

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA QUÍMICA



Creer... Crear... Crecer...



Informe de Práctica Profesional (Código 9160)

*“Evaluación y análisis de funcionamiento del
pasteurizador de pasta fresca y su influencia en el
producto”*

- **ALUMNO:** Velazquez Borda, Patricio Javier.
- **TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD:** Cattalano, Estela Mary.
- **TUTOR POR PARTE DE LA EMPRESA:** Llorente, Cristian Leandro.
- **LUGAR DE REALIZACIÓN:** La Italiana. (Río Cuarto – Córdoba. Ruta Nacional 158. Km 0.)
- **PERÍODO DE REALIZACIÓN:** Desde 03/09/2018 al 09/11/2018
- **FECHA DE PRESENTACIÓN:** 03 de Diciembre 2018.

RESUMEN:

En el presente informe se describen las actividades realizadas durante la Práctica Profesional Supervisada (PPS), desarrollada en la empresa GUALTIERI HNOS S.A. la cual se dedica a la producción de pastas frescas pasteurizadas.

Los objetivos generales en el desempeño de las PPS fueron aplicar conocimientos adquiridos en el cursado de la carrera Ingeniería Química, establecer contacto con el personal de la planta, introducirse en el ámbito laboral y adquirir conocimientos sobre el proceso y planificación. Dichos objetivos fueron cumplidos satisfactoriamente.

En cuanto a los objetivos particulares se logró recorrer y entender el funcionamiento de las distintas áreas del sector de producción: formación del producto, tratamiento (pasteurización, pre-secado, secado y enfriado) y empaquetado. Además se trabajó en las características del producto para el cual se propuso una alternativa que modificara su aspecto final.

A partir de lo trabajado en el informe se obtuvieron conclusiones que sirven de puntapié para lograr los objetivos que la empresa espera conseguir, ya sea, en cuanto al aspecto del producto final como en el funcionamiento de su equipo de pasteurización.

Además de los objetivos planteados, se logró adquirir conocimientos a partir de la capacitación sobre normas IRAM FSSC 22000. Todos los objetivos planteados fueron cumplidos en tiempo y forma, por lo que resulta una experiencia que aportó al crecimiento personal y la formación como futuro profesional.

Índice:

1. OBJETIVOS	1
1.1 Objetivos generales:.....	1
1.2 Objetivos particulares:	1
1.3 Objetivos alcanzados:.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
2.1 Presentación:.....	2
2.2 Historia de la Empresa:	2
2.3 Área de la empresa en la que se realiza la práctica:	3
2.4 Organigrama:.....	3
3. ACTIVIDADES:.....	4
3.1 ACTIVIDAD 1: Relevamiento de la planta y reconocimiento de las operaciones de producción de pastas.	4
3.2 ACTIVIDAD 2: Recolección de información sobre el proceso de pasteurización de pasta. Pasteurizadores en el mercado. Análisis del funcionamiento del pasteurizador.	7
3.3 ACTIVIDAD 3: Investigación y análisis del fenómeno de gelificación del almidón en las pastas. Toma de muestras y mediciones necesarias.	17
3.4 ACTIVIDAD 4: Búsqueda de información acerca de las mallas transportadoras del equipo de pasteurización y evaluación de proveedores.	23
4. CONCLUSIÓN	25
5. BIBLIOGRAFÍA.....	26
6. ANEXO I	27
7. ANEXO II	28
8. ANEXO III.....	29
9. ANEXO IV:	30
10. ANEXO V.....	32

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivos generales:

- Desarrollar habilidades prácticas propias de la actividad profesional en una planta industrial.
- Reconocer la planta industrial y el proceso de producción de diversos tipos de pastas frescas pasteurizadas.

1.2 Objetivos particulares:

- Analizar el funcionamiento, rendimiento y mantenimiento del pasteurizador de pasta.
- Investigar y comparar el equipo con el que cuenta la empresa frente a otros pasteurizadores disponibles en el mercado.
- Recolectar información sobre los nuevos procesos de pasteurización.
- Estudiar el efecto de gelificado de la pasta para su reducción.
- Evaluar la factibilidad del cambio de mallas del pasteurizador.

1.3 Objetivos alcanzados:

Todos los objetivos planteados se cumplieron en el tiempo de duración de la Práctica Profesional Supervisada. Además de los objetivos planteados se obtuvo capacitación sobre las normas IRAM FSSC 22000¹.

¹ IRAM FSSC 22000: es un esquema de certificación para productores de alimentos y packaging propiedad de la Fundación para la Certificación de Seguridad Alimentaria.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Presentación:

- Nombre de la empresa: GUALTIERI HNOS S.A.
- Domicilio: Ruta Nacional 158 – Km 0.
- Teléfono: 3584647415
- Rubro: La empresa se dedica a la elaboración de productos alimenticios, principalmente pastas frescas.

2.2 Historia de la Empresa:

Humberto Gualtieri, inmigrante italiano, llegó a la Argentina en 1948. En 1955 se mudó a Río Cuarto con la decisión de crear una empresa dedicada a la elaboración de pastas frescas. El 15 de junio del corriente año abrió sus puertas La Italiana, una pequeña fábrica que con sólo 45 metros cuadrados de superficie sería pionera en la ciudad y toda la región. Tenía 27 años cuando fundó la empresa y se dedicaba a la fabricación de tallarines, ravioles, capeletis y ñoquis a mano. La primera máquina que tuvo la incipiente industria fue una pequeña raviolera diseñada por el propio dueño, la cual elaboraba 30 kilos de ravioles por hora. La empresa fue en constante crecimiento por lo que surgió la necesidad de trasladar la empresa a las afueras de la ciudad. Por tratarse de productos perecederos, en los años '80 La Italiana aplicó el proceso de pasteurización en todos sus productos e incorporó envases especiales para el desarrollo de nuevos mercados. Humberto Gualtieri estuvo al frente de La Italiana hasta 1994, cuando transfiere la sociedad a sus hijos Roberto y Liliana. La planta actual posee una superficie cubierta de 5.500 metros cuadrados, cuenta con 90 empleados activos los cuales trabajan en 3 turnos rotativos lo cual permite un permanente crecimiento. Su capacidad de producción le permite tener un mercado que abarca la totalidad de las provincias Argentinas y algunos sectores de los países limítrofes como Chile y Paraguay.

2.3 Área de la empresa en la que se realiza la práctica:

El sector de la empresa donde se llevó a cabo la Práctica Profesional Supervisada fue en el sector de producción, específicamente en el área de producción de raviolos y capeletis, enfocado en la parte de tratamiento térmico (pasteurización). Para cumplir con los objetivos se trabajó un total de 200 horas, desde el 3 de septiembre de 2018 hasta el día 9 de noviembre del corriente año. Durante, se cumplieron 20 horas semanales asistiendo todos los días hábiles de la semana 4 horas.

2.4 Organigrama:

En la Figura N° 1 se presenta el organigrama el cual representa la estructura de la empresa, donde se muestran las relaciones entre sus diferentes partes y la función de cada una de ellas. La estructura que presenta el organigrama es una estructura funcional.

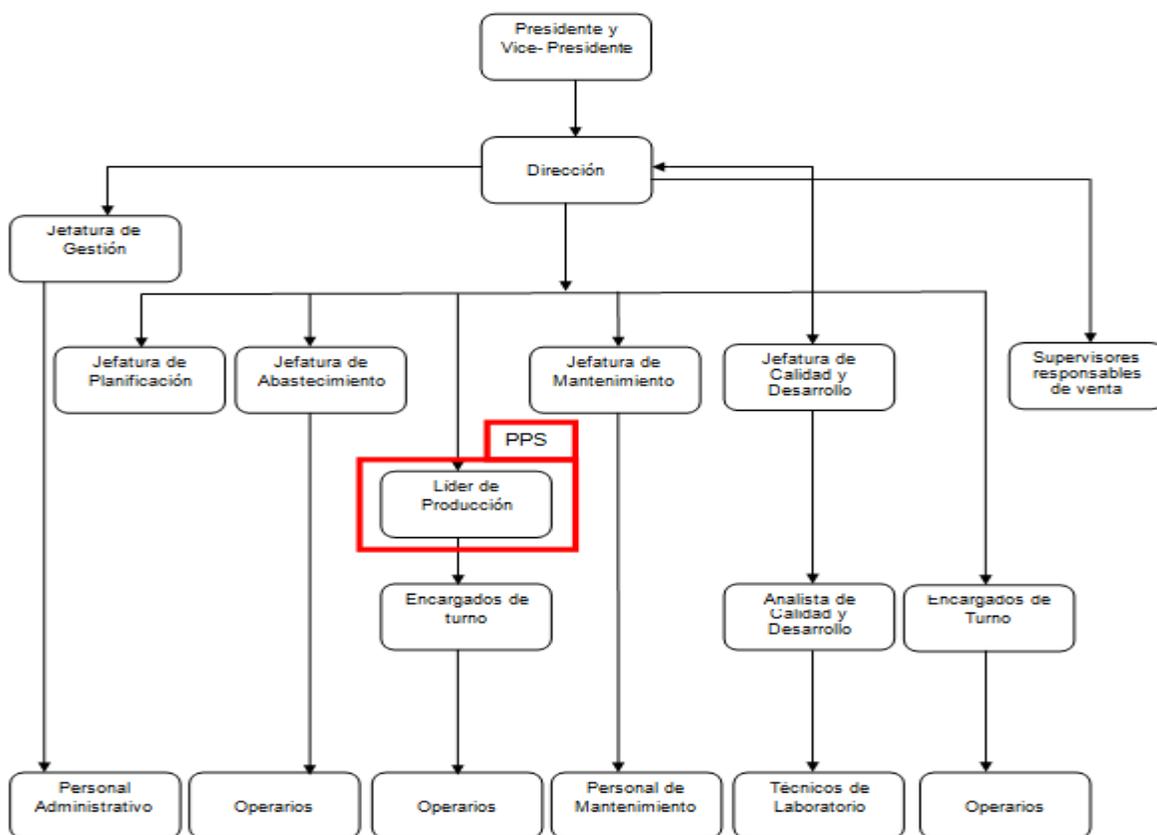


Figura N° 1: Organigrama de la empresa.

