en el momento de en que se saca el pescado del cocinador la temperatura de espina del pescado ha llegado a los 58°C.

Para que se obtenga un adecuado nivel de cocción se esperaría que todos los precocinados se comportaran de una manera similar a la que se muestra en el Grafico 15.

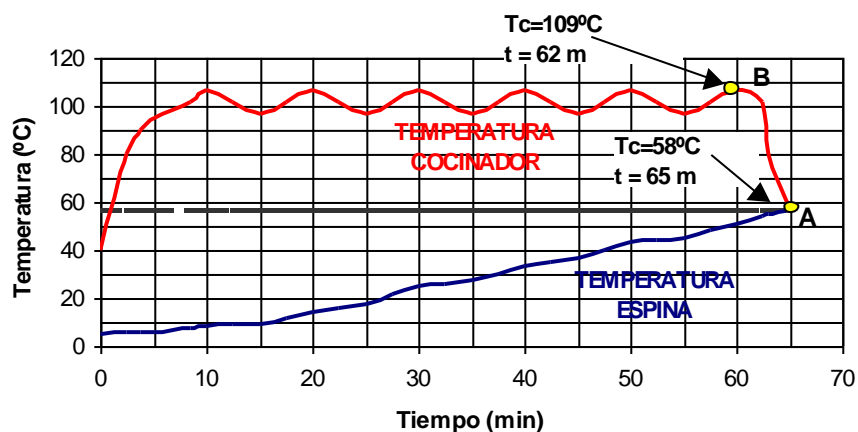


Gráfico 15 Comportamiento esperado en el precocinado

Elaborado por: Abel Olivares

En las pruebas realizadas, al saberse que el tiempo para cortar el vapor es de 62 minutos se repite el procedimiento, pero dado que esta vez el control sobre la temperatura del cocinador ha sido más variable y la temperatura promedio está por debajo que en el proceso que se tomó como referencia, a los 60 minutos la temperatura de espina del atún aún no ha llegado a 58°C y por lo tanto se lo saca crudo, lo que repercute en los rendimientos al momento de la limpieza de los lomos.

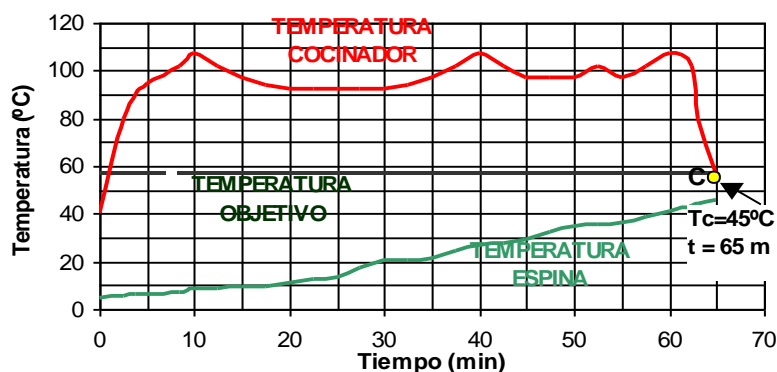


Gráfico 16 Pescado semicrudo por cocinado irregular

Elaborado por: Abel Olivares

Cuando en cambio, la temperatura del cocinador tiene intervalos en los que sube en demasía, el excesivo gradiente produce un sobrecocinado de la carne más cercana a la piel cuando el centro aún está crudo y de esta manera también se producen pérdidas irrecuperables.

Un cocinado de este tipo se obtuvo en la muestra #10 del día 1 en el Gráfico 13 en el que teóricamente la temperatura de 58 grados se la alcanza antes de tiempo como consecuencia de un mayor nivel promedio de temperatura del cocinador. El gráfico 17 muestra un cocinado de este tipo.

