



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“PROPUESTA DE UNA FORMULACION DE SOPA DESHIDRATADA A
PARTIR DE LAS MERMAS GENERADAS EN EL PROCESAMIENTO DE
ESPARRAGO EN CONSERVA – GANDULES INC SAC”

PRESENTADO POR:

BACH. GUSTAVO ANDRÉS RAYA GUERRERO

ASESORADO POR:

ING. ENRIQUE MANUEL MONTEJO PINILLOS

Lambayeque - Perú

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“PROPUESTA DE UNA FORMULACION DE SOPA DESHIDRATADA A
PARTIR DE LAS MERMAS GENERADAS EN EL PROCESAMIENTO DE
ESPARRAGO EN CONSERVA – GANDULES INC SAC”

PRESENTADO POR:

BACH. GUSTAVO ANDRÉS RAYA GUERRERO

ASESORADO POR:

ING. ENRIQUE MANUEL MONTEJO PINILLOS

Lambayeque - Perú

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN
PROFESIONAL

“PROPUESTA DE UNA FORMULACION DE SOPA DESHIDRATADA A
PARTIR DE LAS MERMAS GENERADAS EN EL PROCESAMIENTO DE
ESPARRAGO EN CONSERVA – GANDULES INC SAC”

APROBADO POR:

ING. JAMES GUERRERO BRACO
PRESIDENTE

M.Sc. RONALD GUTIERREZ MORENO
SECRETARIO

ING. LUIS POZO SUCLUPE
VOCAL

ING. ENRIQUE MONTEJO PINILLOS
ASESOR

Lambayeque - Perú

2016

DEDICATORIA

A mis padres Carmen y Raúl, por ser quienes me han formado, gracias a sus enseñanzas, sus valores soy lo que soy y por el sólido respaldo que me brindan para seguir alcanzando mis metas propuestas,

A mi fiel compañera, por ser la fuente de mi inspiración y motor de todas las cosas que realizo, a ella también va dedicado este trabajo por su apoyo constante, por estar siempre a mí lado y por su amor sincero.

AGRADECIMIENTO

A Dios en primer término, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este largo caminar.

Al Ingeniero Enrique Manuel Montejo Pinillos, por su tiempo, sus conocimientos y asesoramiento en esta monografía.

Hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo realizado, de no ser así esto no hubiese sido posible. A mis padres y demás familiares ya que me brindan el apoyo, la alegría y la fortaleza necesaria para seguir adelante.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
FUNDAMENTO TEÓRICO	10
3.1. EL ESPARRAGO.....	10
3.1.1. Clasificación científica:	10
3.1.2. Generalidades:.....	10
3.1.3. Origen:.....	12
3.1.4. Variedades:.....	13
3.1.5. Estacionalidad:.....	15
3.1.6. Propiedades:	15
3.1.7. Composición nutricional:	15
3.1.8. Zonas de producción:	16
3.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE HARINA	17
3.3. SOPAS EN POLVO.....	18
3.3.1. Preparación de sopas deshidratadas:.....	18
3.3.2. Ingredientes.....	19
3.4. MATERIALES Y METODOS.....	26
3.4.1. Materia Primas	26
3.4.2. Métodos de control a tener en cuenta.....	27
3.4.3. Equipo recomendado a ser utilizado	31
3.4.4. Descripción del proceso seguir en la preparación del Esparrago deshidratado.....	32
3.5. SECADO	34
3.5.1. Generalidades.....	34
3.5.2. Mecanismo de Secado	36
3.5.3. Modelización de las curvas de secado. Ecuaciones para la transferencia de materia	38
3.5.4. Factores que afectan al secado por aire caliente.....	40
3.5.5. Ventajas y desventajas del secado convectivo	42
3.5.6. La calidad en los alimentos deshidratados.....	43
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	55

RESUMEN

Hoy en día como profesionales debemos estar en toda la capacidad de generar a las empresas nuevos productos a partir de los sub- productos y desechos, que se generan en el campo de la mayoría de empresas presentes en la industria alimentaria, ya sea creando productos nuevos y/o dándole un valor agregado al producto, el darle valor agregado a un producto como profesionales es el plus que aportamos a la industria y lo hace diferente de cualquier otro profesional. Este valor agregado, casi en su totalidad, solo puede ser dado por aquellos profesionales capacitados y con sólidos conocimientos.

La presente tesis tiene por objetivo proponer una formulación de sopa deshidratada a partir de las mermas generadas en el procesamiento de esparrago en conserva – Gandules INC SAC, y pretende brindar a la empresa en mención las pautas para aprovechar aquellas mermas y generar un nuevo producto, por lo que la siguiente investigación busca obtener harina deshidratada a partir de las mermas generadas en el procesamiento de esparrago en conserva.

Es importante, conocer en primer término todo lo referente a la materia prima y presentar una formulación para realizar una propuesta a la empresa en mención según datos reales de las mermas que generan los mismos.

En el Perú actualmente se importa la sopa deshidratada, para hacer uso de ella en nuestra cocina peruana.

En tal sentido, la presente investigación tiene como propósito dar a la empresa una opción para aprovechar las mermas que genera la industria conservera dándoles a conocer que se puede generar un producto que se usa mucho en el mercado nacional.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, no resulta ajena la gran variedad de productos con los que cuenta nuestro país y su atracción en este mundo globalizado; los mismos que están logrando posicionarse en el mercado internacional.

Como futuro Ingeniero en Industrias Alimentarias, me siento comprometido en la investigación de las contribuciones de estos alimentos, los cuales tienen componentes a beneficio del hombre ayudándolo a disminuir el riesgo de padecer enfermedades como el cáncer, enfermedades al corazón, diabetes, hipertensión, entre otras.

Uno de estos alimentos es el espárrago (*Asparagus officianilis L.*), que hoy en día en nuestro país está siendo uno de los productos de mayor exportación.

Este producto se exporta en su mayoría fresco y en conserva, se observó que las mermas son desechadas, habiendo la posibilidad de aprovecharla como materia prima, por lo tanto, el problema que aborda la presente investigación es, ¿será posible obtener harina deshidratada a partir de las mermas generadas en el procesamiento de espárrago en conserva?

Teniendo como objetivo general, proponer una formulación de sopa deshidratada a partir de las mermas generadas en el procesamiento de espárrago en conserva – Gandules INC SAC.

Los objetivos específicos son identificar las principales operaciones y control de parámetros en el procesamiento, para la obtención de la formulación de la sopa deshidratada, derivado del espárrago.

Así también conocer el proceso para obtener la formulación de la sopa deshidratada. La obtención de la formulación de dicho producto derivado del espárrago es una alternativa importante para la agroindustria.

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. EL ESPÁRRAGO

3.1.1. Clasificación científica:

Tabla N°01: Clasificación científica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Asparagaceae
Género	Asparagus
Especie	Asparagus officianilis L.

Fuente: USDA, 2013

3.1.2. Generalidades:

El espárrago es una hortaliza originaria del Asia, de la cual se utiliza para el consumo, el brote tierno denominado “turión”. Se utiliza frecuentemente en preparaciones especiales de “alta cocina” y es una fuente primordial de compuestos que contribuyen a una adecuada circulación sanguínea (MINAG, 2013).