3. ACTIVIDADES:

3.1 ACTIVIDAD 1: Relevamiento de la planta y reconocimiento de las operaciones de producción de pastas.

Luego del recorrido y reconocimiento del área de producción de raviolos y capeletis se pudieron identificar los equipos y operaciones que se presentan en la Figura N° 2:



Figura N° 2: Diagrama de bloque de la línea de pasta fresca pasteurizada.

Cada una de las etapas del diagrama de bloque se describe a continuación:

AMASADO y LAMINADO:

Dosificación, pesado de ingredientes: Se pesan todos los ingredientes sólidos y se miden los líquidos utilizando balanzas y recipientes con escalas de medida, respectivamente. Para la preparación de la masa se dosifica harina 0000, agua, sal, propionato de calcio y ácido sórbico. Para el empaste y amasado mecánico, se mezclan los ingredientes y luego se amasa hasta tener una masa gramsa (masa arenosa). Luego, se realiza un laminado con el fin de obtener una masa porosa, para ello la masa gramsa se pasa varias veces por la laminadora.

PREPARACION DEL RELLENO:

Es esencial que los productos crudos sean cocinados adecuadamente. Los rellenos están preparados a base de ingredientes como arroz, carne, pollo, verduras, ricota, quesos, especias y saborizantes. Estos son mezclados según corresponda para preparar los distintos tipos de relleno. Los rellenos enriquecen al producto favoreciendo el desarrollo de

microorganismos, por lo cual es importante la higiene en su elaboración y mantener las condiciones adecuadas para asegurar la calidad higiénico-sanitaria del producto terminado.

MÁQUINA FORMADORA DE PASTAS:

La pasta se rellena en máquinas formadoras que son alimentadas con relleno y masa, en una sala de elaboración equipada con aire filtrado, humedad y temperatura controlada. En el caso de pastas no rellenas, tales como ñoquis, spaguettis, masa para empanadas, entre otros, la máquina es alimentada con la masa y cortada de la forma deseada.

PASTEURIZADO:

Luego del modelado mecánico, el producto es introducido por una cinta transportadora, cuya velocidad puede regularse, permitiendo diferentes tiempos de tratamiento dentro del túnel de pasteurización. Se utiliza vapor saturado, debido a que el calor húmedo es más eficiente que el calor seco para la eliminación de los microorganismos. La emisión de vapor es regulada por una parrilla de tubos perforados ubicada sobre el producto y por debajo de la cinta transportadora. La propagación de calor ocurre por conducción, mientras que, el vapor desencadena un mecanismo externo de convección forzada, y la relación entre la temperatura y el tiempo es fuertemente influenciada por las características del producto, tales como la temperatura inicial, la humedad, las dimensiones del producto y la cantidad de relleno.

Las condiciones de pasteurización aplicadas a las pastas frescas requieren de temperaturas entre 65 °C - 85 °C en el interior del producto por un tiempo determinado y esto se logra usando el vapor a una temperatura entre 98 °C - 108 °C. Estas condiciones son, sin embargo, insuficientes para destruir la mayoría de los microorganismos termo-resistentes o sus esporas a menos que el tratamiento se prolongue, en cuyo caso sería incompatible con el mantenimiento de las características sensoriales de un producto “fresco”. Por lo tanto, es importante que luego de la pasteurización se respeten las condiciones de refrigeración y se realicen análisis periódicos para mantener un control sobre las condiciones microbiológicas de las materias primas y los productos terminados.

PRE-SECADO y SECADO:

El producto que sale del área de pasteurización luego pasa por un sistema de ventilación forzada con aire caliente para secarlo parcialmente. Se realiza un pre-secado superficial para evitar la adhesión entre las pastas y otorgar rigidez al producto. Luego se hace el secado con el objetivo de reducir el contenido de humedad hasta los niveles requeridos por la normativa vigente, en nuestro caso el Código Alimentario Argentino (C.A.A.) que dispone el contenido de agua en las pastas frescas no deben superar el 35% p/p, excepto en el caso de ñoquis para los que se admite un contenido de agua de 55% p/p.

ENFRIADO:

Es aconsejable el enfriamiento rápido hasta 4 °C, ya que, limita el tiempo en que el producto es expuesto a temperaturas que favorecen la proliferación de microorganismos. Luego, el producto debe mantenerse a una temperatura menor a 8 °C. Este proceso se hace en una sala especial con aire filtrado para evitar contaminaciones.

EMPAQUETADO:

El envasado se hace con atmosfera modificada para evitar el desarrollo de microorganismos dentro del paquete y así alargar la vida útil del producto. Se ha demostrado que las condiciones de envasado (30% de CO₂) utilizada para pastas frescas rellenas no son suficientes para evitar el desarrollo de microorganismos cuando las temperaturas de almacenamiento o distribución no son adecuadas, por lo tanto, es indispensable que se mantengan temperaturas de refrigeración (4 °C). En el caso de las pastas frescas las concentraciones de CO₂ utilizadas varían de 25-40% dependiendo del tipo de producto. Cuando la concentración de CO₂ usado para envasar pastas frescas rellenas es cercano al 30%, la vida del producto es de 30 días. Es posible que variara la concentración residual de O₂ en el envase pero usualmente es menor al 2%, concentraciones menores al 1% inhiben completamente la germinación, crecimiento y esporulación de la mayoría de los hongos.

3.2 ACTIVIDAD 2: Recolección de información sobre el proceso de pasteurización de pasta. Pasteurizadores en el mercado. Análisis del funcionamiento del pasteurizador.

PROCESOS DE PASTEURIZACIÓN:

La pasteurización es un proceso térmico realizado a los alimentos: los procesos térmicos se pueden realizar con la intención de disminuir las poblaciones patógenas de microorganismos o para eliminar las enzimas que pueden modificar los sabores de ciertos alimentos. No obstante, en la pasteurización se emplean generalmente temperaturas por debajo del punto de ebullición (en cualquier tipo de alimento), ya que, en la mayoría de los casos las temperaturas superiores a este valor afectan irreversiblemente ciertas características físicas y químicas del producto alimenticio. Hoy en día, la pasteurización se realiza a los alimentos en un proceso industrial continuo aplicado a alimentos viscosos, con la intención de utilizar la energía de manera eficiente y disminuir así también costos de producción. El proceso se diseña de manera que los productos sean calentados uniformemente, evitando que algunas partes sean sometidas a excesivas temperaturas durante demasiado tiempo y otras no lleguen a los parámetros necesarios.

PASTEURIZACIÓN DE PASTA:

Las pastas se elaboran con ingredientes frescos de primera calidad, siguiendo estrictos controles desde el ingreso al proceso productivo y hasta que llegan a los puntos de venta. Debido a la diversidad de materia prima que se utilizan para los distintos productos finales es necesario realizar este proceso de pasteurización para evitar consecuencias en el consumidor, consecuencias provocadas por distintos microorganismos patógenos como los que se mencionan en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1: Muestra los agentes patógenos en las diferentes materias primas con sus medidas de prevención.

AGENTE CAUSAL	ALIMENTOS IMPLICADOS	MEDIDA DE CONTROL
Salmonella spp.	Pollo, verduras y agua.	Cocción, pasteurización y almacenamiento a 5 °C o menos.
Escherichia coli	Vegetales.	Lavar y desinfectar.
Bacillus cereus	Carnes y Vegetales.	Calentar por encima de los 75 °C.

Staphylococcus aureus	Pastas rellenas.	Calentar por encima de los 75 °C.
Clostridium perfringens	Rellenos con carne.	Calentar a más de 121 °C y conservar a temperaturas entre 37 y -4 °C.
Vibrio cholerae	Agua, hortalizas y verduras.	Usar agua potable, lavar y desinfectar.
Hepatitis A	Agua, verduras y hortalizas.	Usar agua potable, lavar y desinfectar.
Aspergillus flavus	Cereales, maíz.	Almacenamiento en lugares secos y frescos.