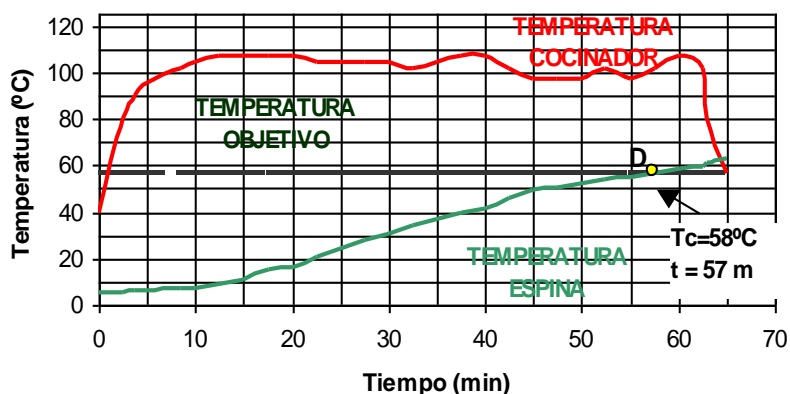


Gráfico 17 Pescado sobrecocinado por temperatura irregular

Elaborado por: Abel Olivares

3.5 Mejoras propuestas al sistema actual

Como se dijo anteriormente sería de mucha conveniencia implementar un sistema mediante el cual se pudiera controlar la temperatura ambiente del cocinador en el nivel deseado, y de esta manera evitar las anomalías que se producen con control manual como:

- Fluctuaciones en la temperatura por mala regulación
- Sobrecocinado

Lo cual trae como consecuencia:

- Desgaste de válvulas de control
- Caídas y subidas bruscas de presión en las líneas de vapor
- Gasto innecesario de vapor por el sobrecocinado

- Más personal por cada cocinador
- Pérdidas en peso de la materia prima
- Cocinado no homogéneo de los atunes

El modelo matemático puede ser utilizado para predecir las temperaturas de espina de los atunes y así poder saber en que tiempo sacarlos pero ya se vio que este modelo tiene probabilidades de error por la variabilidad de las constantes.

Un control automático por retroalimentación de la temperatura es una inversión que puede ser recuperada en un tiempo determinado por lo que se recomienda su aplicación. Con un sistema de control proporcional se puede asegurar la estabilidad en la temperatura del cocinador de manera

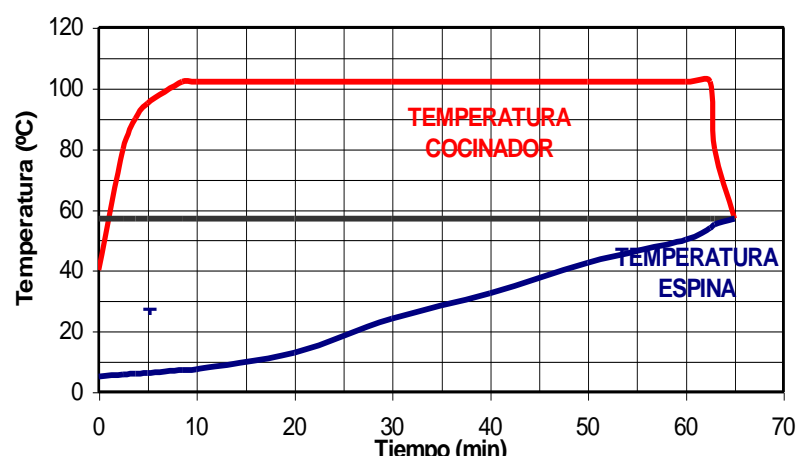


Gráfico 18 Temperatura de cocinador y espina con control automático

Elaborado por: Abel Olivares

tal de no incurrir en este tipo de errores entre cada cocinado.

El sistema tiene por objeto controlar la temperatura del cocinador (variable controlada) de manera tal que tenga un gradiente constante durante el venteo y se mantenga en una temperatura T_a estable para cada intervalo del precocinado (ver 3.2.2) hasta que la temperatura de espina T_e del atún patrón elegido llegue a un valor determinado (condición de finalización del proceso).

Se han elaborado cientos de tablas con tiempos de cocinado para cada tipo de atún, sin embargo esta tabulación aunque no es mala, no toma en cuenta que ciertas propiedades que se asumen como constantes para un mismo tamaño y variedad de atún, varían de acuerdo a las zonas de pesca, época del año, tratamiento térmico previo en el barco, tiempo de almacenamiento, etc.

Debido a ello para un mismo tipo y tamaño de atún la curva de cocinado puede comportarse de manera diferente, como lo muestra el gráfico 19 en el que tres lotes de atún de la misma variedad y tamaño de atún, se cocinan esperando un comportamiento como en la curva del atún #1 que alcanza la temperatura objetivo de 58°C a los 65 minutos.

Sin embargo, debido a las diferencias en las propiedades físicas de los atunes entre cada lote, para un tiempo de cocinado de 65 minutos el atún tipo del lote #2 llega a una temperatura de espina de 51°C y el atún del lote #3 ha llegado a una temperatura de 64°C.

