

junio 1986

elaboración de pulpa de tomate tamizada (puré de tomate)

ing. quím. c. moyano

ing. agr. p. betancurt

ing. agr. g. aishemberg

br. j. gonzález

quím. farm. e. marchelli

monografías tecnológicas

serie frutas y hortalizas

5



Laboratorio Tecnológico del Uruguay

RESUMEN

En ensayos llevados a cabo en la planta piloto del sector "Frutas y Hortalizas" del LATU, se compararon varias alternativas de elaboración de puré de tomates a partir de variedades "perita".-

Las mismas consistieron en la aplicación de los procesos de "Hot break" y "Cold break" a purés que luego fueron pasteurizados en baño de agua a 100°C durante 30 minutos; o pasteurizados mediante el sistema de llenado en caliente a 85° - 90°C con posterior cerrado, inversión de envases por 3 minutos y enfriado en baño de agua. Los resultados de los análisis físico-químicos, y de estabilidad microbiológica realizados, demostraron la viabilidad del último sistema.-

Asimismo se concluyó que el puré de tomates en que se practicó el "Hot break", presentaron mayor consistencia que los demás.-

SUMMARY

At LATU'S Fruit and Vegetable Pilot Plant different alternatives for tomato puree production from the "perita" variety were compared.

The trials consisted in applying "Hot Break" and "Cold Break" process to tomato purees, which were later pasteurized. Pasteurizations, were carried out in a water bath at 100°C for 30 minutes, or by filling the jars at 85°C - 90°C, closing the lids, inverting the jars for 3 minutes and cooling in a water bath.-

The results of the analyses performed (physico-chemical evaluation and microbiological stability) showed the viability of the second pasteurization system. It was also concluded that the "Hot Break" processed purees showed better consistency.-

INTRODUCCION

El puré de tomate es una de las formas más comunes en nuestro país de consumo de productos derivados de la industrialización del tomate.-

La elaboración de concentrado, si bien sigue realizándose, ha pasado a ocupar un lugar secundario en el mercado consumidor, debido a factores económicos y a un cambio de hábito de consumo, desplazándose la demanda interna a la pulpa tamizada.-

Debido a la importancia que ha cobrado este producto, se pretende a través de esta publicación, brindar la información acerca de la tecnología involucrada en su proceso de elaboración.-

A través de este trabajo, se ofrece una nueva alternativa respecto al método tradicional de elaboración, lo que estimamos constituye una importante evolución en la proceso.-

Dicha tecnología se utiliza desde tiempo atrás con éxito en muchos países, y desde el momento que su incorporación no exige inversión alguna, no se descarta la posibilidad que la industria del país la adopte definitivamente.-

1 CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

1.1 **Grado de madurez y consistencia.**

Son dos características diferentes pero íntimamente ligadas en el desarrollo normal de los frutos. Si el grado de madurez es excesivo, el jugo será menos consistente, y la pulpa tendrá menos cuerpo. Esto es debido a que la protopectina insoluble, se transforma en pectina soluble y otros productos procedentes de la degradación enzimática de las pectinas, lo que hace que la consistencia disminuya.-

1.2 **Contenido de sólidos solubles.**

A mayores valores de sólidos solubles, (generalmente entre 4 y 5 o/o) se obtendrán mayores rendimientos, debido al menor consumo de energía para la concentración que demandará el producto.-

1.3 **Color**

En el fruto del tomate se detecta la presencia de tres pigmentos, clorofila (verde), caroteno (anaranjado) y licopeno (rojo). La presencia de cada uno de ellos, está asociada al estado de evolución natural del mismo, siendo verdes los inmaduros, y rojos los maduros.-

La presencia de tonalidades verdosas y anaranjadas en el fruto, afectan la calidad de la pulpa, confiriéndole colores amarronados al producto, debido a que por el tratamiento térmico se transforma la clorofila en neofitina; produciéndose además un sabor más astringente.-

