

Ministerio de Industria y Energía

setiembre 1986

elaboración de arvejas al natural y rehidratadas

ing. quím. c. moyano

ing. agr. g. aishemberg

ing. agr. p. betancurt

br. j. gonzález

quím. farm. e. marchelli

monografías tecnológicas

serie frutas y hortalizas

6



Laboratorio Tecnológico del Uruguay

RESUMEN

Este trabajo incluye la descripción de la elaboración de arvejas frescas envasadas al natural, así como también ensayos realizados con arvejas secas de tres variedades (Cobri, Spiket y Mikado). Mediante estos, se estudió el proceso de ganancia de agua en las distintas etapas de elaboración, y los factores que influyen en el mismo.

Los datos obtenidos permiten efectuar una evaluación de los distintos parámetros que inciden en el proceso de rehidratación de arvejas.

SUMMARY

This study includes the description of the naturally fresh canned peas process. Assays of 3 different varieties of dry peas (Cobri, Spiket y Mikado) are also described in which the absorption of water during the different steps of production as well as the parameters that are involved in the process were studied. The obtained data allow to make an evaluation on of the different parameters which influence the rehydration process of peas.

INTRODUCCION

En la elaboración de arvejas en conserva se emplea generalmente como materia prima la arveja fresca, pero como alternativa se puede utilizar el grano seco o deshidratado. Aunque esta última posibilidad no es la más aconsejable porque desmerece la calidad del producto terminado fundamentalmente en lo que respecta a color, sabor y apariencia de la salmuera (enturbiamiento por extracción de almidón), ofrece algunas ventajas que en ciertas circunstancias permite adoptarla como alternativa viable de producción.

En nuestro país es común el empleo del grano seco o deshidratado, entre otras razones porque en general se carece de instalaciones apropiadas para procesar arvejas frescas. Además la utilización del grano seco permite mayor versatilidad de la programación de la producción, a la vez que reduce los costos financieros al evitar estoqueamiento de productos terminados a la espera de su comercialización.

Cómo alternativa de fabricación, el uso de granos secos permite adaptarse a las necesidades actuales de nuestra industria, pero debe comprenderse que no implica una sustitución del envasado de arvejas frescas que por otra parte serían las que se adecuarían a las exigencias de calidad del mercado de exportación.

La publicación abarca ambos procesos tecnológicos, complementando la información con datos recogidos en tres años de trabajo conjunto con la Estación Experimental "Las Brujas" del CIAB-MAP y CALFORU, referidos a ensayos de escala piloto en la rehidratación de tres variedades de arvejas.

1 CARACTERISTICA DE LOS GRANOS FRESCOS PARA INDUSTRIALIZAR.

1.1 Descripción del grano

El grano utilizado en la industrialización es la semilla de la planta *Pisum Sativum* (L) de color verde y superficie lisa o rugosa y textura carnosa. Cada fruto contiene de 7 a 8 semillas, siendo raro que tengan más de 10 o menos de 5.

El número de granos por vaina, depende de la variedad, condiciones de cultivo, número de vainas por planta etc., siendo las vainas de la parte media de las plantas generalmente más abundante en granos. El tamaño de los granos comúnmente usados para industrializar varía entre 5 y algo más de 10 mm de diámetro.

1.2 Valor nutritivo y composición de la semilla

La composición y el valor nutritivo de las arvejas frescas, depende entre otros factores de la variedad, condiciones de cultivo etc., parámetros que no resultan significativamente afectados luego del proceso de cocción tal como puede deducirse del siguiente cuadro:

Composición de las arvejas verdes crudas, cocidas y enlatadas (g/100 g)

	Arvejas verdes crudas	Arvejas verdes cocidas	Arvejas verdes enlatadas
Calorías	84-98	70-71	68-88
Agua (%)	74'3-78	81'1-81'7	77-82'3
Proteínas (g/100 g)	6'3-6'7	4'9-5'4	3'7-4'7
Grasas (g/100 g)	0'4	0'4	0'4
Carbohidratos totales (g/100 g)	14'4-17'7	12'1	12'9-16'8
Fibra (g/100 g)	2-2'2	2-2'2	1'4-2'3
Cenizas (g/100 g)	0'9	0'6-0'9	1'0-1'1
Calcio (mg)	22-26	22-23	25-26
Fósforo (mg)	116-122	99-122	67-76
Hierro (mg)	1'9	1'8-1'9	1'8-1'9
Sodio (mg)	1-2	1	236-270
Potasio (mg)	316-370	196	96
Vitamina A (U.I.)	640-680	540-720	540-690
Tiamina "B ₁ " (mg)	0'34-0'35	0'25-0'28	0'09-0'11
Riboflavina "B ₂ " (mg)	0'14-0'16	0'11-0'14	0'06-0'6
A. nicot. "Niacina" (mg)	2'7-2'9	2'3	0'8-1
A. ascórbico "C" (mg)	26-27	15-20	8

Fuentes: The Heinz Handbook of Nutrition. Composition of Foods. Raw, Processed, Prepared. Agricultural Handbook no. 8.

1.3 Rendimiento agrícola

El peso de vainas o granos que se obtiene por unidad de superficie, es indicador del rendimiento agrícola de una variedad. Sobre éste, influyen una serie de aspectos tales como: variedad, época de cultivo, números de granos por vaina, fecha de recolección y tipo de recolección. Todos estos factores son interdependientes, por lo que a veces conviene utilizar variedades distintas dentro de la misma zafra para asegurar rendimientos elevados. Otras veces es preferible sacrificar los altos rendimientos en pro de una mejor calidad.

1.4 Calibre

Es la medida del diámetro de la sección transversal máxima. Para la elaboración de conservas, se utilizan granos cuyo diámetro está comprendido entre 5 y algo de 10.2 mm.

Aunque el tamaño no es el parámetro que determina totalmente la calidad, el consumidor lo relaciona con su textura y prefiere granos que no superen los 8.2 mm.

Por su calibre los granos frescos se clasifican en tres categorías:

1ra. de 5 a 8.2 mm

2da. de 8.2 a 10.2 mm

Descarte - mayor de 10.2 mm

1.5 Color

El grano debe ser de color verde intenso, para que luego del proceso térmico se aprecie un color verde uniforme típico.

1.6 Madurez

Durante el proceso de maduración los granos aumentan de tamaño y sufren una serie de transformaciones químicas y físicas. Se produce una polimerización de los azúcares con el consiguiente aumento del contenido de almidón, incrementándose a la vez el tenor de pectina y celulosa en la piel.