Como conclusión de la Tabla N° 1 se puede decir que la mayoría de los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en la pasta mueren a una temperatura igual o mayor a 70 °C o con un almacenamiento a una temperatura inferior a los 5 °C y el tiempo de exposición a la temperatura a la que pierde viabilidad el microorganismo depende de las condiciones de la materia prima: grado de contaminación inicial, tamaño, cantidad y grado de esterilización deseado. Por lo tanto, en la pasteurización se somete a las pastas rellenas a una dispersión de vapor saturado a 100 °C aproximadamente, alcanzando una temperatura en el producto de entre 65-70 °C. Luego se produce un secado seguido de un enfriamiento rápido, que permite prolongar su vida útil, reduciendo la presencia de microorganismos no deseados en todo el alimento fresco. Las pastas así tratadas son cuidadosamente envasadas en forma automática siguiendo normas de exigencia de higiene y de control como presión interna del paquete y detección de metales. Hay que resaltar que la pasteurización no mata esporas, se realiza para eliminar microorganismos patógenos, para eliminar las esporas es necesario una esterilización. Lo que se hace para evitar esto es no darle las condiciones necesarias a los microorganismos para que esporulen. Gracias a la calidad del envase y a la atmósfera modificada se logra la conservación del producto manteniendo las propiedades y el sabor de la pasta recién elaborada.

PASTEURIZADORES EN EL MERCADO:

Dentro del mercado se encuentran muchas marcas que producen pasteurizadores de pasta, la mayor oferta se encuentra en Italia, Europa y algo en Estados Unidos. Las empresas que producen estos equipos, brindan información suficiente sobre las características para poder

identificar cual es el que se adecua mejor al proceso que se realice. Las características principales que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar un equipo de pasteurización son:

- Producción horaria
- Forma de pasteurizar
- Tipo de pasteurizador
- Tamaño y peso del equipo
- Potencia térmica
- Potencia eléctrica requerida
- Alimentación en Voltios

Luego de la investigación realizada en el mercado, y teniendo en cuenta el que se encuentra en la empresa, se puede mencionar como conclusión que aquellos equipos que presentan las mejores características en cuanto fabricación, materiales utilizados, sistema requerido y mejoras con respecto al equipo instalado, son las empresas que se muestran en la Tabla N°2:

Tabla N° 2: Proveedores y características de pasteurizadores en el mercado.

PROVEEDOR	CARACTERISTICAS	VALORACIÓN
	Producción hasta 600 kg/h. Equipo con zona de secado que cuenta con un rascador en la salida del producto para una limpieza de la red y garantía de despegue del producto.	Equipo similar al de planta. Sería un reemplazante ideal.
	Producción de 300 kg/h o superiores. Zona de secado integrada en la parte inferior para el ahorro de espacio. Rascador sobre la cinta de salida de secado.	Equipo similar al de planta. Sería un reemplazante ideal.
	Producción de hasta 600 kg/h. Área de secado integrada.	Equipo similar al de planta. Sería un reemplazante ideal.

	<p>Producción de hasta 300 kg/h. La máquina puede funcionar con vapor saturado o recalentado. Con el uso del vapor recalentado (mezcla de aire/vapor) se puede alcanzar 80-90°C en el corazón del producto en un corto tiempo sin variar las características del mismo producto</p>	<p>Pasteurizador de menor producción pero con mayor rendimiento.</p>
	<p>Producción de hasta 300 kg/h. Área de pre-enrollado con baterías de lámpara, resistencias de radiación infrarroja con túnel de ventilación de aire forzado.</p>	<p>Pasteurizador con menor producción pero con mayor rendimiento.</p>
	<p>Producción de hasta 1000 kg/h. Equipos de vapor, gas o eléctrico. Área de secado integrada.</p>	<p>Mayor producción horaria que el instalado en planta.</p>
	<p>Producción de 150 a 2000kg/h. Sistema de distribución de vapor encima y debajo del producto. Zona de exclusión después de la pasteurización.</p>	<p>Mayor producción horaria que el instalado en planta.</p>
	<p>Sistema de transporte en “espiral”. Esta máquina es capaz de tratar grandes cantidades de producto en un espacio muy reducido. Utiliza una “mezcla de vapor de agua y aire caliente ventilado” como fuente de pasteurización. El resultado final será un producto de calidad, con una superficie más seca y un aspecto “natural”, como antes de realizar la pasteurización.</p>	<p>Mayor producción en un espacio reducido. Mejor aspecto final del producto.</p>
	<p>Pasteurización por radiofrecuencia de productos envasados. Se logra una gran reducción de la carga microbiana en muy poco tiempo. La velocidad y uniformidad del proceso minimizan el riesgo de degradación del producto lo que ayuda a preservar la calidad y frescura del producto.</p>	<p>Pasteurización en producto envasado. Gran efectividad pero con menor producción horaria.</p>

ANÁLISIS DEL PASTEURIZADOR:

La planta cuenta con un grupo de pasteurizadores todos con el mismo principio de funcionamiento. Estos equipos funcionan haciendo pasar la pasta mediante una malla transportadora de acero inoxidable la cual recibe vapor saturado, proveniente de la caldera, de una parrilla de tubos perforados colocados por arriba y por debajo de la malla. El vapor entra en contacto directo con la pasta logrando el proceso de pasteurización. La malla circula a través de un túnel de acero inoxidable de un espesor importante que tiene la función de evitar la dispersión del calor aumentando el rendimiento del proceso y manteniendo el ambiente seguro para los empleados del sector. El proceso de secado es seguido a la pasteurización; el secado se realiza en un secadero de túnel de acero inoxidable por el cual circula una corriente de aire caliente impulsado por ventiladores; la pasta entra en el secadero sobre una malla transportadora de acero inoxidable en contracorriente con el aire caliente, el secado retira el exceso de humedad que provoca la pasteurización. En la Figura N° 3 se representa el equipo de pasteurización y secado.

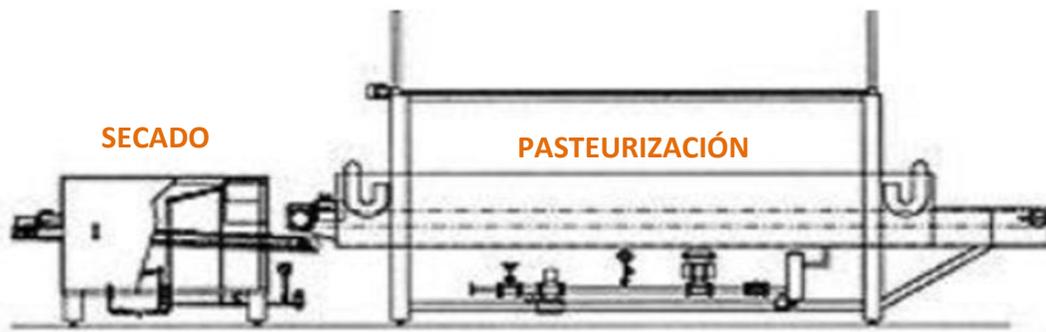


Figura N° 3: Representación del equipo de pasteurización y secado.

Para analizar el funcionamiento del equipo instalado se cuenta con un “data logger” de marca HOBO (Ficha técnica en ANEXO AI), este permite registrar el perfil de temperaturas que tiene el producto durante su transcurso por el pasteurizador. El análisis que se hace con este instrumento de medición es con el fin de verificar que durante la pasteurización se alcance una temperatura mínima capaz de eliminar los microorganismos presentes en el producto. Este análisis se hace mensualmente o en períodos de dos meses. El periodo de repetición de este análisis disminuye a medida que se acerca la fecha de mantenimiento del pasteurizador.

El funcionamiento del equipo es sencillo, lo primero que se hace es poner el “data logger” en la misma malla transportadora por donde circulan las pastas evitando su contacto, de esta manera, podemos registrar el perfil de temperatura que brinda el equipo. Luego, el instrumento se deja enfriar hasta temperatura ambiente, se pinchan en el instrumento varios productos (ravioles, capeletis) y se lo coloca nuevamente en la malla transportadora para registrar el perfil de temperatura que recibe el producto en el punto frio durante su paso por el equipo.

Se trabajó con tres de las líneas de proceso, la línea 1 y 2 para ravioles que tienen un pasteurizador con una capacidad de 300 kg/h cada una y la línea 3 para capeletis con un pasteurizador de capacidad de 600 kg/h. A partir de los datos registrados por el instrumento se puede realizar un gráfico para cada línea y tener un perfil de temperaturas con y sin productos. Se muestra como ejemplo el perfil obtenido para la línea 1 en la Figura N° 4, mientras que las que corresponden a las líneas 2 y 3 se encuentran en el ANEXO AII.