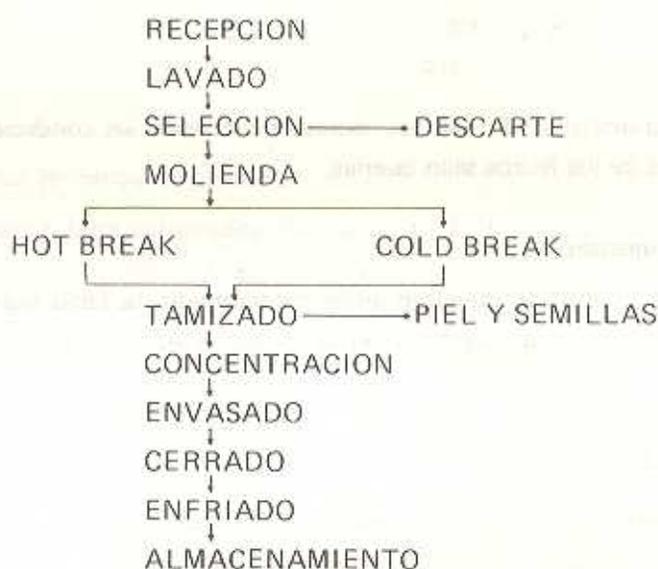
1.4 Acidez

Debe estar equilibrado con el contenido de azúcares. Cuando la maduración es total, la acidez se debe casi exclusivamente al ácido cítrico, oscilando su valor entre 0.3 y 0.5 o/o expresado en gramos de ácido cítrico anhidro cada 100 gramos, y pH entre 4.1 y 4.4.

A efectos de la fabricación en lo posible se recomienda emplear frutos que tengan valores de la acidez y pH cercanos o iguales a los indicados.

2 TECNOLOGIA DE ELABORACION

En lo que respecta al proceso de elaboración de pulpa tamizada, el siguiente diagrama de flujo enumera las distintas etapas a seguir, según la tecnología propuesta según ensayos realizados en el LATU.



2.1 Recepción

Se recomienda efectuar la misma en cajones de plástico de 20 – 25 kg. de capacidad, acondicionados de forma de evitar el sobrellenado impidiendo así el aplastamiento y roturas en la estiba. El personal especialmente adiestrado debe: identificar la partida, y llenar planilla de control, debiendo extraer muestras según el cuadro de muestreo que se adjunta.

En ocasiones ocurre que los frutos no tienen el color rojo característico, en estos casos es aconsejable un corto pre-almacenamiento a temperatura ambiente, protegidos del sol y la lluvia en ambientes adecuadamente ventilados, libres de insectos y roedores. En caso de no poder industrializar las cantidades previstas, los tomates deberán guardarse

en cámaras de frío. La tabla siguiente indica los requisitos de temperatura y humedad más adecuados para este fin.-

TABLA 1

	<u>Temperatura en °C</u>	<u>Humedad relativa (%)</u>	<u>Tiempo de conservación</u>
Tomates inmaduros	+ 12 a + 15	85 - 90	3 semanas
	+ ,5 a + 10	85 - 90	3 a 5 semanas
Tomates maduros	0 a + 1	80 - 90	10 a 14 días
	+ 8 a + 10	80 - 90	7 días

Estos parámetros son válidos, siempre y cuando las condiciones higiénico-sanitarias de los frutos sean buenas.

2.1.1 Muestreo

En cuanto al muestreo antes mencionado, la tabla siguiente, ilustra el tamaño de la muestra a extraer según el volumen del lote.-

TABLA 2

tamaño del lote		tamaño de la muestra	o/o de error
Ton.	Cajas	No. de frutos	
hasta 5	hasta 300	100	4.5
de 5 a 10	de 301 a 600	200	3.2
más de 10	más de 601	300	2.6

Si los frutos son recepcionados a granel, las muestras se toman al azar de puntos alejados entre sí. Si se recepcionan en cajas, debe tenerse en cuenta lo siguiente: si el No. de cajas es 300 o inferior, los 100 frutos serán elegidos al azar entre 10 cajas también elegidas al azar. Si el No. de cajas se encuentra entre 301 y 600 los 200 frutos serán elegidos al azar entre 20 cajas elegidas al azar. Si se superan las 600 cajas, se recogerán los 300 frutos entre 30 cajas al azar.-

La finalidad de este muestreo, es evaluar la calidad de los tomates recibidos.-

2.1.2 Características de calidad.

Se establecen 3 categorías: 1a. calidad, 2da. calidad y descarte, definidas según las siguientes características:

<u>Características</u>	<u>1a.</u>	<u>2da.</u>	<u>descarte</u>
Color	rojos o bien coloreados.	parcialmente rojos o menos rojos.	amarillos o verdes
Consistencia	firmes y ligeramente blandos pero no aplastados	muy blandos, aplastados y deshechos.	_____
Defectos	sin defectos importantes	con algunos defectos	muy defectuosos.