Estas transformaciones se manifiestan en una disminución del sabor dulce, aumento de la sensación de harinosidad al masticado, densidad y consistencia, así como endurecimiento de la piel y cambios en el color.

Sensorialmente estos cambios son fácilmente perceptibles, pero no es una medida de madurez muy precisa. Por este motivo se han desarrollado diversos métodos objetivos de medida y clasificación de las arvejas por su grado de madurez.

La maduración de los granos inicialmente se produce en forma lenta, cuando su forma y tamaño están poco desarrolladas, luego durante el crecimiento de los mismos, las transformaciones se producen con gran rapidez, disminuyendo una vez alcanzado el tamaño definitivo. En este último período tiene lugar la deshidratación del grano y el arrugado. El grado de madurez adecuado para el envasado se encuentra precisamente en la zona de más rápida transformación, poco antes de que los granos hayan adquirido su tamaño final, cuando aún conservan parte de su sabor dulce y su textura relativamente firme, pero sin llegar a oponer resistencia a la masticación.

En la actualidad para medir la madurez del grano, el método más apropiado es la determinación del grado tenderométrico. El tenderómetro mide la resistencia de los granos a esfuerzos de cizalladura. Consta de unas celdas de láminas de acero verticales y paralelas, que aplastan los granos con un efecto similar al de la masticación, midiendo la presión mínima necesaria para la ruptura, aplastamiento y desgrano de la muestra.

En función a los grados tenderométricos, se ha estructurado la siguiente escala:

De 100 a 125° - Categoría 1

De 125 a 140° - " 2

Otros métodos existentes son: a) Determinación del peso específico

por flotación en salmuera y b) Determinación de sólidos insolubles en alcohol.

El método de flotación consiste en introducir los granos en un depósito en el que hay un salmuera de concentración determinada, efectuándose la separación correspondiente.

La determinación de sólidos insolubles en alcohol, dá un valor preciso, pero de escaso valor práctico por requerir la determinación, un equipo más completo y tiempos de ejecución relativamente largos.

1.7 Textura

Está muy estrechamente ligada con la madurez. Los granos excesivamente maduros son de textura dura y paladar harinoso, los inmaduros en cambio tienen una textura tan tierna que no resisten los tratamientos térmicos.

1.8 Sabor

Depende de varios factores: variedad, grado de madurez y prealmacenamiento. En igualdad de condiciones las variedades de grano rugoso son más dulces y sabrosas que las de grano liso, debido a su mayor contenido de azúcares.

El almacenamiento previo a la industrialización, puede dar lugar a alteraciones del sabor típico de la variedad, con la aparición de sabores anormales, por fermentación o por recalentamiento de la masa.

1.9 Defectos

Para la fabricación de conservas se consideran como defectos, los siguientes aspectos: a) unidades rotas, b) unidades atacadas por insectos y c) unidades manchadas.

2 CONDICIONES DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

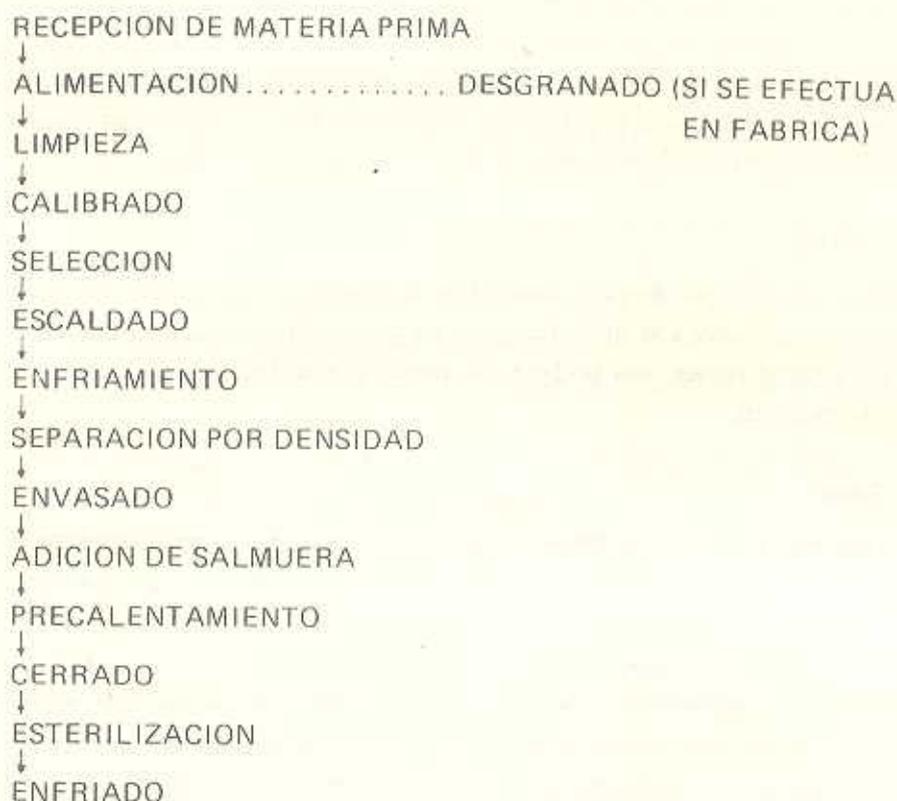
Se ha podido comprobar que en un período de treinta horas entre la recolección y la elaboración, se detectan cambios en el grado de madurez de los granos.

Para evitar el deterioro de la calidad, cuando el almacenamiento se hace imprescindible, se recurre a la refrigeración.

El límite del almacenamiento está determinado por la aparición de sabores anormales. En general los resultados obtenidos son tanto mejores cuanto más rápido se refrigeran los granos tras el desgranado. A los efectos de esta operación, se recomienda la refrigeración seguida de almacenamiento seco, entre 0° y 2° C en un período no mayor a 48 horas.

3 PROCESO DE ELABORACION DE ARVEJAS FRESCAS

El siguiente esquema nos muestra las diferentes etapas del proceso de industrialización que serán descritas:



3.1 Recepción de materia prima

Los factores utilizados para evaluar la calidad de la materia prima son: calibre, grado tenderométrico y defectos.

Las condiciones mínimas generales requieren que los granos sean sanos limpios, recién recolectados, con color uniforme y típico de la variedad en cuestión, y con un calibre mayor o igual a 5 mm.