Es un producto natural de textura carnosa y firme, un aroma intenso con un sabor ligeramente dulce que requiere una mayor exposición a la luz solar para obtener un color verdoso. Es considerado un alimento gourmet por su consumo exclusivo y dietético. Su alto contenido de fibras facilita el proceso de la digestión (AGROBANCO, 2007).

Es una de las hortalizas que ha alcanzado mayor desarrollo, principalmente por las exportaciones en estado fresco y refrigerado. En el año 2012, la superficie cosechada fue 33 036 has. con rendimientos de 11.7 t/ha (MINAG, 2013). El cultivo del espárrago se inició en el Perú a principios de la década del 50 en el departamento de La Libertad. La primera variedad cultivada fue la Mary Washington utilizada para producir espárrago blanco en conservas. Hoy, ésta antigua variedad ha sido reemplazada por variedades más modernas, especialmente la UC157 F1, la que es cultivada principalmente en los departamentos de La Libertad e Ica (MINAG, 2013).

Con respecto a las condiciones en la que este se debe cultivar , se requiere que las temperaturas oscilen entre 14°C y 24°C ya que tiene que ver con la germinación de las semillas, el ritmo de brotamiento de los turiones para cosecha y el crecimiento vegetativo de la plantación; cuando las temperaturas son cercanos a 12 °C los turiones muestran coloraciones púrpuras en las puntas de los turiones; por otro lado, temperaturas extremas máximas en cosecha resultan perjudiciales en la calidad del producto cosechado, en vista que se “floread” rápidamente. Con respecto al suelo, la textura debe ser franca, con inclinación a franco arenoso o limoso y para el mejor aprovechamiento comercial de sus turiones, el suelo no debe ser pedregoso para evitar que, durante el crecimiento de la yema apical del turión bajo tierra, se deteriore por roces u obstáculos con las piedras. El terreno no debe encharcarse en ningún momento, ya que tiene gran sensibilidad a la asfixia radicular. El pH óptimo está comprendido entre 7,5 y 8, aunque admite suelos de pH 6,5. Tiene gran resistencia a la salinidad del suelo y del agua de riego. El período más sensible de la planta a un mal manejo del riego es durante la cosecha. Durante este período, faltas de agua o riegos desuniformes, provocarán que los turiones (tallos que se cosechan), salgan partidos, doblados o con sus paredes rasgadas, además que las cosechas serán menores. Teóricamente agua con una C.E entre 2.7 y 3.5 dS/m, entrarían en equilibrio de sales (4.1 dS/m para el Umbral de espárrago) en suelos francos y arenosos respectivamente. La necesidad hídrica por campaña

en el cultivo del espárrago: gravedad: 15,500 m³ /ha. y goteo: 9,000 m³ /ha (MINAG, 2013; Casas, 2012).

Figura N°01: Esparrago (*Asparagus officianilis* L.)



3.1.3. Origen:

Consumidos desde la antigüedad, los espárragos son originarios de Mesopotamia, desde donde se extendieron hasta llegar a Egipto, Grecia e Italia. En España, fueron los árabes quienes lo introdujeron en el siglo XIII.

Actualmente los principales países productores de espárragos a nivel mundial son China, Perú, Estados Unidos, Japón y México. En Europa, destacan como principales productores España, Alemania, Grecia, Francia e Italia que aportan entre todos una producción equivalente a la producida en China, principal productor mundial.

3.1.4. Variedades:

En el caso de los espárragos verdes, el mejoramiento tecnológico recién se ha dado en Canadá y Estados Unidos. La variedad de espárrago verde que más se comercializa en el mercado internacional es la Mary Washington, de la cual se han derivado varios híbridos, entre ellos U.C.-157 F1, que es la variedad con mejor adaptación en Colombia, Perú, Ecuador y Chile, donde se han mostrado altos rendimientos y una producción temprana de turiones uniformes en color y tamaño. (Collazos et al, 2002)

El espárrago presenta las siguientes variedades resumidas en la tabla N°02

Tabla N°02: Variedades del Esparrago

Variedades	Características
Mary Washington	Resistente a la roya, de color verde oscuro cuando se permite su exposición al sol. Su crecimiento rápido y vigoroso. Resistente a la oxidación
Variedades U.C.	Seleccionadas del variedad Mary Washington desarrolladas por la universidad de California. Tienen una resistencia variable a la roya y al fusarium sp. Las variedades mas utilizadas son U.C. 72, 800, 500, 711, 66 y157.
Limburgia	Hibrido holandés obtenido de Mary Washington y de Glori of Brunswick. La producción es alta. Los turiones son gruesos y de buena calidad.
Variedades Jersey	Gern, General King, Titon, Jewell, Prince, Greenwinch. Son variedades en experimentación en la Universidad de Washington
Jersey Gigante y Knight	Híbridos machos uniformes, de punta menos apretada y mayor resistencia a rust y fusarium sp.
Apollo y Altas	Apta para zonas tropicales y se a convertido de puntas apretadas.
Ready Giant, Palmetto, Canove colosal y Mammoth Blanca Brocks, GrandeValt prima.	Otro tipo de híbridos desarrollados en América.

Fuente: AMPEX, 2008

3.1.5. Estacionalidad:

El Perú produce espárragos durante todo el año. Somos el segundo productor de espárragos en el mundo, superado por China quien focaliza la mayoría de su producción en el abastecimiento de su demanda interna. Otra ventaja importante es que la mayor cantidad de espárragos verdes se produce en la campaña de agosto/setiembre a diciembre/enero, lo que nos favorece, pues la mayor cantidad de espárragos que exportamos a Europa son los procesados y estos se generan justamente de los espárragos verdes.

3.1.6. Propiedades:

El espárrago contiene fibra, vitamina C, vitamina B1 (Tiamina), vitamina B6; es bajo en grasa, no contiene colesterol y es muy bajo en calorías. En cuanto al potasio, los espárragos aportan el 10% del requerimiento diario del organismo; también aportan pequeñas cantidades de flúor, cobre, zinc, manganeso y yodo, lo que significa un buen aporte de minerales. Recientemente se le ha descrito como uno de los alimentos más indicados para prevenir la aparición del cáncer de colon. Las últimas investigaciones realizadas por un equipo de doctores estadounidenses, han descubierto además que el espárrago posee acciones inhibitorias sobre el crecimiento de las células de la leucemia humana (Minag, 2006).

3.1.7. Composición nutricional:

La siguiente tabla N° 02 presenta la composición nutricional en 100g de Espárrago.

Tabla N°02: Composición nutricional en 100g de Esparrago comestible.

COMPONENTES	CONTENIDO POR 100g DE ESPARRAGO COMESTIBLE
Humedad	94.7%
Proteína	2.7g
Hidratos de carbono	1.1g
Fibra	1.5g
Lípidos totales	0.0g
Calcio	22mg
Hierro	1.1mg
Yodo	2ug
Magnesio	11mg
Zinc	0.3mg
Sodio	4.0mg
Potasio	207mg
Fosforo	59mg
Selenio	1.0ug

Fuente: (Moreiros y col, 2013)

3.1.8. Zonas de producción:

La producción nacional de espárragos está centralizada en la costa, siendo La Libertad el departamento con mayores rendimientos y producción. El rendimiento promedio nacional es el más alto a nivel mundial. En La Libertad, durante los meses de enero a abril existe una alta productividad pero con una baja calidad del cultivo, incrementándose el porcentaje de descarte, mientras que de mayo a setiembre la calidad

es mayor pero existe una menor productividad. Los mejores meses para cosechar son de octubre a diciembre.

DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN (TN)	SUPERFICIE (HAS)	RENDIMIENTO (TN/HAS)
Ancash	7,444	1,241	6.00
Ica	112,513	9,376	12.00
La Libertad	147,585	10,542	14.00
Lima	15,931	1,884	8.46
TOTAL	283,473	23,043	12.22

Fuente: MINAG – TECHNOSERVE – MINAG

Elaboración: AGROBANCO

3.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE HARINA

El término de harinas procesadas fue creado en 1964 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), cuando se reconoció la necesidad de buscar una solución para los países que no producen trigo.

En 1975, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) propuso extender el concepto de harinas compuestas para cubrir también otro tipo de harinas que no fuera necesariamente sólo a base de cereales o usada únicamente para la preparación de productos de panadería, como es el caso de las harinas compuestas, desarrolladas para la preparación de alimentos de alto valor nutritivo a base de harinas de cereales, leguminosas, tubérculos, oleaginosas y otras. Este tipo de harina compuesta puede ser usado como sopa de diferentes tipos y sabores, o puede combinarse con otros alimentos en la preparación de sopas de alto valor nutritivo.

La panificación y el desarrollo de estos alimentos como debe tomar en cuenta consideraciones, de orden tecnológico-nutricional, cultural, social y económico.

3.3. SOPAS EN POLVO

3.3.1. Preparación de sopas deshidratadas:

Estas son producidas comercialmente, particularmente en países europeos. Estas sopas en polvo pueden, como no pueden contener carne en su composición.

Una fórmula satisfactoria como sigue:

Ingrediente	Partes	Porcentaje
Carne (tiras delgadas)	320	18.80
Grasa	65	13.95
Papa	650	39.50
Zanahoria	350	21.20
Col	192	10.60
Harina de Avena	43	2.70
Extracto de fermento de levadura	13	0.79
Sal	17	1.03
Pimienta	½	0.003

(Cruess, 1958)

La carne es cortada en pedazos de mediano tamaño y cocinada con el fin de intensificar el sabor. Los vegetales son cortados en tajadas: la carne y los vegetales son cocidas en una pequeña cantidad de agua para dar una sopa gruesa. La mezcla se introduce a un ciclón para dar el puré. El puré es deshidratado a menos de 8% de humedad en un deshidratador de tambor por vapor.

El producto seco que se encuentra en forma de láminas puede ser molido y tamizado para convertirlo en sopa en polvo.

La cantidad final de contenido de grasa no debe ser mayor del 8%. El producto final debe ser envasado al vacío o en gas inerte, lo que lo mantendría en buenas condiciones por un año por lo menos a temperatura de ambiente.

En experimentos hechos en laboratorios de tecnología de Alimentos en la Universidad de California en 1955, el procedimiento

preferido para hacer sopa en polvo a partir de frejoles fue el siguiente:

Los frejoles secos fueron bien cocinados en 3 ½ partes de agua por 1 de frejoles en peso. Luego fueron tamizados, se les seco hasta una baja cantidad de humedad en una superficie lisa metálica calentada por una camiseta de vapor a una temperatura de 200°F, se muele en un molino pequeño y se tamiza en una malla N°70.

A este polvo se le añadió 40gr de sal 3 gr de hierba olorosa, 3 gr de apio deshidratado, ajo en polvo, 5gr de glutamato monosódico 5gr de perejil seco, todo por cada 500gr de frejol en polvo.

Para preparar sopa a partir de esto se añade 10 partes en peso de agua o leche y calentarlo hasta hervir (lentamente) durante pocos minutos. La sopa se reconstituirá rápidamente.

3.3.2. Ingredientes

Muchos de los componentes usados en las sopas combinadas deshidratadas, pueden ser adquiridos por los canales ordinarios de distribución. Tales como sales, sucrosa, dextrosa, almidón de papa, grasa vegetal hidrogenada, especies molidas o en polvo, pigmentos permitidos, para dar color, ácido cítrico y tartárico, caramelos, glutamato monosodico, extracto de carne de vacuno; los cuales pueden ser comprados sin mayores especificaciones, excepto por el contenido de humedad y que sean de buena calidad.

Por otro lado, hay una cierta cantidad de ingredientes que requieren de especificaciones exactas y cuidadoso examen para que el productor tenga la máxima seguridad de sacar un producto de primera calidad. Para la deshidratación de vegetales es recomendable:

- Estipular la naturaleza y calidad de la materia prima a usar en el proceso.
- Especificar el tamaño y tipo de corte.

- El uso de bisulfito donde fue necesario, incluyendo el residuo de éste después de la deshidratación.
- Límites bacteriales por tipo y número.
- Límites de contenido de humedad
- Color y sabor Standard.
- Empacado.
- El uso de antioxidantes, si fueron usados.
- Tiempo de rehidratación.

El contenido de humedad deseado para los ingredientes mayores necesita ser seleccionado con mucho cuidado por la importancia del nivel de humedad y la estabilidad en el almacenaje. El problema es complicado cuando productos de diferente contenido de humedad son mezclados y empacados juntos, como sucede en las sopas combinadas; entonces ocurre un intercambio de contenido de humedad entre los componentes hasta que la presión de vapor de todos esté en equilibrio. Si la temperatura de la mezcla varía, los componentes ya no estarían en equilibrio, debido a las isotermas de adsorción que difieren en forma, en cada una, de allí que se llevaría a cabo una nueva redistribución de humedad. Algunos de los componentes pueden estar estables solo a muy bajo contenido de humedad, mientras otros como zanahorias están estables a medianos contenidos de humedad como 5 – 7 %, siendo la mayor el óptimo nivel y el menor, la temperatura media de almacenamiento.

Fideos

Ya que los fideos es uno de los constituyentes mayores de las sopas combinadas deshidratadas se ha considerado en forma aparte.

Una gran variedad de tipos y formas de fideos se han basado en sopas combinadas.

Usualmente los fideos contienen 10 a 12% de humedad, que es más o menos el contenido de humedad de equilibrio de la harina de trigo. Tan alto contenido de humedad acortaría el tiempo de aceptabilidad de las sopas combinadas deshidratadas., pero ejerciendo un buen control se puede disminuir el contenido de humedad hasta 8 – 9% lo que alargaría la vida de almacenaje del producto, ya que los fideos actuarían como desecadoras para otros componentes, disminuyendo la posibilidad de deterioro debido a mayores contenidos de humedad.

Azúcares

Son bastante usados en las sopas combinadas deshidratadas, sucrosa, dextrosa anhidra, jarabe de maíz solido de bajo contenido de dextrosa son los azucares más comúnmente usados.

En todos los casos el azúcar debe ser finamente molida y en el caso de solidos de jarabe de maíz, el contenido de humedad debe ser debajo de 3%.

Esta adición de azucares le da volumen mas no un extremo o exagerado dulzor y se cree que contribuye a darle una pequeña viscosidad a la sopa una vez reconstituida.