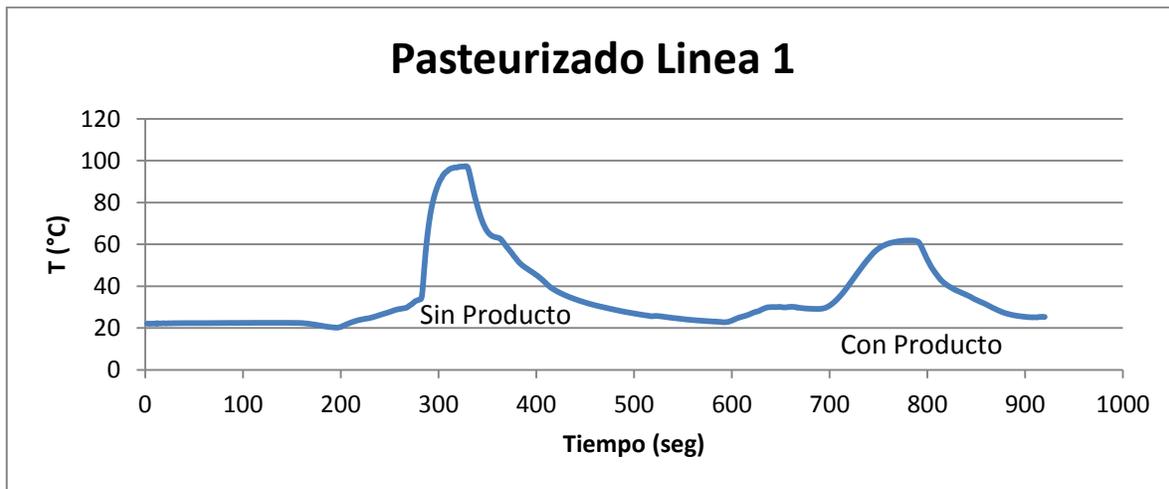


Figura N° 4: Perfil de temperatura de Línea 1 con y sin producto.

A partir de la información que brindan estas figuras se puede calcular la letalidad que tiene el proceso para el microorganismo referencia. Por ejemplo, si se toma la Salmonella spp, que puede servir como representativo, ya que, necesita una temperatura de 72 °C para morir y a esta temperatura la mayoría de los microorganismos que pueden estar presente mueren también, se puede conocer el tiempo requerido de pasteurización para lograr la población final requerida a partir de los siguientes cálculos:

- 1) A partir de una toma de muestra y posterior cultivo se puede conocer la población inicial de este microorganismo. En este caso, se puede estimar en: N_0 : 10 ufc/g.
- 2) La población final se fija con el criterio de tener en cuenta la posibilidad de encontrar el microorganismo en el producto al final del tratamiento térmico y según lo que establece el Código Alimentario Argentino (C.A.A.), se fijará en N : 1×10^{-12} ufc/g.
- 3) Se busca de bibliografía el tiempo de reducción decimal (D) y la termo-resistencia (Z) del microorganismo, las cuales son: $D_{60^\circ\text{C}}$: 0,4 min y Z : 5 °C.
- 4) Se toma como temperatura de referencia los 72 °C

Entonces se puede calcular el tiempo requerido para lograr la reducción deseada a partir de las siguientes ecuaciones:

Primero se calcula D a la temperatura de referencia con la ecuación [1]:

$$\text{Log} \left(\frac{D^{72}}{D^{60}} \right) = -\frac{(T_2 - T_1)}{Z} = \text{Log} \left(\frac{D^{72}}{0,4} \right) = -\frac{(72-60)}{5} \quad [1]$$

$$D_{72^\circ\text{C}} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ min}$$

Luego el grado de reducción decimal deseado (n) con la ecuación [2]:

$$n = -\log \left(\frac{N}{N_0} \right) = -\log \left(\frac{1 \times 10^{-12}}{10} \right) = 16 \quad [2]$$

Y así obtenemos el F_{req} (Letalidad requerida) a partir de la ecuación [3], para una temperatura de 72 °C:

$$F_{\text{req}}^{72^\circ\text{C}} = n * D^{72^\circ\text{C}} \quad [3]$$

$F_{\text{req}}^{72^\circ\text{C}} = n * D^{72^\circ\text{C}} = 16 * 1,6 \times 10^{-3} = 0,025 \text{ min}$
--

Por lo tanto, para lograr una reducción de la población del Salmonella spp hasta la población final deseada, el producto debe ser tratado por 0,025 min, es decir, 1,52 segundos.

Ahora para verificar si en el proceso está pasando esto, es decir, que el F_{proceso} sea mayor al $F_{\text{requerido}}$ se debe calcular el F del proceso a partir de los datos de la Figura N° 4.

Se puede calcular la letalidad del proceso para la línea 1 con los datos de la Tabla 2 y 3 a partir de la ecuación [4]:

Tabla N° 1: Variación de temperatura vs tiempo.

Tiempo	Temperatura
1	23,521
2	23,713
3	23,93
4	24,146
5	24,339
6	24,532
7	24,726
8	24,895
9	25,065
10	25,186
11	25,331
12	25,453
13	25,574
14	25,695
...	...
...	...
...	...

Tabla N° 4: Letalidad del proceso.

F
2,01465E-10
2,2009E-10
2,4322E-10
2,68658E-10
2,9363E-10
3,20922E-10
3,50913E-10
3,79315E-10
4,10204E-10
4,33711E-10
4,6366E-10
4,90456E-10
5,18561E-10
5,48277E-10
...
...
...

$$F = \Delta t = 1 \text{ seg}$$

$$T^{\circ}_{ref} = 72^{\circ}C$$

$$Z = 5^{\circ}C$$



$$F_0 = F * 10^{\left(\frac{T-T_{ref}}{z}\right)} \quad [4]$$

Así el F del proceso será:

$$F_{porceso/L1} = \sum F_0 = 4,9x10^{-3} \text{ min.}$$

$$F_{proceso/L1} < F_{requerido}$$

Como se puede ver, el F del proceso es menor al requerido, por lo tanto, en el pasteurizador de la línea 1 no se estaría logrando la eliminación deseada de este microorganismo.

El mismo procedimiento es utilizado para las líneas 2 y 3 a partir de las Figuras AII.1 y AII.2 DEL ANEXO II, con los resultados expresados para distintos microorganismos en la Tabla AIII.1 que se encuentra en el ANEXO III.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL PASTEURIZADOR:

Luego de realizado el estudio de los pasteurizadores de la línea 1, 2 y 3 se puede llegar a las siguientes conclusiones, a partir de las figuras obtenidas a través de la utilización del “data logger”, y la Tabla AIII.1 del ANEXO III:

- 1) Para las tres líneas, el perfil de temperatura sin producto ronda una temperatura máxima de 100 °C, lo que quiere decir que el calor suministrado por el vapor debería ser suficiente para lograr la pasteurización deseada; sin embargo, el perfil de temperatura con producto, disminuye bastante en las líneas 1 y 2 lográndose una temperatura máxima de 61,7 °C y 64 °C respectivamente lo que sería un problema a la hora de pasteurizar, ya que, al trabajar a una temperatura baja, el tiempo de residencia del producto en el equipo deberá ser mayor. Las posibles causas de este problema, serían una mala aislación del equipo o que el producto está muy lejos de la parrilla de tubos distribuidores de vapor por lo cual el vapor se dispersa antes de entrar en contacto con el producto, teniendo así una gran pérdida de calor. Una solución a este problema sería disminuir la distancia entre el producto y la parrilla de tubos distribuidores, de esta manera, se tendrá un perfil de temperatura del producto un poco mayor logrando una mejor pasteurización. Esta solución se elige ante otras posibilidades, como serían trabajar con un vapor a mayor temperatura, lo que trae como consecuencia un gasto operativo más grande o aumentar el tiempo de residencia de la pasta dentro del equipo, lo que no tendría gasto operativo mayor pero se haría el proceso más lento. El disminuir la distancia entre la parrilla de tubos y el producto implica un gasto único, en principio no muy grande, y permite trabajar con el mismo vapor con el que se venía trabajando o un vapor con menos carga energética, siempre y cuando se logre un perfil de temperaturas mayor al que se logra actualmente.

Para el caso de la línea 3, para algunos microorganismos se tiene una sobre-pasteurización, es decir, que el producto permanece más tiempo en el equipo de lo

que debería. Si se considera que los microorganismos que no se eliminan en el pasteurizador son eliminados en la pre-cocción del relleno, se puede disminuir el caudal de vapor de este equipo o trabajar a una menor temperatura de vapor para evitar la sobre-pasteurización (la cual podría tener consecuencia en las características físicas del producto) y tener un menor gasto operativo de esta línea.

- 2) En cuanto a la pasteurización y eliminación de los microorganismos se puede ver, en la Tabla AIII.1 del ANEXO III, que los valores presentados en rojo indican que no se está alcanzando la eliminación deseada del microorganismo en análisis, mientras que los valores presentados en verde indican que se logra la eliminación deseada. Los valores representados en rojo indican un problema a la hora de pasteurizar y podrían generar problemas de salud a los consumidores; habiendo dicho esto hay que tener en cuenta que el relleno de las pastas lleva un pre-cocido, donde la mayoría de estos microorganismos mueren, y que el producto para ser consumido debe tener una cocción lo que eliminaría también algún resto de microorganismo que haya podido quedar presente en el producto final. Se sabe que el producto final que se obtiene del proceso sale con las condiciones adecuadas en cuanto a microorganismos se refiere, por lo tanto se puede inferir que la muerte requerida se está dando en otra parte del proceso como podría ser el secado. La solución para lograr la eliminación deseada de los microorganismos en el proceso de pasteurización podría ser la misma que la planteada en el punto 1 (disminuir la distancia entre la parrilla de tubos aspersores de vapor y el producto) con las ventajas mencionadas en dicho punto, además que, mejorar el perfil de temperaturas dará una mayor muerte microbiana mejorando los valores obtenidos en rojo en la Tabla AIII.1, logrando así la reducción de la población de los microorganismos hasta el valor deseado. En resumen, para la línea 1 y 2 se necesita un mejor perfil de temperatura, mientras que, para la línea 3 se podría disminuir el caudal de vapor para disminuir el gasto operativo sin disminuir demasiado el perfil de temperatura. Para verificar esto, se deberá realizar el mismo procedimiento que se presenta en este trabajo con el nuevo perfil de temperatura obtenido y verificar que se logra todo lo mencionado en los puntos 1) y 2).