Deberá efectuarse un muestreo de la partida, recomendándose extraer una muestra de 5 kg por lote igual o inferior a una tonelada, realizándose la extracción de varios puntos de la estiva.

Se toman en cuenta tres categorías: a) Primera: granos con calibre menores a 8.2 mm con un grado tenderométrico comprendido entre 100 y 124, prácticamente libres de defectos (máximo 5% en unidades rotas y 2% en peso de unidades con manchas). b) Segunda: granos con calibre entre 8.2 y 10.2 mm; entre 125º y 140º grados tenderométricos y regularmente libres de defectos (pueden tener un máximo de 10% en peso de unidades rotas y 5% en unidades con lesiones o manchas siempre que la suma no sea mayor del 12% en peso). c) Descarte:

comprende a las unidades con calibre mayor de 10.2 mm y las defectuosas que superen las tolerancias indicadas para la categorías anteriores.

3.2 Alimentación y transporte

Los sistemas clásicos de alimentación y transporte de los granos en fábrica, son los elevadores de cangilones, cintas transportadoras etc. Actualmente son conocidos otros sistemas entre los cuales el transporte hidráulico es el más preferido ya que además facilita la limpieza de los granos.

3.3 Desgranado

Es la separación de los granos de las vainas y matas. Normalmente esta operación se realiza en el campo, aunque en fábrica es muy común.

3.4 Limpieza

Esta operación consiste en eliminar los fragmentos vegetales, tierra y cualquier otro material extraño.

Para la limpieza se utilizan dos tipos de máquinas que pueden ser independientes o combinadas: A) Separadores neumáticos y B) Limpiadores de tambor.

Los primeros son tamices situados sobre un ventilador cuyo chorro de aire, está regulado por un diafragma. Los materiales menos pesados, son eliminados por la parte superior. En el segundo caso, se trata de dos tambores concéntricos y perforados que giran conjuntamente, el interno lleva orificios que permiten el pasaje de los granos y el externo está constituido por barras longitudinales que dejan salir las impurezas de menor tamaño.

3.5 Lavado

Se efectúa para eliminar las sustancias adheridas. Puede aprovecharse la oportunidad para reducir la carga microbiana, clorando el agua de lavado con una concentración de cloro libre de 3 a 5 ppm.

3.6 Calibrado

Este es un aspecto que incide fundamentalmente en la buena presentación de la conserva. Los equipos usados, son del tipo rotatorio o vibratorio. Los primeros consisten en varios cilindros con orificios de distinto diámetro, colocados en serie. Los segundos, son tamices horizontales vibratorios, con orificios de distinto diámetro, colocados unos

encima de otros. Este sistema tiene el inconveniente que los granos se pueden lesionar si las vibraciones son muy rápidas.

Existe una escala que clasifica a los granos según su diámetro en:

Extrafinos	menor a 7.5 mm
Muy finos	7.5 a 8.2 mm
Finos	8.2 a 8.8 mm
Medianos	8.8 a 10.2 mm
Grandes	mayores de 10.2 mm

3.7 Selección

Puede realizarse en dos formas: manual y mecánica

Lo más común es hacerla en forma manual, valiéndose de una cinta transportadora de goma blanca, tratando que los granos no vayan en más de una capa y que la velocidad de la cinta sea baja (3 a 4 m por minuto). Los métodos mecánicos de selección se incluyen sistemas electrónicos cuyo uso aún no está muy difundido.

3.8 Escaldado

Se puede hacer en agua caliente o con vapor. En el primer caso se utilizan tanques por donde circulan los granos por medio de un tornillo sin fin. En el segundo caso los granos son situados sobre una cinta transportadora de malla metálica, que atraviesa el interior de una cámara sometida a la acción de vapor fluyente. Es más empleado el escaldado en agua, porque es más uniforme, permite realizar tratamientos de reverdecimiento y eliminar los jugos de hojas y vainas que impregnan los granos. El escaldado con vapor, además de no ofrecer las ventajas citadas, puede favorecer la aparición de sabores anormales. Cuando se escalda en agua la temperatura del baño debe estar alrededor de los 94 a 98° C, oscilando el tiempo generalmente entre 2 y 5 minutos; requiere la descalcificación parcial del agua para que los granos no se endurezcan por absorción del calcio.

La comprobación de que se realizó el tratamiento adecuado se efectúa a través del test de la poroxidasa, que consiste en preparar una solución alcohólica al 1% de Guayacol que se agrega a las arvejas testeadas junto con peróxido de hidrógeno.

Procedimiento

Se toma una muestra de arvejas escaldadas, se parten a la mitad y se ponen en un recipiente de vidrio. Luego se cubren con peróxido de hidrógeno y se agregan unas gotas de la solución alcohólica de Guayacol al 1%.

Si no se observa, aparición de tonalidades castañas, significa que el escaldado tuvo efecto sobre la actividad enzimática inactivando las enzimas responsables de la oxidación.

Si la enzima no fue inactivada con el tratamiento térmico aparece una coloración castaño oscura en los granos.

3.9 Enfriamiento

Inmediatamente después del escaldado se realiza un enfriamiento rápido de los granos con objeto de evitar la sobrecocción y eliminar el almidón que puede desprenderse durante la operación.

3.10 Selección final

Después del escaldado y antes del envasado se realiza la última inspección, para eliminar manualmente o mecánicamente los granos defectuosos.

3.11 Separación por densidad

Tiene por objeto separar los granos según el grado de madurez, para obtener una calidad uniforme en el producto final. Para dicho fin se emplea un método de flotación en soluciones salinas de una o de diferentes concentraciones, basado en el aumento de densidad que experimentan los granos al avanzar la madurez. Se hace sobre el producto escaldado, ya que la oclusión de aire da lugar a resultados erróneos. Durante esta operación, los granos absorben una cierta cantidad de sal, lo que debe tenerse en cuenta al fijar la concentración de sal en el líquido de cobertura.

Las soluciones de cloruro de sodio más usadas son entre el 9 y el 12% , de esta forma pueden separarse los granos más tiernos (flotan) de los más duros (se hunden).