Definición de los términos empleados:

COLOR.— Rojos o bien coloreados. Son aquellos frutos en que como mínimo el 90 o/o de la superficie presentan el color rojo típico. El resto puede ser menos rojo pero ni amarillento o con tonalidades verdes.-

Parcialmente rojos. Como mínimo el 70 o/o de su superficie es de color rojo típico. El resto puede ser menos rojo o ligeramente amarillo. La zona del pedúnculo puede ser ligeramente verdosa, siempre que no sobrepase el 10 o/o de la superficie total del fruto.-

Menos rojos. Al menos el 90 o/o de su superficie es de color rojo menos intenso, pudiendo el resto presentar colores amarillentos o verdes.-

Amarillentos o verdes. Son tomates que tienen más del 30 o/o de su superficie de color amarillento o verde.-

CONSISTENCIA.— Firmes. Son los que no sufren deformación o recuperan rápidamente su forma inicial luego de apretar el fruto ligeramente con la mano.-

Ligeramente blandos. Son los que sin estar aplastados, se deforman fácilmente y tardan en recuperar la forma inicial.-

Muy blandos, aplastados y deshechos. Son los que han perdido la forma por falta de consistencia y/o por alguna presión externa y no pueden recuperarla, quedando rotos o deformados.-

DEFECTOS.— Sin defectos importantes. Son los frutos que están exentos de:
- Partes verdes.

- Mohos negros.
- Daños causados en la pulpa por hielo o insectos u otro daño que afecte sencillamente el aspecto de los frutos.
- Pueden tener un máximo de 10 o/o en peso de frutos con daños producidos por: Mohos blancos o insectos que no hayan atacado la pulpa.
- Podredumbre.
- Grietas.
- Quemaduras del sol.

Con algunos defectos. Son los frutos que están exentos de:

- Daños causados por insectos en la pulpa.
- Podredumbre que haga inadecuado el fruto para su industrialización.
- Pueden tener hasta un máximo de 20 o/o en peso del fruto con daños producidos por:
mohos, grietas, podredumbre, quemaduras del sol, heladas, insectos y marchitez.

Muy defectuosos. Son aquellos tomates que sobrepasan de las tolerancias permitidas en el grupo anterior.

Otros parámetros importantes a tener en cuenta para evaluar la calidad de los frutos a pesar de que no descalifican la partida, son el porcentaje de sólidos solubles, el pH y la acidez expresada como porcentaje en peso de ácido cítrico anhídrido.

2.2 Lavado

El sistema de lavado más generalizado consiste en un doble lavado por inmersión en un tanque con agua, dividido en dos compartimientos. En el primero, se realiza una limpieza grosera y un remojo de la suciedad y en el segundo, se termina de eliminar la misma. En ambos el agua se agita con aire a presión, que mantiene una agitación constante y uniforme. En el lavado por inmersión, es muy importante que la relación, volumen de agua/materia prima, sea lo más elevada posible (4:1). No obstante existen otros sistemas de lavado continuo que son muy eficientes.

2.3 Selección

Los tomates se seleccionan rigurosamente, siguiendo las mismas normas establecidas anteriormente para la recepción. A lo largo de la mesa dispuesta para estos fines se disponen operarios que se encargan de separar los frutos verdes y defectuosos.

2.4 Molienda

El material lavado y seleccionado, es volcado al molino triturador.

2.5 Hot Break o Cold Break

Antes de entrar en la descripción de estos procedimientos, se harán algunas precisiones que fundamentan el porqué se seleccionan una u otra de las alternativas mencionadas.-

El jugo de tomate, es una suspensión de pulpa finamente dividida en un líquido de color amarillo llamado suero, que posee en solución aromas, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales y vitaminas.-

La pulpa está esencialmente constituida por células o partes de éstas en las que se encuentran el pigmento rojo (licopeno) que le confiere la coloración característica. El residuo del tomate, está constituido por sustancias solubles y por sustancias en suspensión, las primeras oscilan en 4 a 6% en tanto que los insolubles comprenden de 10 a 15%. Los insolubles son fundamentalmente celulosa, hemicelulosa y sustancias pécticas, las que han sido objeto de numerosos estudios para determinar la influencia que tienen en la consistencia del jugo.-