3.3 ACTIVIDAD 3: Investigación y análisis del fenómeno de gelificación del almidón en las pastas. Toma de muestras y mediciones necesarias.

CARACTERÍSTICA DE LA HARINA PARA PASTAS:

Un tamaño de partícula de la harina relativamente pequeño, favorece la hidratación durante el amasado, y el óptimo desarrollo de un gluten uniforme durante el laminado; de manera tal que, menos del 15% de una harina típica para pastas debe quedar retenido en un tamiz de 100 μm . Además, la distribución del tamaño de partícula debe ser uniforme, ya que, las partículas pequeñas se hidratan mucho más rápido que las más grandes, generando corpúsculos de masa de diferentes tamaños, lo que da lugar a manchas (húmedas o secas) en la lámina de masa. Por otro lado, una harina con un tamaño de partícula demasiado pequeño, puede estar indicando una alta cantidad de almidón dañado.

ALMIDÓN:

Los granos de cereales almacenan energía en forma de almidón. El almidón se acumula en gránulos que se sintetizan dentro de los amiloplastos. Los gránulos de almidón en la harina de trigo y de otros cereales muestran una distribución de tamaño bimodal, los gránulos más pequeños son esféricos con un diámetro menor a 10 μm , en tanto que, los grandes son lenticulares con un diámetro cercano a 20 μm . El interior de los gránulos está formado por regiones cristalinas y amorfas alternadas, por lo que el almidón es descrito como un polímero semicristalino o parcialmente cristalino. El almidón, componente mayoritario de la harina de trigo, es una macromolécula que está compuesta por dos fracciones: la amilosa y la amilopectina. La amilosa es definida como una molécula esencialmente lineal, compuesta por 500-6000 unidades de glucosa unidas por enlaces α -(1-4), con escasos puntos de ramificación formados por enlaces α -(1-6); y la amilopectina está formada por una cadena central similar a la de la amilosa pero posee ramificaciones con enlaces α -(1-6) cada 9 a 20 unidades de D-glucosa. El enlace α -1,4 imparte a la molécula un giro natural, con lo que la conformación de la cadena es helicoidal. Dentro del gránulo, se puede diferenciar una zona con cierto grado de cristalinidad, debido a regiones ordenadas de cadenas de amilopectina, y una zona amorfa compuesta principalmente por las regiones ramificadas de la amilopectina y las cadenas de amilosa. Cuando los gránulos de almidón

son sometidos a tratamientos térmicos, debido a su estado nativo parcialmente cristalino, experimentan distintas transiciones de fase, llamadas gelatinización y retrogradación. Como consecuencia de la combinación de calor, humedad y tiempo durante la cocción, los gránulos de almidón se hinchan y gelatinizan (Figura N° 5). La gelatinización es la destrucción irreversible del orden molecular de los gránulos de almidón. Para que ocurra este fenómeno es necesario un nivel mínimo de agua y una determinada temperatura (entre 58 y 64 °C). Durante la gelatinización, una pequeña cantidad de almidón, principalmente amilosa, es liberada en la región inter-granular lo que conduce a un aumento de la viscosidad. Además, se produce el desorden de las regiones cristalinas dentro de los gránulos. Típicamente, el almidón se hidrata a temperaturas que van desde 40 a 120 °C, dependiendo del origen del almidón y del contenido de amilosa. Luego de la gelatinización, sigue un proceso conocido como la gelificación del almidón, que es la formación del gel que no se produce hasta que se enfría la pasta de almidón. Al enfriarse una pasta de almidón se forman enlaces intermoleculares entre las moléculas de amilosa. Se forma una red donde queda el agua atrapada, al igual que cualquier otro gel, el de almidón es un líquido con características de sólidos. Los geles formados se hacen progresivamente más fuertes durante las primeras horas de preparación, pero a medida que progresa el tiempo el gel tiende a envejecerse debido a la retrogradación del almidón, perdiendo su fortaleza y permitiendo la salida del agua del gel. Para que ocurra el fenómeno de gelificación, el almidón debe ser calentado a una temperatura superior a 70 °C o mayor dependiendo del tipo de trigo y la características de la harina. Para el caso del trigo, que se usa para la harina de pastas, la temperatura de gelificación es 77 °C.

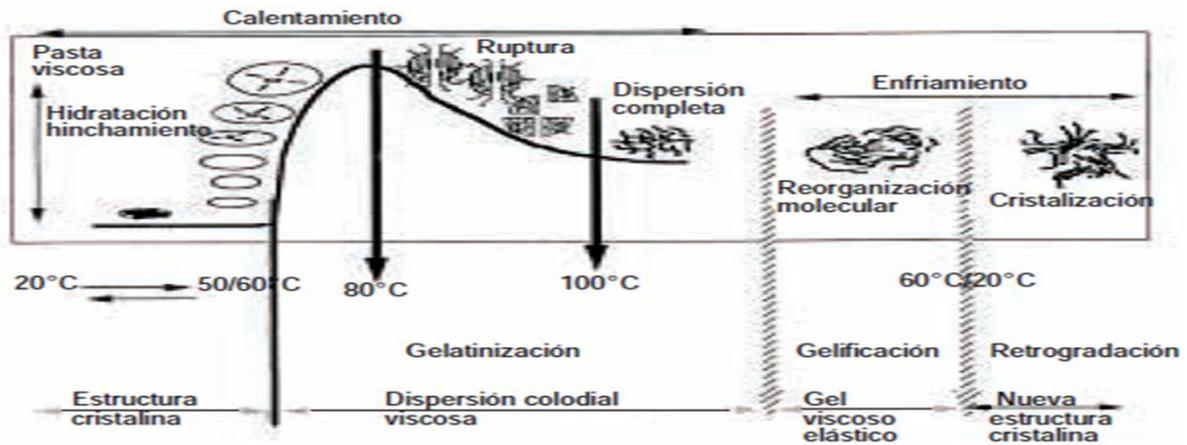


Figura N° 5: Proceso de gelificación.

Durante el enfriamiento las moléculas de almidón se re asocian dando lugar a un estado más ordenado o cristalino, proceso llamado retrogradación, en donde se forman estructuras compactas. La amilosa gelificada forma una red continua rodeando los gránulos de almidón hinchados y deformes. Durante la retrogradación la amilosa se reorganiza como dobles hélices estabilizadas por medio de uniones puente hidrógeno.

Una fracción significativa de los gránulos de almidón (alrededor del 8%) es dañado durante la molienda. Este daño mecánico de los gránulos, generalmente afecta las propiedades del almidón. En presencia de agua, el almidón dañado puede hincharse y gelatinizar a temperatura ambiente. Los parámetros de gelatinización del almidón dañado presentan valores más bajos que el almidón no dañado, siendo este cambio más pronunciado en los trigos duros que en los trigos blandos. Además, el almidón dañado absorbe dos veces su peso de agua en contraste con el almidón no dañado, el cual solo absorbe el 40% de su peso. Esta elevada capacidad de absorción de agua implica que el almidón dañado puede ser responsable de aproximadamente el 16% de la absorción total de agua de la harina, un valor similar al de la propia proteína.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE GELIFICACIÓN:

El análisis del proceso de gelificación del almidón se hace para comprender porque luego del proceso de tratamiento térmico se tiene un producto con una rigidez superior a la deseada. El objetivo es obtener una pasta más blanda y con aspecto más natural al final del proceso y no una pasta con aspecto “plastificado”.

Para el análisis de este fenómeno, se hace un estudio general de los factores que intervienen en el desarrollo de la masa durante el proceso. Se propone realizar una medición de temperaturas de todo el proceso de la línea 1 y 2, esto se realiza a través de un “data logger” al cual se le coloca producto para conocer el perfil de temperaturas. Los resultados obtenidos de la línea 1 y 2 se presentan en el ANEXO IV en forma de las Figuras AIV.1 y AIV.2 y las Tablas AIV.1 Y AIV.2 las cuales muestran los tiempos de duración de cada proceso con sus respectivas temperaturas máximas y promedio.

ANALISIS GENERAL:

Para un estudio previo al proceso se puede pensar en analizar la materia prima, principalmente la harina con la que se hace la masa. La harina que mejor resulta para el producto será aquella que tiene un tamaño de partícula relativamente pequeño, ya que, favorece la hidratación durante el amasado y el óptimo desarrollo de un gluten uniforme durante el laminado; de manera tal que, menos del 15% de una harina típica 000 para pastas debe quedar retenido en un tamiz de 100 μm . Una harina con tamaño de partícula muy pequeño puede indicar una alta cantidad de almidón dañado, el cual tiene una mayor absorción de agua, pero afecta negativamente el color de las pastas y genera un hinchamiento excesivo. La harina que necesitamos para la elaboración de pasta debe tener una temperatura alta de gelatinización, esto implica que tenemos una harina con alta capacidad de hinchamiento. Para lograr esto, se necesita que la harina tenga una mayor cantidad de gluten (proteínas), lo que implica tener una harina de mayor dureza. Para conocer la dureza de la harina que nos brinda el proveedor, se analizan los datos obtenidos de un alveograma (muestra de forma gráfica y numérica las características de una muestra de harina) el cual brinda los parámetros de fuerza (W), tenacidad (P), extensibilidad (G) y equilibrio (P/G).