3.12 Adición del líquido de cobertura

El mismo se compone de agua con un porcentaje variable (1.5% a 2%) de sal común y a veces algo de azúcar. Deberá dejarse un espacio de cabeza de aproximadamente 5 a 7% del volumen del envase, cuando estos son de hojalata y de 7 a 10% cuando son de vidrio. La razón de esta práctica, es el permitir una adecuada expansión de los gases en el proceso de autoclavado. En caso de no contarse con máquina cerradora con dispositivo que elimine el aire del espacio de cabeza, deberá agregarse este líquido a temperatura próxima a ebullición. Estas disposiciones no son aplicadas cuando los autoclaves están dotados de instalaciones para trabajar con contrapresión de aire.

3.13 Precalentamiento

Cuando se trabaja sin contrapresión de aire como comúnmente ocurre en el país, esta operación se torna fundamental ya que es necesario en el momento del cierre del envase lograr una temperatura de más de 70° C para obtener un cierto grado de vacío con lo cual se favorece el tratamiento térmico y se disminuye la presión interna que soporta el envase durante todo el proceso. Esta operación se realiza habitualmente en túneles bajo la acción de vapor vivo que calienta los envases que lo atraviesan sobre cintas transportadoras cuya velocidad es prefijada de antemano.

Cuando se añade el líquido de cobertura hirviendo y se cierra inmediatamente no es necesario el precalentamiento.

3.14 Cerrado

Ya sea que los envases hayan sido sometidos al exhaustado como que la salmuera haya sido incorporada en caliente, el cierre de los mismos debe ser realizado rápidamente para obtener un buen vacío.

3.15 Esterilización

Autoclave utilizado..... Tipo vertical

FORMATO	TIPO DE ENVASES	CONDICIONES		
		Temp. inicial (°C)	Temp. Proceso (°C)	Tiempo (minutos)
1/2 kg	Hojalata	60	115-116	35
1 kg	"	"	115-116	45
1/2 kg	"	"	121-122	15
1 kg	"	"	121-122	20

Nota: Estos parámetros corresponden a arvejas frescas. En cuanto a arvejas rehidratadas los siguientes valores son los recomendados.

1/2 kg	Hojalata	60	115-116	45
1 kg	"	"	115-116	60

3.16 Enfriamiento

Las latas deben enfriarse rápidamente hasta que la temperatura media del envase sea de 35 a 40 °C con el fin de evitar la sobrecocción del

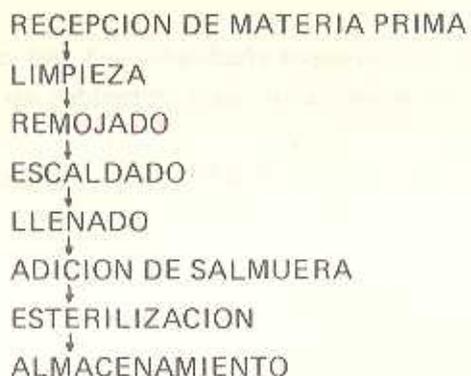
producto y favorecer la evaporación del agua que queda en el exterior del envase con lo que se evitan corrosiones externas. Este enfriamiento puede realizarse al aire, mediante duchas de agua o agua nebulizada o por inmersión.

El enfriamiento por aire no es aconsejable por su lentitud que da lugar a sobrecocción del producto y facilita el desarrollo de microorganismos termófilos.

El procedimiento más utilizado es el de inmersión en agua, recomendándose que esta tenga un tenor de aproximadamente 5 ppm de cloro libre activo para evitar contaminaciones que puedan producirse a través del sellado del cierre (succión por diferencia de presión).

4 ELABORACION DE ARVEJAS REHIDRATADAS

El proceso de conservación de arvejas rehidratadas se desarrolla según el esquema siguiente:



A excepción de la etapa de remojo que es exclusiva de este proceso, las demás siguen los lineamientos ya descritos para arvejas frescas. La materia prima consiste en granos secos, los cuales pueden usarse en forma inmediata o bien almacenarse en lugares secos para ser empleados gradualmente.

Este material debidamente acondicionado puede utilizarse en cualquier época del año para la elaboración, facilitando de esa forma una adecuada programación productiva de la planta.

4.1 Remojado

El siguiente paso es la rehidratación de los granos, operación que se prolonga por espacio de 12 a 16 horas, siendo necesario en el transcurso de ella cambiar el agua de remojo por lo menos dos veces como forma de disminuir la contaminación microbiana existente. De ahí la importancia que debe dispensarse a la operación de limpieza y lavado previo de los granos, a efectos de disminuir la carga inicial de microorganismos.

Durante esta etapa, caracterizada por un proceso de difusión, de intercambio entre el grano y el medio ambiente, se produce una ganancia de agua, que no es la única ya que se verifica también durante el escalado y en la esterilización que es atribuible a causas similares.

Dicha ganancia al igual que la de todo el proceso puede cuantificarse. Como consecuencia del remojado la ganancia de agua del grano es la siguiente:

$$\% \text{ Car (g de agua / g de Arveja seca)} = \frac{\text{Par} - \text{Pas}}{\text{Pas}} \times 100 - \% \text{ Cai}$$

Donde Car — Porcentaje de agua ganada en el remojado

Par — Peso de arveja remojadas

Pas — Peso de arveja secas

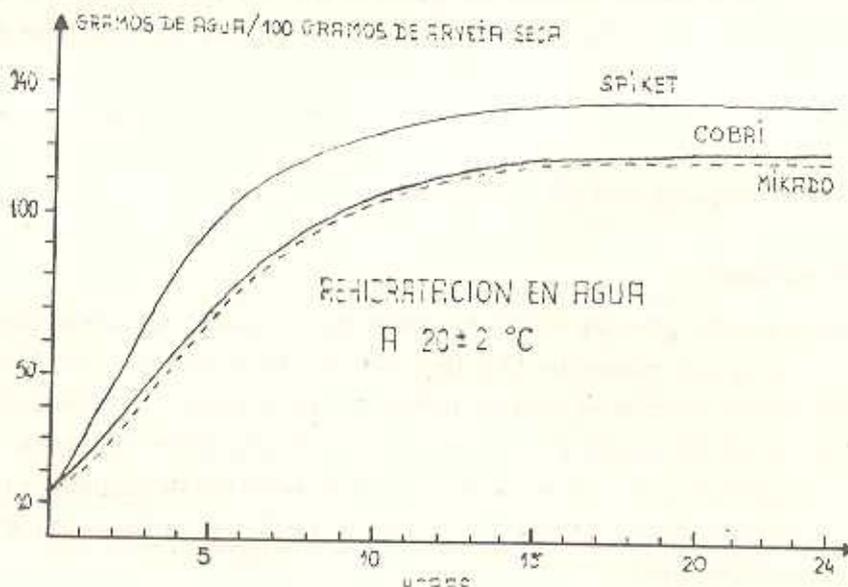
Cai — Cantidad de agua inicial

De acuerdo a los ensayos efectuados con tres variedades de arvejas los resultados de ganancia de agua obtenidos en esta etapa son los siguientes:

	COBRI	SPIKET	MIKADO	Promedio
Car.....	48.2%	45%	47%	47.0%

En cuanto al proceso de absorción en sí, a través de las siguientes gráficas se observa la incidencia de factores tales como temperatura, superficie de exposición, composición del agua de remojado, en la velocidad de penetración del agua al interior del grano.