Sal

Es otro de los ingredientes mayores en este tipo de sopas. El contenido de fierro debe ser menor a 5ppm y de cobre de menos de 1ppm para minimizar cambios oxidativos de los componentes grasos de las sopas combinadas.

La fineza del grano de sal puede ser un importante factor en la plasticidad de mezclas de ingredientes secos con grasa que son

frecuentemente combinados en una pasta. Se requiere experimentación para determinar la fineza del grano deseado.

Grasa

Entre las grasas usadas en la formulación de sopas combinadas deshidratadas: la grasa de pollo cumple un importante rol. Para este ingrediente, es obligatorio tomar estrictas especificaciones.

Es deseable que solo grasa de hoja derretida sea usada y que la fusión de la grasa se lleve a cabo en equipos de acero inoxidable y a temperaturas que no excedan de 220 – 230 °F.

Los valores de peróxido no deben ser mayores de dos y el porcentaje de ácidos grasos libres sea menor del 1%, mientras que el contenido de humedad no debe ser mayor de 0.25%.

Probablemente los aceites vegetales endurecidos son más comúnmente usados debido a la flexibilidad en las propiedades físicas que ofrecen.

Cuando se presentan cambios oxidativos en las grasas, que producen reducción de materiales en la vida media de las sopas combinadas deshidratadas, es posible añadirle antioxidantes en las grasas antes de usarlos. Standard federales permiten el uso de galletas, Butylated Hydroxyanisole (B.H.A) o Butylated hidroxytoluene (B.H.A). La concentración permitida es de 0.02% en base al peso de la grasa.

El uso de grasas en las sopas combinadas deshidratadas contribuye en forma deseable a las cualidades comestibles de la sopa. Esto incluye mejoramiento de gusto, rico sabor y agradable sensación en la boca.

Condimentos de sabor o materiales saborizantes

Entre los condimentos para dar gusto, usados en este tipo de sopas combinadas, los más usados son el glutamato monosódico y proteínas hidrolizadas tanto animales como vegetales o mezcladas.

El glutamato monosódico acentúa ciertos sabores, aunque hay diferencia de opiniones si, esta sal de ácido glutámico tiene sabor y gusto por si solo o sirve para ocultar y hacer sobresalir sabores de otro elementos.

El efecto general es agradable, aunque algo salado, sin embargo agradable.

Un catador experto decía que tenía un sabor reminiscente a pollo. Lo que si no hay duda es que este ingrediente mejora el sabor de casi cualquier sopa.

Extracto de carne de vacuno es una proteína natural que hace una excelente base para sopas combinadas del tipo que contienen carne dando un sabor y gusto adecuado.

Muchos productores reemplazan el extracto de carne de vacuno debido a su alto costo con una u otra proteína hidrolizada. Este grupo de sabores es como resultado de la hidrolisis acida de un amplio rango de proteínas animales o vegetales. El producto final puede ser obtenido en forma líquida, pasta o en polvo; pero para ser usada en sopas combinadas debe ser secada antes de ser mezclado.

Consistencia

El cuerpo y viscosidad son factores importantes en la aceptabilidad de estas sopas. Por esta razón es que el almidón y las harinas cumplen un rol importante en la formulación de este tipo de sopas.

Entre las que más se usan son almidón de maíz, almidón de trigo y almidón de papa; y entre las harinas las de trigo y de la papa: siendo el almidón de maíz probablemente el más importante.

Su gran uso es lo que ha traído como consecuencia una gran cantidad de investigación en las modificaciones que pueden afectar su viscosidad y solubilidad tanto en soluciones calientes como en frías.

Siendo importante que el consumidor no se dé cuenta de un sabor a almidón en la sopa, es por lo que se prefiere almidón de harina de papa aunque su espesor es un poco reducido.

En orden de mantener el deseado valor de humedad final en las sopas, es recomendable volver a secar el almidón y la harina, hasta un porcentaje de humedad máximo de 6–7 %. Hay que tener mucho cuidado con este resecado, ya que abajo porcentaje de humedad el almidón y las harinas tienden dar gusto o sabor rancio, de allí que esta operación debe hacerse un poco antes de la preparación de la sopa.

Carne y aves

Ingredientes de carne de vacuno y pollos se usan en gran cantidad en sopas combinadas deshidratadas. Estos productos pueden ser usados en diferentes formas como cubos, pedazos picados o en polvo. Para obtener los cubos, que tengan buenas características para ser alimentados, que sean fácilmente rehidratables y que sean suaves al mascarlos es esencial usar el método de liofilización para deshidratarlos.

Hay que proceder a una cuidadosa extracción de la grasa antes del secado, ya que se puede desarrollar una rancidez oxidativa en la carne de vacuno o pollo que ha sido liofilizada hasta porcentaje de humedad de 2% y puestos en contacto con el medio ambiente.

El contenido de humedad de los extractos de carne los hace indeseables para incorporarlos en las sopas cuando se obtienen. La

dificultad que representa trabajar con extractos de carne a temperaturas normales nos induce a ponerlos en recipientes, que son calentados en cabinas de vapor por varias horas antes de abrir los recipientes que los contienen. Después del calentamiento el producto fluirá fácilmente de la lata. Se le agrega agua con desecadores auxiliares, de allí la mezcla es secada en secadores de tambor, el polvo seco retiene la mayoría del sabor del extracto original.

Vegetales

Las sopas combinadas deshidratadas hacen uso de una gran cantidad de vegetales. En los estados unidos los más usados son cebollas, apio, zanahorias, papas, tomates, col, pimientos, frejol verde, etc.

Estos vegetales deshidratados se encuentran en varias formas: cubos, tajadas delgadas, tiras y polvo de diferente grano de finura. La selección de la forma va a depender del fabricante. En general es deseable que el porcentaje de humedad no sea mayor del 5% y el tiempo requerido para la deshidratación va a variar con el grosor de los pedazos.

Los standares para contenidos bacteriológicos no deben ser mayor de 10,000 por gramo de materia seca.

Para la mayoría de los vegetales la deshidratación por aire caliente a presión atmosférica da como resultados un aceptable producto deshidratado. Para ciertas especies que no son muy comúnmente usadas en los Estados unidos, como el esparrago y coliflor, el deshidratado por congelación usando vacío es recomendable para obtener la calidad requerida.

Otros ingredientes

Una gran cantidad de hierbas y especias han sido usadas en sopas deshidratadas. Su selección y cantidad es materia personal del productor.

Los productos lácteos se usan también en este tipo de sopa, particularmente en forma de cremas. Los sólidos de leche sin grasa son usados para darle características cremosa y buen sabor en las sopas. Leche en polvo conteniendo grasa no son deseables por la dificultad de preservación contra la rancidez. Lactosa también se usa aunque en menor escala.

Otro tipo de ingredientes, como el huevo deshidratado, colorantes ácidos como el tartárico, ascórbico, sales de sodio, bicarbonato, pirofosfato, bisulfato se usan para propósitos específicos. (Copley and Van Ardesel, 1964).

3.4. MATERIALES Y METODOS

3.4.1. Materia Primas

3.4.1.1. Desecho de espárragos

La fuente principal de materia prima a utilizarse en la deshidratación para la obtención de espárrago deshidratado es el desecho resultante de las dos siguientes fuentes:

- Los desechos del proceso de enlatado de espárragos.
- Espárrago de cuarta categoría.