Tabla N° 5: Tipos de usos para distintas fuerzas (w).

Fuerza	Índice equilibrio	Uso
$300 > W > 200$	$6 > P/G > 4$	Panadería
$W < 200$	$P/G < 4$	Galletas
$W > 300$	> 6	Pastas

Tabla N° 6: Clasificación según la fuerza (w).

Harina con gluten		
Fuerte	Medio	Débil
$W > 300$	$300 > W > 200$	$W < 200$

A partir de la Tabla N° 5, se puede ver que una harina para pastas necesitan un W de 300 J o mayor, mientras que, la que brinda el proveedor tiene un W de 240 J, esto hace que la harina tenga una menor retención de agua, y por lo tanto, se tenga una masa con textura mas dura. Una harina de dureza fuerte (300 J) tiene una capacidad de retención de hasta 750 g de agua por kilogramo de harina, mientras que una de dureza media (240 J) retiene apenas 500 g de agua por kilogramo . Se podría analizar la posibilidad de cambiar la dureza de la harina por una que tenga un mayor W para mejorar la absorción de agua, y darle una textura más blanda a la masa.

ANALISIS DEL PROCESO DE LINEA 1 y 2:

En cuanto al análisis del proceso, se mencionó que el enfoque principal estará en la masa del producto durante toda la línea de producción. Se intenta lograr que el producto tenga un aspecto más natural, un aspecto distinto al que tiene actualmente después del secado, el cual presenta una apariencia “plastificada”. Para hacer este análisis se estudiaron las propiedades fisicoquímicas del almidón, el cual se suponía que podía ser el causante de la apariencia actual del producto. El estudio se hizo a partir de búsqueda de información y recolección de datos de la línea de producción brindado por el laboratorio de calidad de la empresa. Con el estudio realizado se pudieron hacer las siguientes observaciones: necesitamos favorecer la absorción de agua de la harina durante el amasado, para esto, necesitamos una harina de mayor dureza, ya que, tiene mayor absorción de agua y da una textura más blanda. Luego del amasado, del laminado y de la formación, el producto entra en el pasteurizador donde también absorbe agua, lo que hará más largo el proceso de secado posterior, el secado depende de la cantidad de agua que se necesita remover del producto, y debe salir con una humedad de 35% p/p o menor, según estipula el CAA para pastas frescas, por lo que se necesita disminuir la absorción de agua en el pasteurizado, esto podría lograrse a partir de un precalentamiento con aire caliente o una mezcla de aire caliente y vapor en el

pasteurizador. Hay pasteurizadores en el mercado que trabajan de esta manera. El aire caliente se obtendría de un “by-pass” del secador. También podría aplicarse alguna forma de transferencia de calor por radiación, de esta manera, el tiempo en el pasteurizador será menor y la absorción de agua será menor. Hay que aclarar que el tiempo que pase el producto por el calentamiento previo y/o la pasteurización sea suficiente para lograr un tratamiento térmico efectivo. Por otra parte, se necesita controlar la temperatura de la masa durante el proceso, esto se debe a que pasado los 77 °C se provoca la ruptura del almidón y se favorece la gelificación, proceso que le da la textura plastificada que no se desea. A partir de las Figuras AIV.1 y AIV.2 de la línea 1 y 2 respectivamente, se puede ver que se llega a una temperatura del corazón de producto (relleno) de entre 50 °C y 64 °C en el proceso de pasteurización, por lo que se puede inferir que en la superficie del producto (masa) se tiene una temperatura superior. Lo mismo ocurre en el secado, se tiene temperaturas de entre 56 °C y 71 °C en el corazón del producto por lo que se puede inferir que en la masa la temperatura es mayor pudiendo superar los 77 °C con lo que se provoca la gelificación.

En resumen, se debe evitar superar los 77 °C durante todo el proceso, ya que, si se supera se genera la gelificación. Utilizar harina con características distintas a la que se usa para tener una mejor absorción de agua en el amasado lo que dará una textura más blanda a la masa. Utilizar un precalentamiento con aire caliente o radiación, mezclado con el vapor en la pasteurización, evitaría la absorción excesiva de agua en el pasteurizado y ayudaría al tratamiento térmico. La mezcla de aire caliente con el vapor del pasteurizador da un producto de mayor calidad, con una superficie más seca y un aspecto más natural como antes de realizar la pasteurización.

3.4 ACTIVIDAD 4: Búsqueda de información acerca de las mallas transportadoras del equipo de pasteurización y evaluación de proveedores.

MALLAS TRANSPORTADORAS:

Una cinta transportadora o banda transportadora es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

Por lo general, la banda es arrastrada por la fricción de sus tambores, que a la vez estos son accionados por un motor. Esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores, denominados rodillos de soporte.

Debido al movimiento de la banda, el material depositado sobre ella es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona, el material depositado sobre la banda es vertido fuera de ella debido a la acción de la gravedad y/o de la inercia.

Las bandas transportadoras han permitido la automatización de los sistemas de transporte de productos y materias prima haciendo que la producción sea mucho más eficiente, ya que se han convertido en un factor preponderante para la optimización de los tiempos, evitando posibles puntos de contaminación por contacto con los operarios en la línea de producción, además, ayudan a disminuir el esfuerzo de los operarios brindando un alto grado de ergonomía y disminución de riesgos laborales.

En la actualidad gran parte de las empresas utilizan bandas transportadoras en diferentes procesos de producción, desde la descarga de materias primas de camiones o container, el traslado de productos en las líneas de ensamblaje o producción, hasta el almacenaje o carga de productos terminados para enviarlos al mercado.

La industria alimenticia es uno de los sectores industriales donde históricamente más se han usado las bandas transportadoras industriales, gracias a la higiene y la limpieza que proporcionan al disminuir el contacto del producto con las partes móviles, especialmente las bandas de movimiento horizontal y vibración; cuyas piezas se fabrican en acero

inoxidable, lo cual, permite que los sistemas de limpieza de las bandas transportadoras sean más higiénicos y sencillos de mantener.

Entre las ventajas que aportan las bandas transportadoras a la industria de alimentos se tiene que:

- Agilizan la producción, ya que, el sistema mantiene una velocidad constante y no hay interrupciones
- Evitan la contaminación de los productos: gracias a la higiene y limpieza de estos sistemas es poco probable que bacterias u otros factores contaminantes puedan alterar el producto.
- Facilitan el control: las bandas transportadoras pueden ser controladas fácilmente desde una estación central de control, lo que facilita su operación.

En el mercado se encuentran muchas empresas que se dedican a la venta, colocación y mantenimientos de los sistemas de bandas transportadoras. Este punto se enfoca en las bandas transportadoras para el equipo de pasteurización que estarán expuestas a temperaturas de hasta 100 °C de forma continua por lo cual necesitaremos materiales que soporten esa temperatura. Además, se prioriza el mercado nacional más que el internacional debido a que es más fácil y rápida la obtención de la banda. Se busca también materiales que tengan una larga vida útil y que sean adecuados para el transporte de alimentos. También la malla deberá contar con un entramado que evite que el producto pase a través de ella.

Para resumir el análisis de mercado realizado, se configuró una Tabla con las empresas y sus respectivas ubicaciones aclarando el material de la cinta, posibles usos, temperatura máxima admitida entre otras propiedades destacadas. Tabla AV.1 (ANEXO V)

El proveedor se elegirá dependiendo el precio del material por metro y la durabilidad, lo óptimo sería una cinta que amortigüe el costo inicial con su durabilidad.

4. CONCLUSIÓN

En conclusión, con respecto a los objetivos planteados inicialmente, se puede decir que tanto los objetivos generales y particulares se cumplieron con gran satisfacción. Se pudieron aplicar los conocimientos adquiridos en los años de cursado. Se pudieron reconocer las operaciones que se realizan en la planta, a partir de las cuales se logró reafirmar el concepto de proceso continuo, el cual, se estudia en las últimas materias de la carrera.

En cuanto al análisis del equipo de pasteurización de la planta, a partir de mediciones y toma de muestras se logró una comprensión completa del equipo. Y del estudio de mercado se pudo comparar, el instalado en la planta con los disponibles para la compra, analizando ventajas y desventajas del equipo instalado, así como, las posibles variaciones que se podrían aplicar al equipo.

En cuanto al estudio del efecto de gelificación de las pastas se lograron conclusiones interesantes, a partir de las cuales se pueden inferir los cambios que se necesitan realizar para evitar este efecto en el proceso. Estas conclusiones fueron tomadas por el tutor de la empresa y presentadas al gerente para la evaluación de la aplicación de los cambios propuestos.

En el análisis de mercado sobre las mallas transportadoras se destacó la existencia de malla hechas con materiales aptos para alimentos y que soportan altas temperaturas que podrían reemplazar a las mallas de acero inoxidable las cuales tienen un costo elevado.