Gráfica No. 1

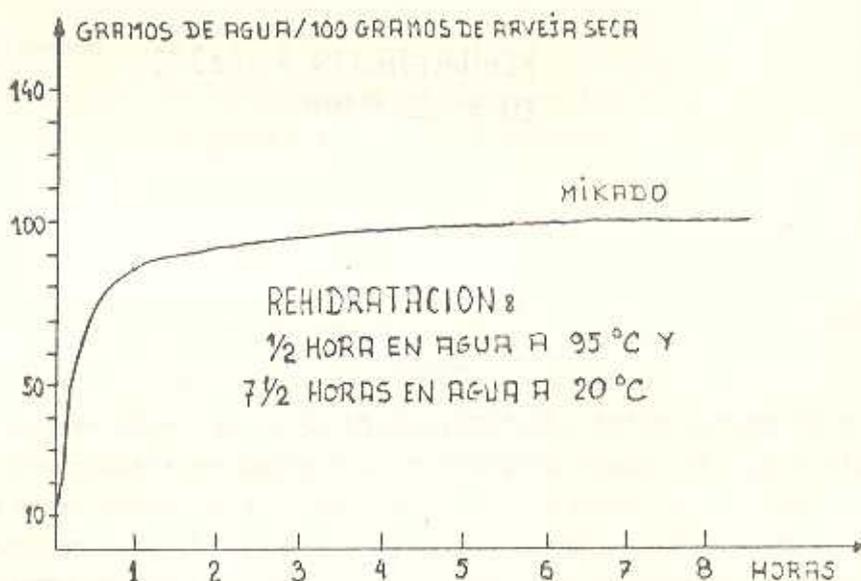


La mayor velocidad de absorción de agua ocurre en la variedad Spiket, a causa de la mayor superficie de exposición, la que si bien es menor por unidad, para un mismo peso comparativo hay más arvejas expuestas.

Sin embargo esta variedad da pesos escurridos menores a las otras, debido a una mayor extracción de sustancias solubles durante el proceso térmico que pasa al líquido de cobertura.

La experiencia siguiente, muestra los resultados de la influencia de la temperatura de agua de remojo en la velocidad de rehidratación de los granos.

Gráfica No. 2



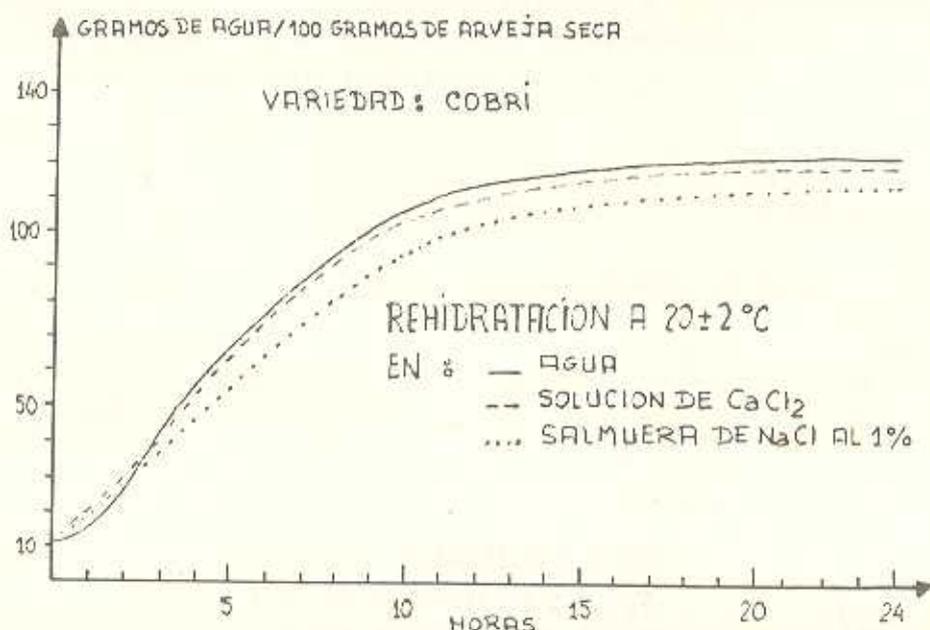
Se observa que a temperaturas elevadas la velocidad de rehidratación es mayor. La experiencia consistió en: una muestra de granos se remojó durante media hora a 95°C y luego se mantuvo a temperatura ambiente hasta lograr la máxima absorción. En la media hora inicial se logra los mayores niveles de absorción pero se constata que el máximo valor final logrado (100 grs de agua - 100 grs de materia seca) es menor que el alcanzado si el proceso desde el principio se hubiera mantenido a temperatura ambiente. Esto es debido a que ocurre una pérdida de sustancias solubles por extracción que es mayor a temperaturas más altas, para este caso 95°C, por el contrario, el equilibrio final se alcanza en un tiempo menor.

Finalmente una muestra de granos de la variedad COBRI se remoja en tres soluciones diferentes para determinar la influencia en la ganancia de agua.

Las soluciones utilizadas en la experiencia fueron:

- 1) Agua (testigo)
- 2) Agua + 700 ppm de Cloruro de Calcio (CaCl_2)
- 3) Agua + Cloruro de Sodio al 1% (NaCl)

Gráfica No. 3



En la solución testigo y la de Cloruro de calcio, los niveles de ganancia de agua alcanzados son similares. La rehidratación en solución con cloruro de calcio, tiene la finalidad de endurecer las paredes celulares por la formación de pectatos de calcio por lo cual se evitan pérdidas de granos por roturas de tejidos durante la esterilización. Con cloruro de sodio, los niveles de ganancia de agua son menores, debido a que al ser este un electrolito fuerte, impide la movilidad de las moléculas de agua hacia el grano.