Estas sustancias pécticas se localizan en el interior de las células o en los espacios intercelulares y ejercen una función de sostén, de resistencia y sobretodo de cohesión, carácter que el proceso de elaboración, debe preservar al máximo. En el deterioro de la consistencia, está involucrado un mecanismo enzimático que debe bloquearse. A grandes rasgos, podemos afirmar que de este mecanismo son responsable dos enzimas: la pectín-metilesterasa (PE) y la pectín-poligalacturonasa (PG), que actúan sobre las pectinas solubilizándolas por lo que la cohesión se reduce notoriamente.-

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores, en esta etapa que comprende el calentamiento del material, se produce el bloqueo total o parcial de estas enzimas según se aplique el procedimiento HOT BREAK o COLD BREAK.-

El "hot break", consiste en someter los frutos triturados al calentamiento, hasta alcanzar una temperatura entre 85 y 90°C. En este rango se mantiene el producto durante 60 segundos.-

El "cold break", en cambio consiste en calentar los frutos triturados hasta 60 – 65°C manteniéndolos así durante 60 segundos.-

Ambos métodos tienen en común los siguientes efectos: a) reblandecer la pulpa, y facilitar el desprendimiento de la piel con lo cual se aumenta la eficiencia de la tamizadora; y b) eliminar el aire ocluido para reducir las pérdidas de vitamina C por oxidación.-

Ambos se diferencian solo por la intensidad del tratamiento térmico y por ende el grado de bloqueo del mecanismo enzimático que afectan las pectinas.-

Con el "hot break" se logra un puré de mayor consistencia, debido principalmente a que con el empleo de una mayor temperatura, debi-

do a la inactivación enzimática que se logra; se conserva la estructura de las pectinas del fruto.-

Puede agregarse una acción favorable, si las semillas no han sido separadas en forma previa al triturado, pues al calentarse, se incorporan al producto las gomas que recubren las mismas. Por otro lado con el "cold break" se logra un producto de color más natural.-

2.6 Tamizado

El tomate triturado, se calienta según la modalidad "hot o cold break", y se lleva a la tamizadora, donde se le hace pasar por mallas de 0.75 mm o 1 mm. También se utilizan tamizadoras en serie, con mallas de 1 mm al principio y de 0.75 mm al final.-

Con esta operación se asegura la separación de piel y semillas.-

2.7 Concentrado

El jugo resultante de la operación anterior, debe ser concentrado a los efectos de alcanzar el porcentaje de sólidos solubles adecuado para este tipo de producto, situándose ese valor en 10 grados Brix aproximadamente.-

Esta operación se puede realizar a presión atmosférica o bajo vacío, siendo la ventaja en este último la obtención de un producto de mejor color.-

2.8 Envasado y Pasteurización

Una vez alcanzada la concentración final, la pulpa es envasada en hojalata o vidrio previamente higienizados, siendo lo más común el uso de este último.-

La práctica tradicional en nuestro país sigue los siguientes lineamientos: Llenado de los envases con el producto a temperaturas superiores a 70°C de forma de lograr un buen vacío en el cerrado.-

En algunos casos la temperatura de llenado es inferior a 70°C por lo que se hace pasar los envases por un túnel de vapor (exhauster) en el cual permanecen cerca de 10 minutos, de manera de elevar la temperatura en forma conveniente, efectuando el cerrado, tras esta operación.- Luego se somete el producto a un tratamiento térmico a 100°C, durante aproximadamente 30 minutos utilizándose para estos fines un "baño María". Una vez finalizada esta operación, los envases son enfriados con aire a temperatura ambiente o con agua.-

A través de los estudios que se han venido realizando en el LATU, con tomates "perita", con respecto a las tecnologías empleadas en dicha elaboración, se ha podido comprobar que las mismas pueden ser mejoradas.-

El procedimiento a que se hace mención, se caracteriza por el hecho de eliminar de la línea habitual de elaboración, la pasteurización en "baño María" de los envases.-

El proceso de pasteurización propuesto, se logra a través del envasado en caliente (a una temperatura no menor de 85°C), inversión o puesta en posición horizontal de los envases a los efectos de pasteurizar las tapas durante 3 a 5 minutos, finalizando con un enfriamiento en agua templada.-