A nivel personal la experiencia aportó al crecimiento y la formación como futuro profesional, además de poder reconocer algunas de las actividades que hace un Ingeniero Químico durante su trabajo diario.

5. BIBLIOGRAFÍA

- DOMINIONI PUNTO & PASTA [en línea]. © [consulta: 7 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.dominioni.it>
- TECNA SAIMA [en línea]. © [consulta: 8 septiembre 2018]. Disponible en: www.tecnasaima.eu
- TECHNO PAST [en línea]. © [consulta: 9 septiembre 2018]. Disponible en: <https://technopast.com>
- ALDO COZZI [en línea]. © Derechos de autor Aldo Cozzi Sas 2018 [consulta: 12 septiembre 2018]. Disponible en: www.aldocozzi.it
- NOVAMATIKA [en línea] © Novamatika 2013-2014 [19 septiembre 2018]. Disponible en: <http://novamatika.ru>
- LB Italia [en línea]. © LB Italia Productos 2006 [23 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.lbitalia.it>
- COCCOZA [en línea]. © 2017 [26 septiembre 2018]. Disponible en: www.coccozabari.com
- FRIGO IMPIANTI [en línea]. © 2017 [30 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.frigoimpianti.it>
- STALAM [en línea] © 2017 Stalam SpA [4 octubre 2018]. Disponible en: www.stalam.com
- SEDICI [en línea] PREBI - SEDICI © 2003-2018 [consulta: 6 octubre 2018]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar>
- ACADEMIA [en línea] Academia © 2018 [consulta: 10 de octubre 2018]. Disponible en: <https://www.academia.edu>
- TRATAMIENTO TERMICO. Responsable Jorge Rosso en la asignatura “Tecnología de los Alimentos 2018” de la UNRC.

6. ANEXO I

Ficha técnica del adquisidor de datos de temperatura:

Data Logger:

El HOBO U12-015-02 de 5 pulgadas de acero inoxidable es un registrador de datos ideal para la supervisión de la temperatura interna de alimentos o cualquier aplicación donde la respuesta rápida es importante.

Características:

- Registrador de datos ideal para medidas de temperatura interna en cualquier producto alimenticio
- Rango de temperatura extendida y de alta precisión
- Ideal para aplicaciones de alta presión para 2200psi
- Lectura rápida a través de la interfaz USB directa.



Figura AI.1: "Data logger"

7. ANEXO II

Figura AII.1 y AII.2: Variación de la temperatura en función del tiempo de la línea 2 y 3 con y sin producto.

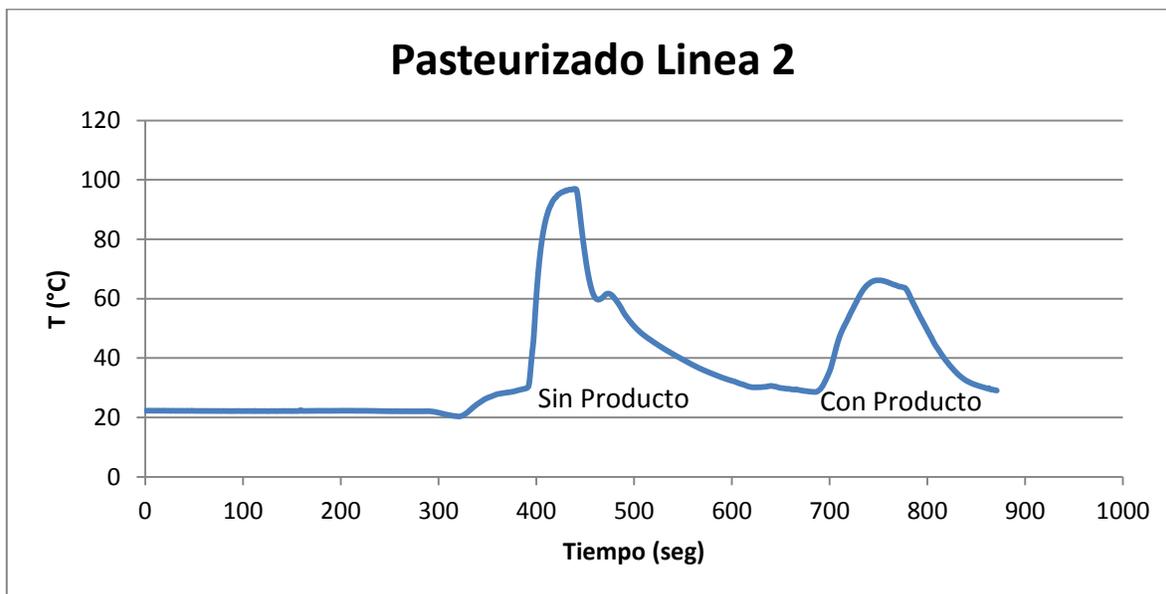


Figura AII.1: Temperatura vs tiempo con y sin producto Línea 2.

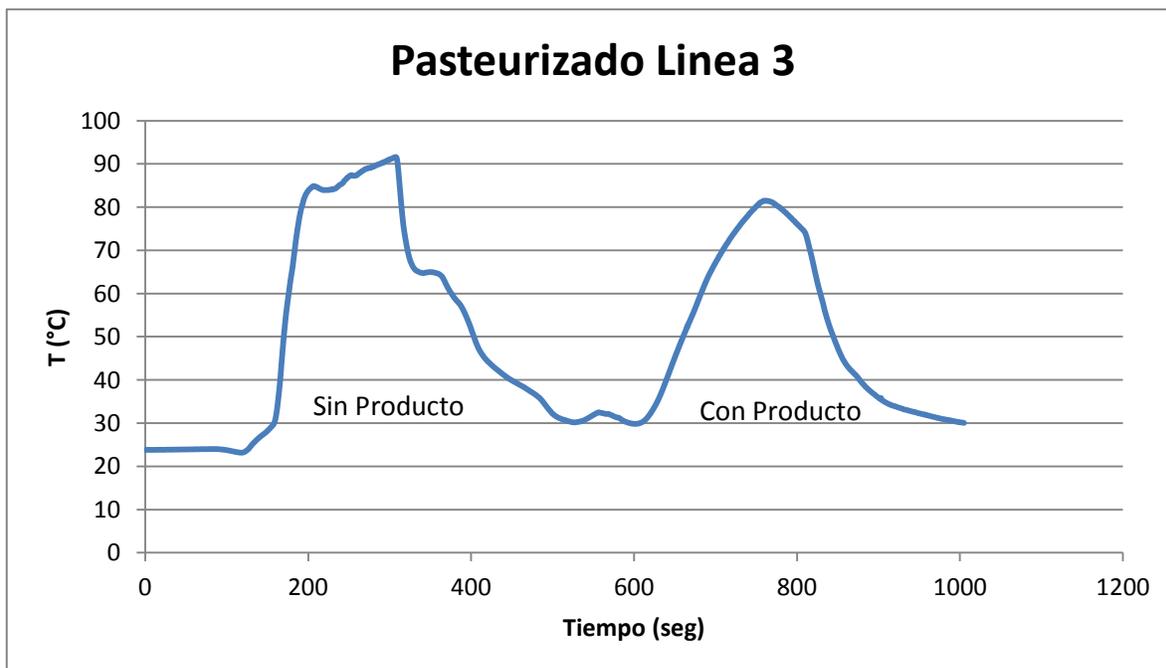


Figura AII.2: Temperatura vs tiempo con y sin producto Línea 3.

8. ANEXO III

Tabla AIII.1: Resultados de letalidad (F_{proceso}) para distintos microorganismos de referencia de la línea 1 2 y 3.

Microorganismo	N_0 ufc/gr	N_f ufc/gr	n	$T_{\text{muerte}}^{\circ}$ ($^{\circ}\text{C}$)	D_{ref} (min)	Z ($^{\circ}\text{C}$)	$D_{T^{\circ}\text{muerte}}$ (min)	F_{req} (min)	$F_{\text{proceso/L1}}$ (min)	$F_{\text{proceso/L2}}$ (min)	$F_{\text{proceso/L3}}$ (min)
Escherichia coli	10	1×10^{-15}	16	75	$D_{55^{\circ}\text{C}} = 6.7$	3.6	$D_{75^{\circ}\text{C}} = 1.9 \times 10^{-5}$	2.9×10^{-4}	1×10^{-4}	1.5×10^{-3}	29.27
Salmonella spp	10	1×10^{-15}	16	72	$D_{60^{\circ}\text{C}} = 0.4$	5	$D_{72^{\circ}\text{C}} = 1.6 \times 10^{-3}$	0.025	4.9×10^{-3}	0.034	45.04
Staphylococcus aureus	1×10^3	10^2	1	60	$D_{60^{\circ}\text{C}} = 5.2$	5.4	$D_{60^{\circ}\text{C}} = 5.2$	5.2	1.2	7.2	5707.06
Clostridium perfringens	2×10^3	10^2	1.3	121	$D_{121^{\circ}\text{C}} = 1.5$	9	$D_{121^{\circ}\text{C}} = 1.5$	1.95	1.8×10^{-7}	5.3×10^{-7}	3.3×10^{-5}
Bacillus cereus	1.5×10^3	10^2	1.17	60	$D_{100^{\circ}\text{C}} = 5$	10	$D_{60^{\circ}\text{C}} = 5 \times 10^4$	5.8×10^4	1.07	2.86	123.74

- N_0 = Población inicial de microorganismos estimada a partir de un estudio previo realizado en la empresa en ufc/gr (unidades formadoras de colonias por gramo).
- N_f = Población máxima final de microorganismos admitidas por el código alimentario argentino.
- n = grado de reducción decimal.
- $T_{\text{muerte}}^{\circ}$ = Temperatura de muerte del microorganismo que se usa como temperatura de referencia.
- D_{ref} = Tiempo de reducción decimal a la temperatura especificada.
- $D_{T^{\circ}\text{muerte}}$ = tiempo de reducción decimal a la temperatura de muerte (referencia).
- Z = termo-resistencia del microorganismo.
- F_{req} = tiempo requerido para lograr la reducción de población deseada.
- $F_{\text{proceso/L1}}$ = tiempo de reducción logrado en el proceso de pasteurización en la línea 1.
- $F_{\text{proceso/L2}}$ = tiempo de reducción logrado en el proceso de pasteurización en la línea 2.
- $F_{\text{proceso/L3}}$ = tiempo de reducción logrado en el proceso de pasteurización en la línea 3.