El desecho está formado por puntas, tallos, espárragos doblados, de mal aspecto, etc. Este desperdicio llega en algunos casos al 8 – 10% en peso de lo procesado diariamente; esto varía de acuerdo a

la política de la empresa, ya que en algunas plantas se enlatan las puntas y los tallos y en otras no.

Existe también gran cantidad de piel, obtenida del pelado, esta piel no es utilizada debido a la gran cantidad de fibra que posee y a la cantidad de taninos que presenta, lo que hace del producto inaceptable para el deshidratado.

Esparrago de cuarta categoría, este tipo es clasificado de acuerdo a su diámetro (menos de 10mm) y aspecto.

Existen fabricas que adquieren este tipo de esparrago del agricultor a precio bajo, para ser enlatados, aunque en poca cantidad. Algunos agricultores utilizan este tipo de esparrago para alimentación de porcinos.

El porcentaje de espárragos de cuarta categoría varía de acuerdo a diferentes factores: manejo, edad del cultivo, etc.

3.4.2. Métodos de control a tener en cuenta

3.4.2.1. Contenido de humedad

El método más generalizado para esta determinación se basa en la pérdida de peso que sufre una muestra por calentamiento en una estufa a 110 °C por un tiempo determinado, hasta obtener peso constante.

El contenido de humedad se puede expresar en porcentaje en base húmeda o en base seca. Por diferencia de peso llevado a porcentaje, se obtiene el porcentaje en base húmeda, y la determinación de materia seca se hace por diferencia de peso inicial de la muestra (100%) y el porcentaje de humedad hallado. (Manual de prácticas del curso de nutrición, 2008)

3.4.2.2. Cenizas

Se efectúa poniendo una muestra (3gr) en una mufla hasta su incineración a 700°C, durante el tiempo necesario para obtener cenizas libres de carbón. (Winton y Winton, 1958)

3.4.2.3. Fibra

La fibra cruda se determinará eliminando los carbohidratos solubles por hidrolisis a compuestos más simples (azúcares) mediante la acción de los ácidos y álcalis débiles en calientes así como de las cenizas (por diferencia de peso después de la ignición de la materia fibrosa obtenida).

La determinación de fibra se expresa en porcentaje en base seca. (Manual de prácticas del curso de nutrición, 208).

3.4.2.4. Grasa

Para la determinación de este compuesto se usa el método de Soxhlet, que consiste en la acción de un solvente (hexano) que extrae la grasa de la muestra y la deposita en un matraz previamente tarado (pesado) y por diferencia de peso se obtiene la cantidad de grasa de la muestra.

Los resultados se expresan en porcentaje de grasa en base seca. (Manual de prácticas del curso de nutrición, 2008)

3.4.2.5. Hidratos de carbono

Para obtener el porcentaje de hidratos de carbono, se aplica la formula dada por Collazos (1957), en la cual se sustrae de 100 la suma de los porcentajes de agua, proteínas grasas y cenizas.

3.4.2.6. Proteínas

Para conocer la cantidad de Nitrógeno total y proteína total de una muestra alimenticia se aplica el método Semimicro Kjeldahl. Este método consiste en la destrucción de la materia orgánica, ya sea de un concentrado, forraje o cualquier compuesto nitrogenado por acción del ácido sulfúrico en caliente, obteniendo como resultado sulfato de amonio, el cual después es destilado a amoniaco. Los resultados son expresados en % de Nitrógeno y para obtener la cantidad de proteínas bruta se multiplica por el factor 6.25 (Manual de prácticas del curso de nutrición, 2008).

$$\% \text{ Nitrógeno} \times 6.25 = \% \text{ proteínas}$$

3.4.2.7. Determinación del grado de blanqueo

Con el fin de comprobar la eficiencia de la temperatura y tiempo de blanqueado para la total inactivación de enzimas se hace la prueba de catalasa. Este método se basa en la propiedad de la catalasa de descomponer el agua oxigenada en oxígeno y agua.

3.4.2.8. Isotermas de Adsorción

La isoterma de adsorción se prepara usando el método dado a conocer por Stitt(1958) y que consiste en colocar la muestra en desecadores a diferentes humedades relativas donde ganara o perderá agua hasta el momento en que su humedad relativa se equilibre con la del ambiente.

3.4.2.9. Capacidad de rehidratación

La capacidad de rehidratación de un sólido se determina colocando una muestra en un ambiente de alta humedad como lo es el aire de un desecador que contiene agua (100%H.R)

Para esta prueba se efectúa a temperatura constante de 18 °C. Se colocando 2 gr de polvo en una pesa de filtro previamente tarado y se deposita en un desecador, realizando pesadas en intervalos regulares de tiempo.

Esto se realiza con la finalidad de obtener una curva cuya pendiente es la velocidad de rehidratación, lo cual indicara el comportamiento de rehidratación del polvo.

3.4.2.10. Evaluación Organoléptica

La evaluación organoléptica se realiza en forma personal.

3.4.3. Equipo recomendado a ser utilizado

3.4.3.1. Secador de Aire Caliente

Es un secador, de túnel con flujo de aire caliente, en este equipo ya se han realizado pruebas el cual se encuentra en la UNALM y el cual tiene las siguientes características:

- Velocidad de aire variable: Las diferentes velocidades son dadas según la posición de la faja que une el tronco de polea del motor al ventilador.
- Control de la temperatura: El aire es calentado por unas resistencias colocadas en el túnel. Estas trabajan en forma independiente siendo de esta manera posible la regulación de temperatura.
- Posibilidad de variar la humedad del aire con dispositivos que recuperen el aire saturado.

Funcionamiento

La corriente de aire impulsada por el ventilador pasa a través de las resistencias calentándose. Este aire llega a la cámara de secado distribuyendo, de abajo hacia arriba en forma uniforme a todas las bandejas; para seguir de esta forma la recirculación o ser renovado mediante abertura de renovación de aire.

La temperatura de la cámara es controlada por medio de un termómetro instalado en ella, las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo se obtienen en

termómetros que se encuentran después de la cámara de secado.

3.4.4. Descripción del proceso a seguir en la preparación del Esparrago deshidratado.

3.4.4.1. Cosecha y transporte.

Una vez cosechado el esparrago su traslado debe de ser inmediato y tratar de evitar la luz solar.

3.4.4.2. Lavado

Se aplica el lavado con agua fría para sacar la tierra y paja que se encuentra pegada al espárrago. Una vez realizado este primer lavado fue necesario un segundo lavado en agua a 40°C por unos tres minutos para liberar totalmente al producto de la suciedad.

3.4.4.3. Pelado

El pelado se realiza con cuchillo y con gran cuidado, esto se realiza de tal manera de extraer la piel.

3.4.4.4. Cortado

Gandules exporta esparrago en conserva aprovechando solo el 30% y el resto es desechado por lo que en esta operación será donde aprovechemos este descarte. En esta etapa del proceso se terminara de cortar en trozos de 3 centímetros de largo del 70% que se genera como descarte.

3.4.4.5. Blanqueado

Se procederá a sumergir los trozos de 3 centímetros previamente cortados en agua caliente a 100°C x 4 min según UNALM(1995), a estas condiciones se obtendrá un polvo de buen sabor y no muy amargo.