Las ventajas de este sencillo procedimiento son: a) eliminación de la pasteurización en baños de agua o autoclaves utilizados para tales fines, lo que implica un ahorro energético al no utilizar vapor como medio calefactor en dichos equipos. b) Aumento de la capacidad de producción, ya que se elimina una etapa que habitualmente en la industria implica 30 minutos a 100°C), c) ahorro de mano de obra como consecuencia de eliminación de una etapa del proceso y d) se logra un producto de mejores características sensoriales (color, sabor).-

A los efectos de destacar la importancia de esta alternativa, se llevó a cabo en planta piloto del sector "Frutas y Hortalizas" del LATU la siguiente experiencia que se aprovechó para probar las diferencias entre los productos logrados con "hot break" y "cold break" en cuanto a la consistencia del producto final.-

El siguiente esquema ilustra como se diseñó el ensayo:

	"cold break"	pasteurización en autoclave pasteurización por llenado en caliente
Materia Prima		
	"hot break"	pasteurización en autoclave pasteurización por llenado en caliente

Con el fin de estudiar la eficacia de la pasteurización, se insertó en algunos envases (en este caso frascos de vidrio de capacidad 1000 cc. ver Fig. 1) de cada uno de los ensayos, termocuplas de forma tal que permitiera conocer la historia térmica del punto más frío del frasco.-

El tiempo de pasteurización cuando se usó autoclave o baño María, fue de 30 minutos a 100°C que son los parámetros que habitualmente emplea la industria local.-

Finalizada la etapa, el enfriamiento se llevó a cabo en baño de agua templada, renovándose la misma en forma continua.-

La tabla siguiente ilustra los resultados obtenidos del estudio de penetración de calor del producto.-

TABLA 3

Tiempo (min)	Temperatura del baño (°C)	Temperatura en el centro del frasco (°C)
0	100	55
5	100	53
10	100	54
15	100	57
20	100	61
25	100	66
30	100	70
35	100	75
40	30	78
45	24	80
50	24	79
55	24	76
60	24	70
65	24	65
70	24	60
75	24	56

La representación gráfica, de los valores obtenidos de las temperaturas del baño y del producto en el centro del frasco, viene ilustrada en la Fig. 2. Es de notar que las temperaturas efectivas para la pasteurización del producto, son aquellas superiores a los 70°C.

Se observa que la temperatura inicial del producto en el proceso es de 55°C y que la temperatura efectiva de pasteurización (70°C) se alcanza recién a los 30 minutos permaneciendo a temperaturas superiores durante 30 minutos, incluyendo parte de la etapa de enfriamiento.

FIGURA 1

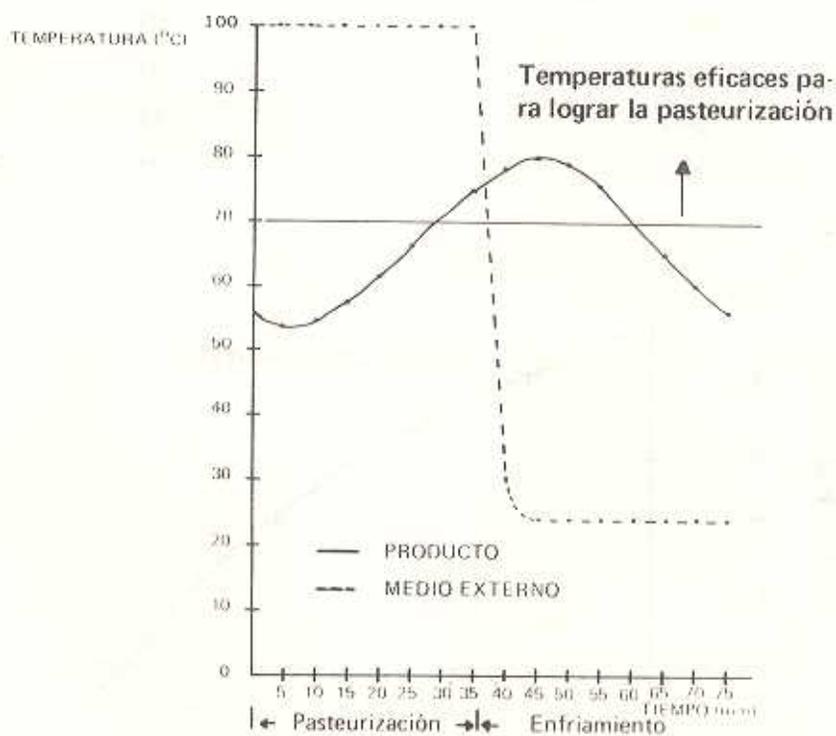
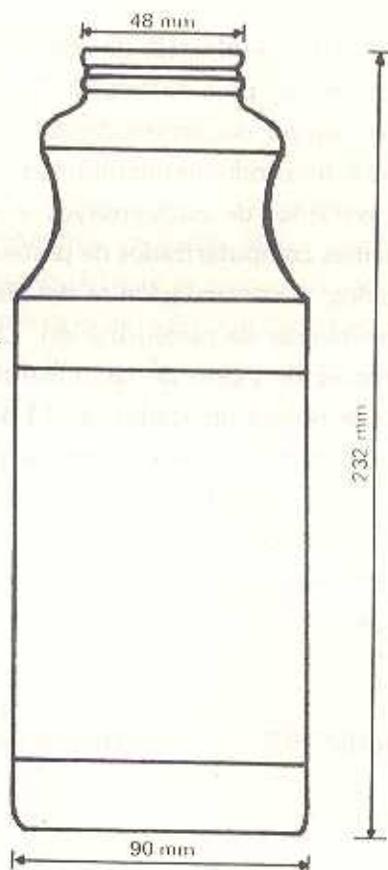