4.2 Escalado

El principio de la operación es igual que para el caso de granos frescos, lo que ocurre en las arvejas deshidratadas, es que por efecto de la temperatura se produce un reblandecimiento de los tejidos, lo que permite una nueva absorción de agua, la que se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{Cae} = \frac{\text{Pae} - \text{Pas}}{\text{Pas}} \times 100 - \% \text{Car}$$

Donde: % Cae: Porcentaje de agua ganada en el escaldado.
 Pae: Peso de arvejas escaldadas.
 Pas: Peso de arvejas secas.
 % Car: Porcentaje de agua ganada en el remojado.

Los resultados obtenidos de las tres variedades ensayadas, son los siguientes:

	Cobri	Spiket	Mikado	Promedio
% Cae	19.5	29.0	19.0	23

Inmediatamente después de escaldar, los granos se enfrían siguiendo los mismos principios que para el envasado de arvejas frescas.

4.3 Llenado

Esta etapa es muy importante, ya que depende del peso de llenado, la obtención de un peso escurrido que cumpla con las reglamentaciones vigentes. Ello es debido a que durante el proceso de esterilización los granos al estar sometidos a las elevadas temperaturas del tratamiento térmico, absorben nuevamente agua.

La operación en sí y la adición del líquido de cobertura, se efectúa de la misma manera que cuando se trató el caso de arvejas frescas.

A los efectos de los ensayos realizados para la determinación de ganancia de agua el líquido de cobertura utilizado fue agua, sin sal. La operación de cerrado de envases, es análoga que para el caso de arvejas frescas.

4.4 Esterilización

Los parámetros que se utilizan en esta etapa, son los descriptos cuando se trató el caso de arvejas frescas.

Para realizar los cálculos de ganancia de agua correspondiente a este punto, se procede de la siguiente forma cuando $S = 0$:

$$\% \text{ Capt} = \frac{n \cdot \bar{P}_e - P_{as}}{P_{as}} \times 100 - \% \text{ Cae}$$

Donde: n. — N° de envases

\bar{P}_e . — Peso escurrido promedio por envase.

S. — Sobrante. $S = P_{ae} - P_{ll.n}$. Puede ocurrir que tras haber llenado todos los envases, exista un sobrante de arvejas que no alcancen para completar una unidad. Es-

ta cantidad debe ser tenida en cuenta a efectos de los cálculos. En este caso se supone que $S = 0$, o sea que no hay sobrante.

Capt. — Ganancia de agua en el proceso térmico por gramo de arveja seca.

Cuando existe sobrante, o sea que S es distinto de 0 , la expresión para determinar la ganancia de agua en esta etapa es:

$$\% \text{ Capt} = \left[\frac{\bar{P}_e}{P_{II}} (1 + \text{Cae}) - 1 \right] \times 100 - \% \text{ Cae}$$

Para llegar a esta fórmula, se determina previamente la materia seca contenida en ese sobrante: S (base seca) = $\frac{P_{as} - n \cdot P_{II}}{1 + \text{Cae}}$

$1 + \text{Cae}$. — Arveja en base húmeda luego del escaldado. (gramos)

$1 + \text{Capt}$. — Arveja luego de la esterilización. (gramos)

Entonces $n \cdot \bar{P}_e = (P_{as} - S_{bs}) (1 + \text{Capt}) = \frac{n \cdot P_{II} (1 + \text{Capt})}{1 + \text{Cae}}$

de donde $\bar{P}_e = \frac{P_{II} (1 + \text{Capt})}{1 + \text{Cae}}$ despejando se llega a la fórmula

$\text{Capt} = \frac{\bar{P}_e (1 + \text{Cae})}{P_{II}} - 1$ que nos da la ganancia de agua acumulada

hasta esta etapa del proceso a la cual se la multiplica por 100 y se le resta el % de agua ganada en la etapa anterior para obtener el porcentaje de agua que se absorbe durante el proceso térmico.

De acuerdo a los ensayos realizados, la absorción de agua en esta etapa fue la siguiente:

	Cobri	Spiket	Mikado	Promedio
% Capt	32.3	26.0	34.0	30.8

Conviene recordar, que los formatos de envase de hojalata que normalmente se utiliza en el país para el envasado de este producto es de 113 mm de altura por 76 mm de diámetro. El peso mínimo escurrido admitido para este envase es de 220 g, que equivalen a 57 % de la capacidad de agua del envase. Este valor se sitúa en los 387 ml. y se

determina llenando con agua destilada la lata hasta los 3/16 de pulgada del borde superior. Para el caso de los envases de vidrio, el peso escurrido a tener en cuenta será el mismo.

CALCULO DE GANANCIA DE AGUA EN CADA ETAPA

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos realizados con 3 variedades de arvejas (Cobri, Spiket y Mikado), se calcularon las cantidades de agua que se absorbió en cada etapa del proceso de elaboración.

Variedad COBRI

Se determina la humedad en los granos: En estufa a 70°C con aplicación de vacío, o 105°C a presión atmosférica hasta que el peso sea constante.

En el caso de esta variedad, se registró 0.108 g agua/g arveja húmeda. La materia seca de esta variedad será:

$$1 - 0.108 \text{ g. H}_2\text{O} = \frac{0.992 \text{ g. arv. seca}}{\text{g. arv. húmeda}}$$

lo que significa que la humedad en base seca, será:

$$\frac{0.108 \text{ g.}}{0.992 \text{ g.}} = 0.109 \text{ g. H}_2\text{O/gr. arv. seca}$$

Luego de llevada a cabo la experiencia se registraron los siguientes valores que sirvieron como base para el cálculo:

Pas=1500g Pae=3400g n=18 envases Peso escurrido(\bar{x})= 231g
Par=2900g S=160g PII=185g

Se toma como base de cálculo 1 g de arveja seca.