3.4.4.6. Sulfitado

En esta operación se sumergirá el producto en agua fría con bisulfito por un tiempo determinado(opcional).

3.4.4.7. Deshidratación

Como se mencionó anteriormente se trabajaría con un secador de túnel que tiene las siguientes características.

- Temperatura: 60°C
- Altura de cama: diámetro del esparrago (5 – 7mm)
- Carga por bandeja: 2.48kg/m²
- Velocidad de aire 3m/seg

Se tomó en cuenta esta temperatura en base a bibliografía (Bergeret,1968; Von Loesecke, 1943), con este secador el porcentaje de humedad del 5% de esparrago deshidratado (UNALM, 1995)

3.4.4.8. Molienda y tamizado

La molienda se llevara a cabo usando un molino de martillo. Para la determinación del tamaño de partícula según trabajos en la UNALM se hizo un tamizado con el producto que actualmente se utiliza en la industria y se determinó usar la malla #100 ya que ésta prueba indica que como minimo un 70% de polvo debe pasar la malla.

3.4.4.9. Envasado

Se recomienda utilizar bolsas de polietileno laminado, Rilthene. El Rilthene, conocido con este nombre comercialmente, es un producto importado hecho a base de polietileno laminado con Rilsan. El Rilsan es un producto el cual entre sus diferentes propiedades tiene la de ser 100% impermeable. Este producto sumergido en agua por 320 horas absorbe 1.2% de agua.

3.5. SECADO

3.5.1. Generalidades

El secado por aire caliente es un proceso cuya transferencia de calor es por convección, en este tipo de secado el material es colocado sobre bandejas, canastillas, silos o contenedores, túneles, dependiendo del método y se insufla aire caliente a través de la masa hasta lograr el secado (Barboza – Canovas, 2000).

En el secado por aire caliente, el aire aporta el calor sensible y el calor latente de vaporización del agua y actúa también como gas portador, para eliminar el vapor de agua que se forma en la vecindad de la superficie de evaporación (Fellows, 1994).

El secado de alimento por aire caliente envuelve vaporización del agua contenida dentro del alimento y remoción del vapor a través de la corriente de aire. Además, el fenómeno de secado comprende simultáneamente un mecanismo de transferencia de masa y de calor, donde el calor es transportado hasta el alimento por convección, conducción e irradiación del medio externo y masa de agua transportada por difusión y convección (Barboza – Canovas, 2000).

La temperatura de pre tratamiento y la intensidad con la que se aplica (por ejemplo: reducción de tamaño, pelado, escaldado), afecta la textura de las frutas y verduras deshidratadas (Fellows, 1994).

La temperatura y velocidad de deshidratación ejerce un efecto determinante sobre la textura de los alimentos. Por lo general, las velocidades de deshidratación rápida y las temperaturas más elevadas provocan mayores cambios, que velocidades de deshidratación lenta y temperaturas más bajas (Fellows, 1994).

En alimentos pulverizados, su textura está relacionada con la densidad y la facilidad con la que se deshidratan. Estas características se hallan determinadas por la composición del alimento, el sistema de deshidratación empleado y el tamaño de partícula del producto en cuestión. Los alimentos magros resultan más fáciles de transformar en polvos deshidratados de gran fluidez (Fellows, 1994).

La contracción es el fenómeno que se produce en el secado, existiendo efectos de fuerzas externas como internas, si el producto puede contraerse bajo la influencia de condiciones exteriores ejercidas de forma regular por todos los lados a la vez nos encontramos frente a una contracción libre, es decir el cuerpo se reduce proporcionalmente a la cantidad de agua evaporada y la disminución de volumen sufrida por el cuerpo es igual al volumen de agua evaporada o de lo contrario se producen fisuras en todas las direcciones cambiando la forma de la materia (Fellows, 1994).

Con respecto al secado, Fellows (1994) afirma que si las velocidades iniciales de secado son altas las capas externas de las piezas se tornan rígidas y su volumen final se fija antes y los tejidos se rompen internamente, generándose una estructura abierta y el producto tiene poca densidad a granel y es fácil rehidratable y si las velocidades de secado iniciales son bajas el producto rinde mayor densidad. La retracción de las piezas depende de las condiciones de secado, por el fenómeno de difusión de soluto, gradiente de concentración y gradiente de presión.

3.5.2. Mecanismo de Secado

Cuando el aire caliente entra en contacto con un alimento húmedo su superficie se calienta y el calor transmitido se utiliza como calor latente de vaporización con lo que el agua que contiene pasa al estado de vapor. El vapor de agua que atraviesa por difusión de capa de aire en contacto con el alimento, es arrastrado por el aire en movimiento, generándose sobre aquel una zona de baja presión y creándose entre el aire y el alimento un gradiente de presión de vapor. Este gradiente proporciona la fuerza impulsora que permite eliminar el agua. El agua escapa de la superficie del alimento por los siguientes mecanismos (Fellows, 1994).

Por capilaridad.

Por difusión, provocada por las diferencias en la concentración de solutos entre las distintas partes del alimento.

Por difusión del agua, absorbida en diversas capas sobre la superficie de los componentes sólidos del alimento.

Por difusión gaseosa, provocada por el gradiente de presión de vapor existente en el interior del alimento.

El secado tiene su representación gráfica conocida como la curva de secado, la cual se obtiene gráficamente el contenido de humedad del producto durante el proceso de secado en el que la muestra húmeda es expuesta a una corriente de aire caliente. La temperatura, velocidad y dirección del flujo de aire se mantiene constante. La curva de secado también puede representarse como una curva de velocidad de secado contra la humedad. En este tipo de curva se pueden definir bien los tres periodos en los que se divide el proceso de secado (Arteaga et al., 1994)

- a) Periodo de calentamiento (no se toma en cuenta para el análisis del proceso ya que es muy corto el tiempo y es donde ocurre únicamente el calentamiento del material).
- b) Periodo de secado a velocidad constante.
- c) Velocidad decreciente.

Durante el periodo de velocidad constante, el cual no se presenta en todos los productos, está basado principalmente en la evaporación de agua del alimento. El agua se encuentra disponible para ser evaporada fácilmente por lo que en este periodo los factores que influyen son la temperatura, la humedad relativa, la humedad inicial del producto la superficie del producto a secar y el flujo de aire. En este periodo la velocidad de secado es alta y el contenido de agua en las moléculas se considera constante ya que la velocidad a la cual las moléculas de agua llegan a la superficie desde el interior del alimento, es mayor o igual que la velocidad a la cual se evapora desde la superficie hacia el aire de secado. Todo el calor suministrado es utilizado para evaporar el agua por lo que la temperatura también se mantiene constante (Fellows, 1994).

Si la velocidad del aire es demasiado baja. El vapor que abandona la superficie del alimento aumenta la humedad relativa del aire circundante, reduciendo el gradiente de presión de vapor y dificultando la deshidratación. De forma semejante, si la temperatura del aire circundante disminuye o su humedad relativa aumenta, se reduce el gradiente de presión de vapor y dificulta la deshidratación, haciéndose más lenta (Fellows, 1994).