FIGURA 2.— Curva de penetración de calor de pulpa tamizada de tomate 10° Brix en envase de vidrio de 1 Kg.-

CONCLUSIONES

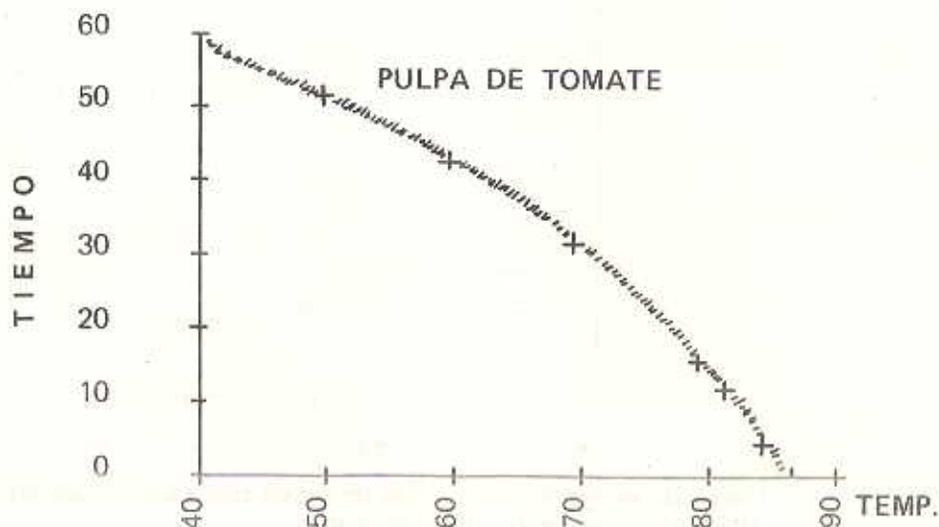
De acuerdo a los datos resultantes de estas experiencias y a las normas universalmente establecidas para pasteurización de este tipo de productos, se concluye que el tiempo de pasteurización aplicado en autoclave fue insuficiente para lograr un producto microbiológicamente estable.

Con los datos extraídos de estos ensayos se determinó matemáticamente a través de programas computarizados de pasteurización, los valores de pasteurización alcanzados. A continuación se detallan los valores logrados para las diferentes circunstancias de pasteurización. Cabe aclarar que los mismos son válidos para envases de vidrio de las dimensiones anteriormente citadas, y cuando se trata de pulpas tamizadas con 11 o/o de sólidos solubles o menos, y habiendo usado en la elaboración materias primas con buen nivel higiénico sanitario así como las condiciones en que se realizaron los ensayos.-

Cuando la concentración supera el tenor de 11 o/o de sólidos solubles, deberán realizarse los estudios correspondientes para obtener valores válidos de pasteurización.-

TABLA 4

Temperatura inicial (°C)	Tiempo de pasteurización a 100 °C (min)
40	67
50	60
60	50
70	40
80	23
90	0



Se entiende por temperatura inicial, aquella que se da en el centro del primer envase de cada partida que es cerrado y luego de completado un cierto número de los mismos, son llevados a autoclave.-