	Arveja seca	Remojado	Escaldado	Llenado	Esterilización
Cantidad de agua	0.109 g	Car.	Cae.		Capt
Cant. de sustancia húmeda	1.109	1 + Car	1 + Cae		1 + Capt

Cantidad de agua en el grano remojado. (g H₂O / g arv. seca)

$$Par = Arv. remojada = Pas (1 + Car) \quad Car = \frac{Par - Pas}{Pas}$$

$$Car = \frac{2900 \text{ g} - 1500 \text{ g}}{1500 \text{ g}} = 0.9333 \text{ g H}_2\text{O} / \text{g arv. seca.}$$

Cantidad de agua en el grano escaldado. (g H₂O / g arv. seca)

$$Pae = Arveja escaldada = Pas (1 + Cae) \quad Cae = \frac{Pae - Pas}{Pas}$$

$$Cae = \frac{3400 \text{ g} - 1500 \text{ g}}{1500 \text{ g}} = 1.2667 \text{ g H}_2\text{O} / \text{g Arv. seca}$$

Cantidad de agua en el grano después del proceso térmico.
(g H₂O / g Arv. seca).

En este caso $S \neq 0$ por lo que se aplica la fórmula:

$$Capt = \frac{Pe (1 + Cae) - 1}{Pii}$$

$$\frac{231 \text{ g} (2.2667) - 1}{185 \text{ g}} = 1.8981 \text{ g H}_2\text{O} / \text{g arv. seca}$$

Siguiendo el esquema anterior, tenemos que la cantidad de arveja húmeda luego del proceso térmico será $1 + 1.8181 \text{ g} = 2.8181 \text{ g}$ de arveja húmeda ya procesada/g de arveja seca. Como inicialmente se tenían 1500 g de arveja seca, tendremos al cabo del proceso $1500 \text{ g} \times 2.8181 = 4227 \text{ g}$ de arvejas húmedas para los 18 envases.

A estos 18 envases les corresponden 231 g a c/u por lo que se necesitarían 4158 g arveja húmeda. Se obtuvieron 4227 g por lo que sobran 69 g.

A partir de estos datos, para la var. Cobri se podrán determinar el peso de llenado para un determinado peso escurrido exigido, y la cantidad de granos secos necesaria para satisfacer una demanda de envases de producto terminado supuesta.

Por ejemplo para este caso dado si se requiere un peso escurrido de 220 g, el peso de llenado será:

$$Capt = \frac{220 \text{ g} (2.2667) - 1}{Pii} = 1.8181 \text{ g H}_2\text{O} / \text{g arv. seca}$$

de donde $Pii =$ aproximadamente 180 g.

Para estimar la cantidad de granos secos necesaria para cubrir una cierta cantidad conocida de envases se procede de la siguiente manera:

Por ejemplo se necesita saber la cantidad de granos para 10 envases.

Se conoce el peso escurrido exigido para este envase que es de 220 g por lo que al tratarse de 10 se obtendrán: $10 \times 220 = 2220$ g de arvejas húmedas procesadas. Podemos determinar la cantidad de g de granos secos que es necesario adquirir.

Tenemos que: 1g de arveja seca _____ 2.8181 g de arveja procesada
 x _____ 2220 g " "

$$x = \frac{2220 \text{ g}}{2.8181 \text{ g}} = \text{aprox. } 790 \text{ g. de arveja seca}$$

A partir de los resultados obtenidos en la experiencia, se pueden calcular las ganancias de agua de cada una de las etapas y expresarlas como porcentaje del total de agua ganada, de manera de ver la importancia de cada una en el proceso de elaboración.

Ganancia total de agua (GT) = $C_{\text{apt}} - C_{\text{ai}} = 1.8181 \text{ g} - 0.109 \text{ g} = 1.7091 \text{ g H}_2\text{O} / \text{g arv. seca}$ donde C_{ai} es el valor de agua inicial de los granos secos, medidos en base seca de acuerdo al procedimiento mencionado anteriormente.

Ganancia de agua en el remojado (GR) = $C_{\text{ar}} - C_{\text{ai}} = 0.9333 \text{ g} - 0.109 \text{ g} = 0.8243 \text{ g H}_2\text{O/g de arv. secas.}$

Este valor representa 48.2 % de ganancia total de agua.

Ganancia de agua en el escaldado (GE) = $C_{\text{ae}} - C_{\text{ar}} = 1.2667 \text{ g} - 0.9333 \text{ g} = 0.3334 \text{ g H}_2\text{O/g de arvejas secas}$

Este valor representa un 19.5 % de la ganancia total de agua.

Ganancia de agua durante el proceso térmico (GPT) = $C_{\text{apt}} - C_{\text{ae}} = 1.8181 \text{ g} - 1.2667 \text{ g} = 0.5514 \text{ g H}_2\text{O/g de arv. seca}$ lo cual representa 32.2 % de la ganancia total de agua.

La ganancia total de agua también puede determinarse mediante la suma parcial de las ganancias de agua de cada etapa.

$$GT = GR + Ge + GPT$$

Del mismo que para la variedad Cobri los valores de ganancia de agua han sido determinados para las otras variedades. Sin reiterar las fórmulas, sólo se mostrara cuales son los valores determinados para cada caso.

SPIKET

$P_{\text{as}} = 1500$ $P_{\text{ae}} = 3550$ $P_{\text{ar}} = 2800$ $P_{\text{il}} = 185$

$\bar{P}_{\text{E}} = 219$ $n = 18$

$C_{\text{ar}} = 0.867 \text{ g H}_2\text{O/g de arv. seca}$

$C_{\text{ae}} = 1.367 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$

$$\text{Capt} = 1.802 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$$

Con estos datos al igual que en el caso anterior se puede determinar el peso de llenado para un determinado peso escurrido y la cantidad de granos secos necesaria para satisfacer una demanda de envases su-
puesta.

En lo que respecta a los valores de ganancia de agua para cada etapa expresada como porcentaje del total se tienen los siguientes:

$$\text{Ganancia total de agua (GT)} = 1.693 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$$

Ganancia de agua en el remojo (GR) = 0.758 g H₂O/g arv. seca lo que representa un 47.2 o/o.

Ganancia de agua en el escaldado (GE) = 0.500 g H₂O/g arv. seca. Representa un 29.5 o/o.

Ganancia en el proceso térmico (GPT) = 0.435 g H₂O/g arv. seca. Representa un 25.7 o/o.