El periodo de velocidad decreciente empieza en el momento que el agua superficial ha sido en su mayoría removida y el agua interna tiene que difundir del interior del alimento a la superficie volviéndose este periodo más lento. Este periodo es importante tomar en cuenta la resistencia interna del alimento a la transferencia de masa. Esta etapa puede ser de uno o más periodos, dependiendo del alimento y es la etapa más

importante durante el proceso de secado. En esta etapa es donde se presenta una resistencia interna del alimento por lo que es importante la estructura interna del material a secar. El punto donde comienza esta etapa se conoce como humedad crítica (Fellows, 1994).

3.5.3. Modelización de las curvas de secado. Ecuaciones para la transferencia de materia

Tal como se ha mencionado previamente, es importante disponer de modelos apropiados que permitan simular las curvas de secado bajo diferentes condiciones. La cinética de secado de los materiales en general puede ser descrita considerando las propiedades de transporte del medio de secado y del material en sí, tales como la conductividad y difusividad térmica, la difusividad de agua y los coeficientes superficiales de calor y masa (Sokhansanj et al., 1984; Vagenas y Karathanos, 1993; Karathanos y Belessiotis, 1999). Sin embargo, en ocasiones, sobre todo en el caso de los alimentos, las ecuaciones diferenciales fundamentadas en los fenómenos de transporte de materia y calor involucrados en un proceso de secado resultan ser matemáticamente complejas de solucionar. Por tanto, en la mayoría de las ocasiones se hace necesario recurrir a la simulación computacional y aun así los tiempos de trabajo son largos (Maroulis et al., 1995; Karathanos y Belessiotis, 1999; Simal et al., 2005). Además, resulta complicado determinar experimentalmente algunos de los parámetros involucrados en dichas ecuaciones. Normalmente, se buscan simplificaciones que reduzcan el número de incógnitas en el sistema y que faciliten el uso de estas ecuaciones. Tal es el caso de las soluciones propuestas a la segunda ley de Fick para la transferencia de materia, que permiten calcular la difusividad eficaz del agua en función de la geometría del producto (Crank, 1975).

La integración de la ecuación diferencial de Fick asume unas determinadas hipótesis de partida, en concreto que la humedad inicial del producto es homogénea y constante a lo largo de todo su espesor, que el alimento es isotrópico y que la difusividad es constante a lo largo del proceso. Cada simplificación supone una modificación de la realidad en lo que se refiere a los fenómenos que tienen lugar durante el secado de alimentos; así, no se tienen en cuenta los cambios en la estructura celular y en el volumen (encogimiento) que sufre el producto a medida que se deshidrata.

La complejidad del uso de las ecuaciones diferenciales que consideran las propiedades de transporte del alimento y del medio de secado (tal como una corriente de aire caliente), hace que diversos autores hayan empleado modelos (empíricos o semi-empíricos) relativamente sencillos que permitan reproducir las curvas de secado experimentales, lo que siempre es importante si se pretende mejorar el control de la operación de secado (Doymaz y Pala, 2003; Simal et al., 2005). Las ecuaciones propuestas por estos modelos no consideran normalmente los fundamentos del proceso de secado y suelen incluir parámetros sin sentido físico, por lo que no ofrecen una visión precisa de los fenómenos que tienen lugar, aunque pueden describir las curvas de secado obtenidas bajo ciertas condiciones de secado con bastante rigurosidad. Uno de los modelos más simples es el conocido como modelo exponencial (Kajuna et al, 2001; Simal et al., 2005).

Este modelo asume que la resistencia interna al movimiento de agua es despreciable y que se localiza en la superficie del producto. Usualmente, este modelo no permite una simulación precisa de las curvas de secado de muchos alimentos, ya que subestima el comienzo de la curva de secado y sobreestima las etapas posteriores (Simal et al., 2005).

3.5.4. Factores que afectan al secado por aire caliente

3.5.4.1. Factores Internos

Los factores internos que afectan el secado por aire caliente son aquellos que dependen de mecanismos físicos de migración de agua, conocidos como difusión molecular y flujo capilar. Además predominan fuerzas de superficie en poros y capilares, resultantes de la composición química estructural del material a secar y que definen al producto como higroscópico o no higroscópico (Fellows, 1994).

3.5.4.2. Factores Externos

3.5.4.1. Tamaño, forma y arreglo del material a secar

Diferencias pequeñas en el grosor del alimento a secar puede causar cambios significativos en el tiempo de secado. La diferencia es evidente en todas las etapas de secado, pero es mucho más acentuado en el rango de bajas humedades que al comienzo. En cuanto al área superficial es evidente en todas las etapas de secado, pero es mucho más acentuado en el rango de bajas humedades que al comienzo. En cuanto al área superficial, numerosos trabajos han demostrado que exponiendo una mayor área del alimento al contacto del aire caliente, el proceso de secado se multiplica (Fellows, 1994).

3.5.4.2. Temperatura del aire

A mayores temperaturas, menores tiempos de secado. Puede ocurrir que en los primeros momentos del secado, es decir en los rangos de humedades altas, no se evidencie claramente estas diferencias, sin embargo en los rangos de bajas humedades, estas diferencias, sin embargo en los rangos de bajas humedades, altas diferencias se acentúan (Fellows, 1994).

Por otro lado, humedades, muy altas de secado pueden causar daños físicos y químicos al producto, severos o leves, dependiendo de la naturaleza y composición del material biológico, lo cual es indeseable (Fellows, 1994).

Si el secado ocurre a temperaturas relativamente altas puede presentarse en forma simultánea un endurecimiento superficial a la formación de una capa de células muy unidas entre sí, que produce una barrera a la migración de humedad (Arteaga, *et al.*, 1994).

3.5.4.3. Velocidad del aire

Durante las primeras etapas de secado, la velocidad del aire desempeña un papel muy importante, sobre todo cuando el material contiene un alto contenido de humedad. A mayores velocidades de aire mayores velocidades de secado y viceversa. Por otro lado, un incremento en la velocidad del aire secante que pasara a través de las capas a deshidratarse. Por tal razón para asegurar un secado rápido y uniforme es indispensable una circulación del aire fuerte y regular (Arteaga, *et al.*, 1994).

3.5.4.4. Depresión del Bulbo Húmedo

El factor más importante correlacionado con velocidad de secado es la depresión del bulbo húmedo del flujo de aire que pasa a través del producto, es decir, la diferencia entre la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo del aire (Arteaga, *et al.*, 1994).

3.5.5. Ventajas y desventajas del secado convectivo

El oscurecimiento o daño por calor es considerado como un defecto de calidad y es uno de los factores más importantes para tener en cuenta y está relacionado con la temperatura de secado. El oscurecimiento es resultado de diferentes reacciones químicas. Dos de los factores que influyen en el oscurecimiento es la combinación de temperatura, tiempo y la cantidad de humedad que hay en el producto (Martínez, 2000).

Las temperaturas elevadas, provocan la formación de una capa superficial dura e impermeable, este fenómeno que se denomina acortezamiento, reduce la velocidad de deshidratación y da lugar a un alimento que es seco en su superficie y húmedo en su interior (Fellows, 1994).