Es obvio, que a mayor temperatura inicial, menor será el tiempo de tratamiento térmico; observándose además que a temperaturas cercanas a los 90°C es innecesario la pasteurización en baños María o autoclaves, debido a que el valor de letalidad logrado durante la etapa de enfriamiento es suficiente para asegurar que la conserva es microbiológicamente estable.-

Puede asegurarse de acuerdo a los estudios realizados, que envasando la pulpa a temperaturas en el rango de los 85°C a 90°C se tiene la garantía que el producto no se alterará.-

Por lo tanto el interés perseguido al difundir la presente información, queda debidamente aclarado tras haber demostrado a través de los datos precedentes, la validez de la alternativa propuesta de sustituir la pasteurización tradicional por aquella lograda con el llenado en caliente.-

Por otro lado, a través de las experiencias realizadas, se probó la diferencia existente entre "Cold y Hot Break", la cual se determinó mediante la medición de la consistencia alcanzada en el producto. (Ver Tabla 5)

Dicha experiencia se llevó a cabo utilizando para tal fin un consistómetro "Bostwick". Los resultados indican que las pulpas procesadas mediante "hot break" poseen mayor consistencia.-

TABLA 5

**PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DETERMINADOS EN
PULPA TAMIZADA DE TOMATE EN LA EXPERIENCIA REALIZADA**

(1) Muestra	(2) color	pH	o/o sólidos solubles	(3) consistencia	(4) acidez	(5) vacío
A	2.36	4.0	11.0	9.0	0.8	21.0
B	2.35	4.0	11.0	9.5	0.8	14.0
C	2.07	4.1	11.0	7.0	0.7	21.5

- (1) A) "Cold Break" y pasteurización en autoclave.
B) "Cold Break" y pasteurización por llenado en caliente.
C) "Hot Break" y pasteurización por llenado en caliente.
- (2) El color fue medido con colorímetro Hunter. Los valores indican la tendencia al rojo del producto. A mayor valor, más rojo el producto.

- (3) El elemento de medida usado es el consistómetro "Boswick". A mayores valores, menor es la consistencia.
- (4) Está expresada como porcentaje de ácido cítrico anhídrido cada 100 g de muestra.
- (5) El vacío se expresa en pulgadas de mercurio y los valores son satisfactorios.

Los envases se incubaron durante 15 días a 35°C no detectándose en el producto alteraciones microbiológicas.

Como comentario final, se puede afirmar que de acuerdo a los resultados indicados en la Tabla 5, que el producto elaborado aplicando la técnica de "Hot Break" y llenado - cerrado en caliente y enfriado, presenta ventajas debido a su mayor consistencia. Esto es así por el uso que normalmente se da a este tipo de producto que es la elaboración de salsas.

Se concluye entonces que esta tecnología propuesta es perfectamente válida para su aplicación a nivel industrial, resultando de la misma un producto con óptima calidad y menores costos del punto de vista energético y de mano de obra.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BARNELL, A. M. et al. - Estudio de métodos de medida de textura de concentrado de tomate (1973) Rev. Agrop. Tec. Alim., 13 (2) p. 313
- FARROKH, et al. - Quality factors of tomato pastes made at several break temperature (1976) Jr. Agr. Food Chem., 24 (6) p. 1155
- LAMB, Frank C. - Tomato products (1977) Washington, National Canners pp. 1-134
- LEONI, Carlo. - Le conserve di pomodoro (1980) Parma, Stazione Sperimentale per l'industrie delle conserve alimentari pp. 1-160

MONOGRAFÍAS PUBLICADAS
SERIE FRUTAS Y HORTALIZAS

- 1.- *Cloración del agua en la industria alimentaria.* E. Marchelli, C. Moyano, J. J. León. Julio 1980.
- 2.- *Jugo natural integral de manzana.* C. Moyano, J. J. León, E. Marchelli, J. González, P. Betancurt. Julio 1981.
- 3.- *Elaboración de morrones acidificados.* J. González, P. Betancurt, C. Moyano, E. Marchelli. Diciembre 1982.
- 4.- *Elaboración de tomate entero pelado.* C. Moyano, P. Betancurt, J. González, E. Marchelli. Enero 1983.

IMPRESORA HAEDO

DEP. LEGAL 217.735/86

LABORATORIO TECNOLOGICO DEL URUGUAY (LATU)

DIRECCION: GALICIA 1133
TELEFONOS: 98 44 32 y 90 63 86
MONTEVIDEO - URUGUAY