9. ANEXO IV:

Perfil de temperatura del proceso completo con tiempo de duración de cada proceso de la línea 1 y 2.

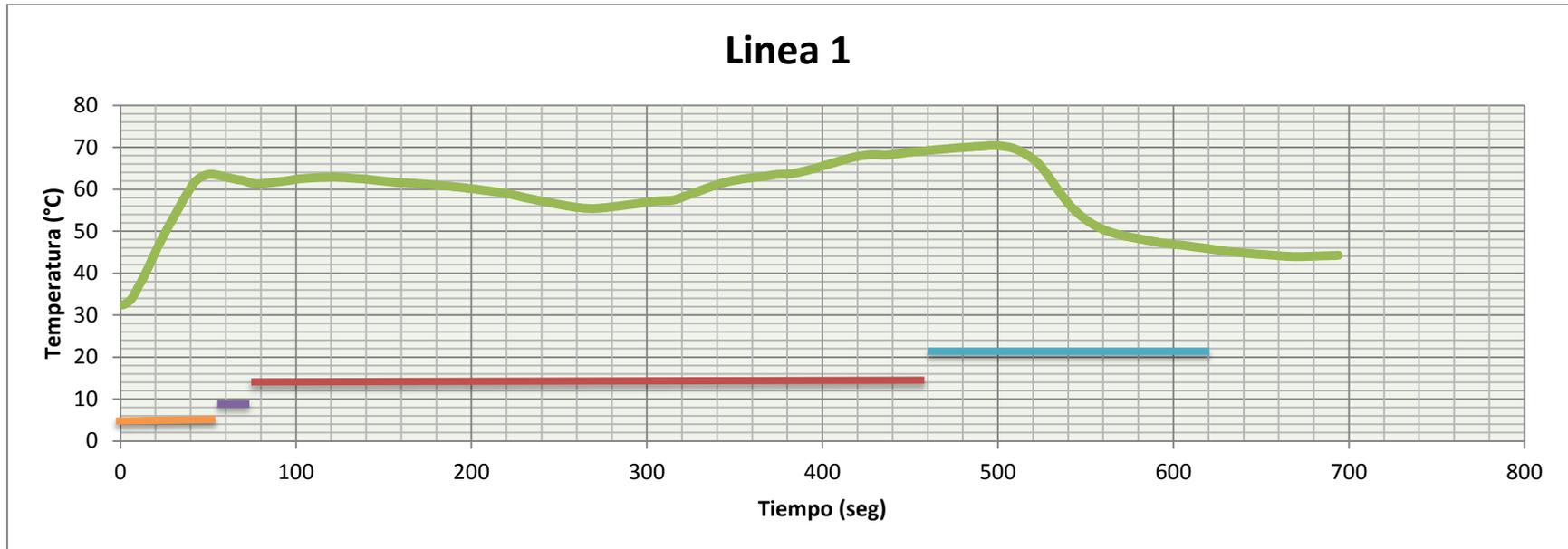


Figura AIV.1: Perfil de temperatura vs tiempo de la Línea 1.

Tabla AIV.1: Tiempo de duración de cada proceso con su T°_{max} y T°_{prom} .

Tarea	Tiempo inicial	Tiempo final	Duración (seg)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Promedio (°C)
Pasteurizado	0	51	51	63,5	49.17
Pre-secado	51	74	23	62,9	65.39
Secado	74	511	437	70,4	62.57
Pre-enfriado	511	694	183	69,8	49.9

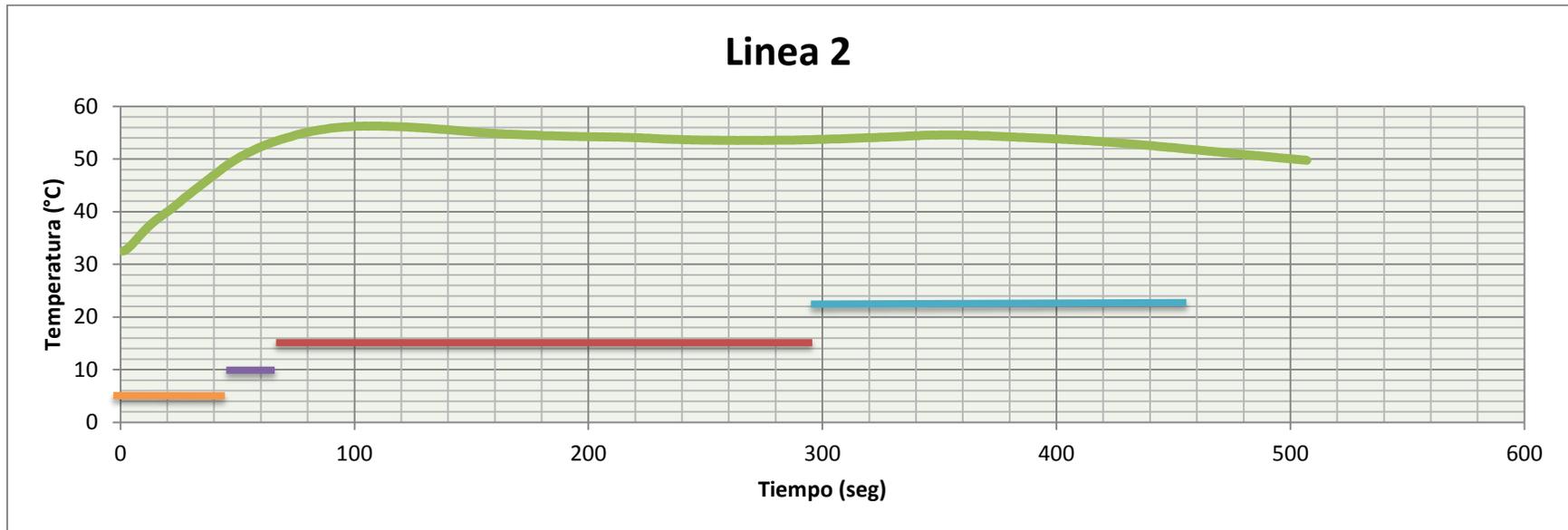


Figura AIV.2: Perfil de temperatura vs tiempo de la Línea 2.

Tabla AIV.2: Tiempo de duración de cada proceso con su T°_{max} y T°_{prom} .

Tarea	Tiempo inicial	Tiempo final	Duración (seg)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Promedio (°C)
Pasteurizado	0	55	55	49,2	42.57
Pre-secado	55	79	24	54,4	55.58
Secado	79	320	241	56,2	54.79
Pre-enfriado	320	507	187	54,5	53.22

Tabla 7

10. ANEXO V

Tabla AV.1: Proveedores y características de cintas transportadoras en Argentina.

Proveedor	Ubicación	Material de la cinta	Características	T° Máxima admitida	Uso	Página web
S.I.M.E. Argentina	Bs.As. - Argentina	T.P.U. T.P.E.	Excelente liberación de productos pegajosos.	100°C (-20°C)	Transporte general. Uso constante.	http://www.simeargentina.com.ar/bandas-alimentarias.htm
Bandas Industriales	Córdoba - Argentina	Tejido Sintético	Flexibilidad sin unión ni empalme	500°C -80°C	Transporte general.	http://bandasindustriales.com.ar/
Incotec S.A.	Mendoza - Argentina	Polipropileno	Liviano de resistencia moderada	105°C 1°C	Transporte general.	http://incotecsa.com/
Bandax	Bs. As. - Argentina	PVC	Resistente a químicos, agua y abrasión.	110°C 5°C	Transporte de producto a alta T°.	https://www.bandax.com/
Metalúrgica Ricart	Bs. As. - Argentina	Acero Inoxidable	Para procesos de altas temperaturas	925°C	Transporte general.	http://www.metalurgicaricart.com.ar/
Aldo Motta	Bs. As. - Argentina	Acero Inoxidable	Disponen de todas las medidas.	925°C	Transporte general.	https://www.aldomotta.com/