MIKADO

$$\text{Pas} = 1500 \text{ g} \dots\dots\dots \text{Par} = 2900 \text{ g} \dots\dots\dots \text{Pae} = 3400 \text{ g} \dots\dots\dots \text{PII} = 185$$

$$\text{PE} = 234 \text{ g} \dots\dots n = 17$$

$$\text{Car} = 0.933 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$$

$$\text{Cae} = 1.267 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$$

$$\text{Capt} = 1.867 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$$

En lo que respecta al porcentaje de agua absorbida en cada etapa se tiene:

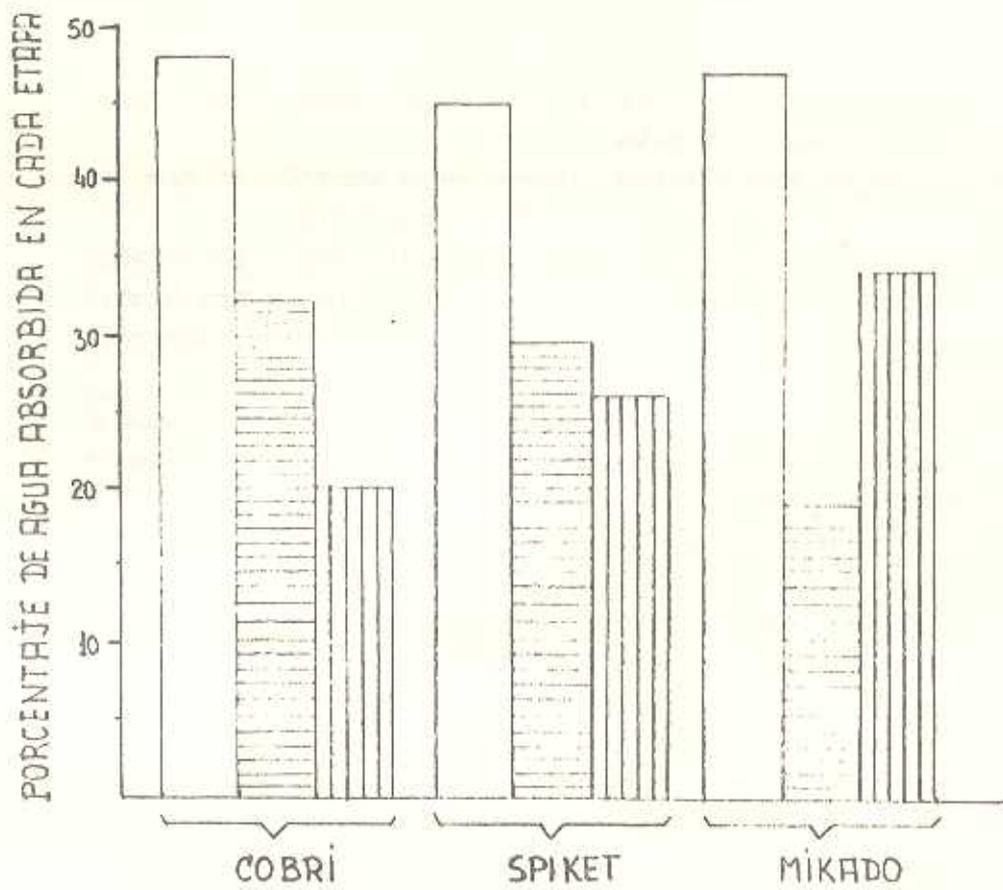
$$\text{Ganancia total de agua (GT)} = 1.867 - 0.098 = 1.769 \text{ g H}_2\text{O/g arv. seca}$$

Ganancia de agua en el remojo (GR) = 0.835 g H₂O/g arv. seca. Representa un 47.2 o/o

Ganancia de agua en el escaldado (GE) = 0.334 g H₂O/g arv. seca. Es un 18.9o/o del total.

Ganancia de agua en el proceso térmico (GPT) = 0.600 g H₂O/g arv. seca. Representa un 33.9 o/o.

El siguiente histograma ilustra para las variedades consideradas la ganancia de agua de cada etapa del proceso de elaboración expresada como porcentaje del total absorbida.



- REMOJADO
- ESCALDADO
- PROCESO TERMICO

CONCLUSIONES

Los ensayos han demostrado una serie de aspectos a tener en cuenta en la elaboración de arvejas rehidratadas.

1) Las características varietales influyen en la absorción de agua, no siendo factor determinante en la elección de materias primas.

2) En la etapa de remojo se absorbe promedialmente el 47% del agua total referido al peso de arvejas secas. Variaciones en la temperatura del agua de remojo, no determinan diferencias en la cantidad de agua absorbida durante esta etapa.

3) La cantidad de agua absorbida en la etapa de escaldado asciende al 23% siendo en términos relativos la mayor ganancia, si se tiene en cuenta el tiempo de exposición.

4) La ganancia de agua que se produce durante el proceso térmico fue promedialmente de 30% referido al peso de arvejas secas.

5) Los ejemplos descriptos sirven como orientación a los efectos de la planificación de la fabricación. Esto es posible si previamente a la producción se realiza una prueba en pequeña escala para determinar las características de las arvejas que se van a envasar.

Realizando la determinación de humedad de las arvejas y efectuando cálculos similares a los descriptos se podrá conocer de antemano la cantidad de granos se de una determinada variedad que se necesitará para producir una cierta cantidad conocida de envases, así como también permitirá calcular el peso de llenado de forma de cumplir con las exigencias en lo que refiere al peso escurrido.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CULTRERA, R. - La fabbricazione delle conserve di piselli Parma, Stazione Sperimentale per l'industria delle Conserve Alimentari, 1971 pp 1-85
- FLORA, L.F. - Effects of modified processing procedures on quality of southern crowder peas Jr. Food Sci. 45, 126-128 1980
- LOPEZ, A. - A complete course in canning 11a. ed, Maryland, Canning Trade, 1981 Vol. II pp 57-66, 275-282
- QUAST, C.G., DA SILVA, S.D. - Temperature dependence of hydration rate and effect of hydration on the cooking rate of dry legumes Jr. Food Sci. (42(5) 1299-1303 1977
- SHAH, W.H., EDWARDS, R.A. - Effect of shelling method of dehydration and rehydration characteristics of green peas. Pakistan Jr. Scient. Ind. Res. 20 (2) 109-114 1977
- SHIMODA, Y., OKU, M., SUGANAGA, H. - Studies on softening of "soaked dried peas" for canning. Report of Toyo Junior College of Food Technology and Toyo Institute of Food Technology 11,121-134 1974

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.
- 5.- *Elaboración de pulpa de tomate tamizada (puré de tomate tamizada (puré de tomate).* Junio 1986. C. Moyano, G. Aishemberg, P. Betancurt, J. González, E. Marchelli.

IMPRESORA HAEDO

DEP. LEGAL 217.737/86

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY (LATU)

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