Como consecuencia de ello, el atún del lote #2 debe entrar a proceso nuevamente, mientras que el atún del lote #3 se ha sobrecocinado.

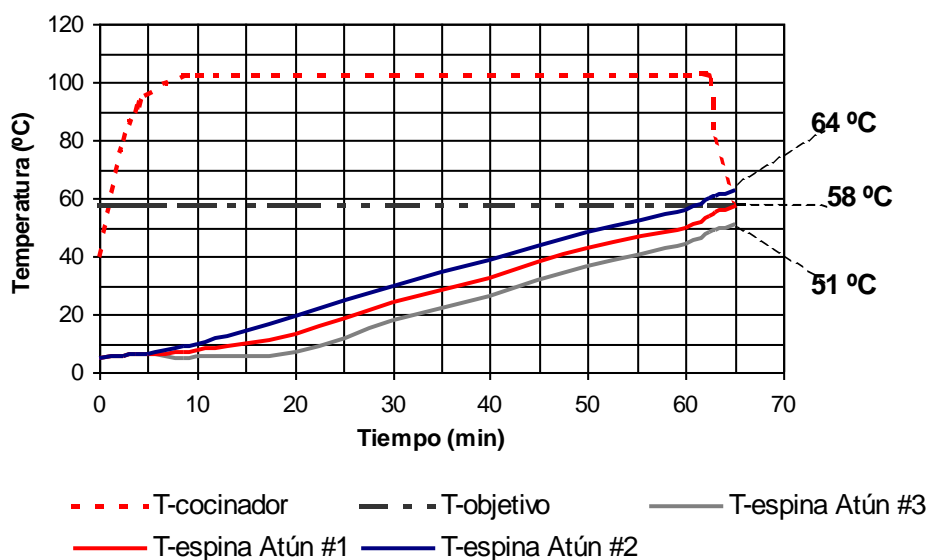


Gráfico 19 Error en tiempo de precocinado por diferencia en propiedades físicas de los atunes

Elaborado por: Abel Olivares

Colocando un sensor de temperatura en las espinas de los pescados de cada lote (Gráfico 19) el sistema puede controlar la duración del precocinado y de esta manera se consigue un cocinado de acuerdo a la temperatura que se registra en la espina y se evitan pérdidas innecesarias.

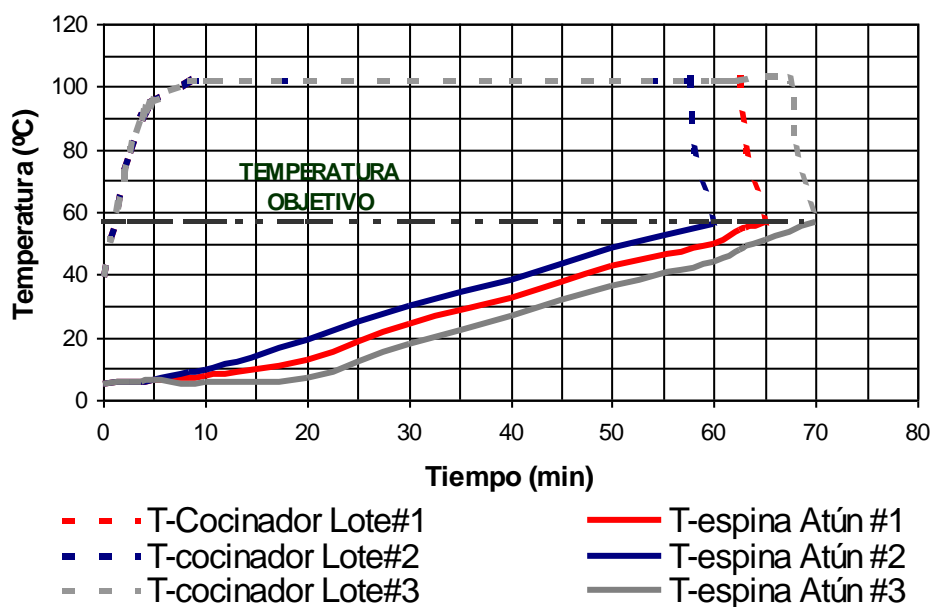


Gráfico 20 Precocinado con control proporcional de temperatura en el cocinador y control de temperatura de espina

Elaborado por: Abel Olivares