Durante el secado existe migración de los constituyentes solubles. Conforme se realiza el proceso de secado el movimiento de agua con componentes como azúcares se lleva a cabo del centro de la superficie del tubérculo, dependiendo de la permeabilidad de las membranas del producto, el agua se evapora y los compuestos quedan en la superficie, tienen un movimiento hacia el centro. Ambos movimientos son simultáneos al movimiento de llevarse a cabo el proceso de secado. Al evaporarse el agua también existe una pérdida de los compuestos volátiles principalmente el sabor y el aroma (Martínez, 2000).

El calor no solo provoca el paso del agua a vapor durante la deshidratación, sino también la pérdida de algunos componentes volátiles del alimento. La intensidad con lo que esta pérdida se produce depende de la temperatura y de la concentración de sólidos en el alimento, así como de la presión de vapor de las sustancias volátiles de difusividad y volatilidad relativamente elevada son las que antes se pierden y son pocos los componentes en fases posteriores. Un adecuado control de las condiciones de deshidratación en las primeras fases del proceso, permite reducir al mínimo estas pérdidas (Fellows, 1994).

Durante el secado con aire caliente existen además factores físicos como la pérdida de densidad, la alteración de forma, tamaño y porosidad, cristalización, cambio en solubilidad, rehidratación disminuida; químicos como la pérdida de actividad química y la descomposición de algunos constituyentes químicos y bioquímicos como la degradación de estructuras celulares y biomoléculas, oxidación de lípidos y desnaturalización de proteínas (Fellows, 1994).

La deshidratación cambia las características del alimento y por tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos experimentados por los pigmentos derivados, el caroteno y la clorofila, están producidas por el calor y la oxidación que tiene lugar durante la deshidratación. Por lo general, cuanto más largo es el proceso de deshidratación y más elevada la temperatura, mayores son las pérdidas en estos pigmentos (Fellows, 1994).

3.5.6. La calidad en los alimentos deshidratados

La calidad, en términos generales, es un concepto abstracto, de difícil definición, donde el consumidor se constituye en el principal elemento para su evaluación. Para el consumidor, algunos de los atributos fundamentales de la calidad de cualquier alimento son la

ausencia de defectos, la textura, el aroma, el valor nutritivo, el aspecto, que incluye tamaño, color y forma (Jarén, 2005).

Al deshidratar los alimentos, se producen cambios físicos y químicos que influyen en la calidad final, por lo que la producción de cualquier alimento deshidratado no sólo pasa por optimizar la operación en sí, en términos de volumen de producción o coste, sinoque además es requisito fundamental ofrecer productos que satisfagan las necesidades y requerimientos del consumidor. El interés por mejorar la calidad de este tipo de productos, especialmente de frutas y vegetales secos, nos conduce a diseñar procesos que tiendan no sólo a mejorar la estabilidad durante el almacenamiento, sino también a procurar conservar sus propiedades sensoriales lo más parecidas a las del alimento fresco.

En este trabajo, se dará una mayor consideración a ciertos atributos de interés como el color, la textura, el volumen y la capacidad de rehidratación, los cuales pueden ser discriminantes a la hora de definir las condiciones de secado y por consiguiente la calidad del producto.

3.5.6.1. Importancia del color en los alimentos

El color es una característica de gran importancia en nuestra valoración física y de la calidad de los alimentos. Desde el momento en que la conservación y elaboración de los alimentos comenzó a desplazarse desde los hogares a las fábricas, existió el deseo de mantener el color de los alimentos procesados y conservados lo más parecido al de la materia prima de origen.

En el caso de las frutas y vegetales el color depende de la presencia de cuatro tipos fundamentales de pigmentos, carotenoides, antocianinas, clorofilas y compuestos

fenólicos, los cuales pueden cambiar durante el procesado y almacenamiento.

Por otra parte, en ciertos alimentos la aparición de coloraciones marrones frecuentemente indeseadas, se asocia a reacciones de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard, propiciada por las altas temperaturas), pardeamiento de tipo enzimático y el producido por la caramelización de los azúcares, en la superficie del alimento. Todo esto puede afectar en forma negativa a la presentación y al sabor de los productos (Guerrero y Nuñez, 1991).

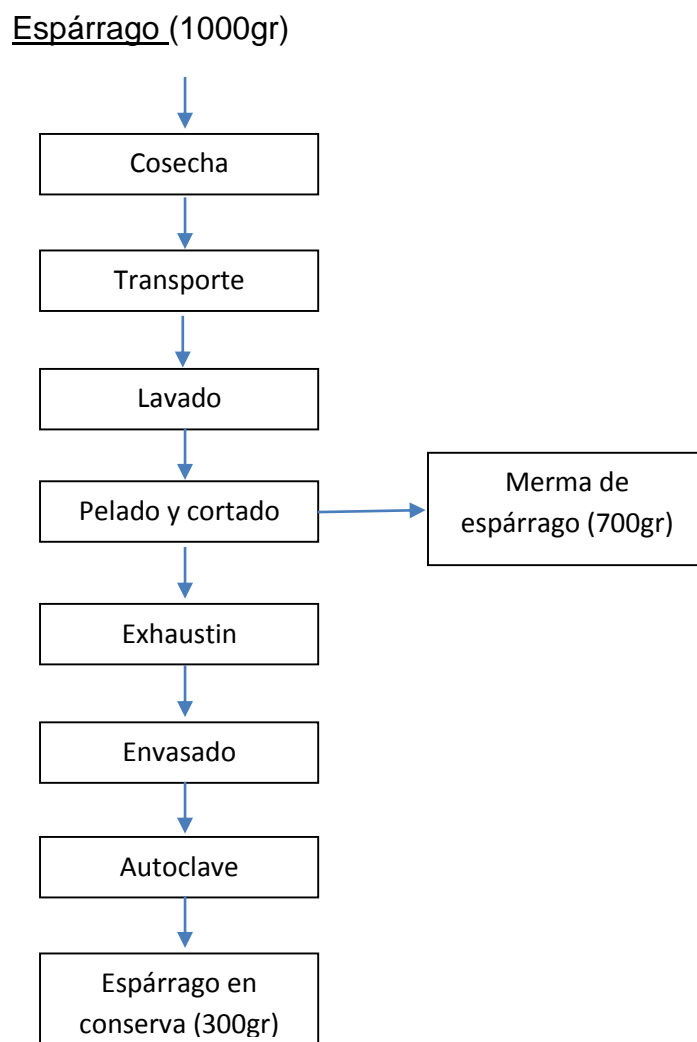
Cuando el deterioro del color es visualmente extenso el producto resulta inaceptable, por lo que industrialmente, el color puede ser una característica determinante para el éxito comercial de innumerables productos. Debido a ello se vuelve cada día más imprescindible su control, lo que supone poder medir y comparar el color. En este sentido, es necesario disponer de métodos objetivos de medida de esta propiedad que permitan la obtención de valores comparables y reproducibles.

La medición del color se ve afectada por muchos factores tales como la iluminación, el observador, la naturaleza y características de la propia superficie (tamaño de la muestra, su textura y brillo). Además el color es un fenómeno de interpretación subjetivo dependiente del observador, siendo más difícil su medida que la de un fenómeno objetivo como es medir una masa.

Desde hace muchos años existe interés en estudiar el color y establecer estándares y modelos para interpretar y comunicar el color. Desde que se estableció la definición de una serie de fuentes de iluminación estándar y observadores patrón, que permitieron establecer una medida del color en

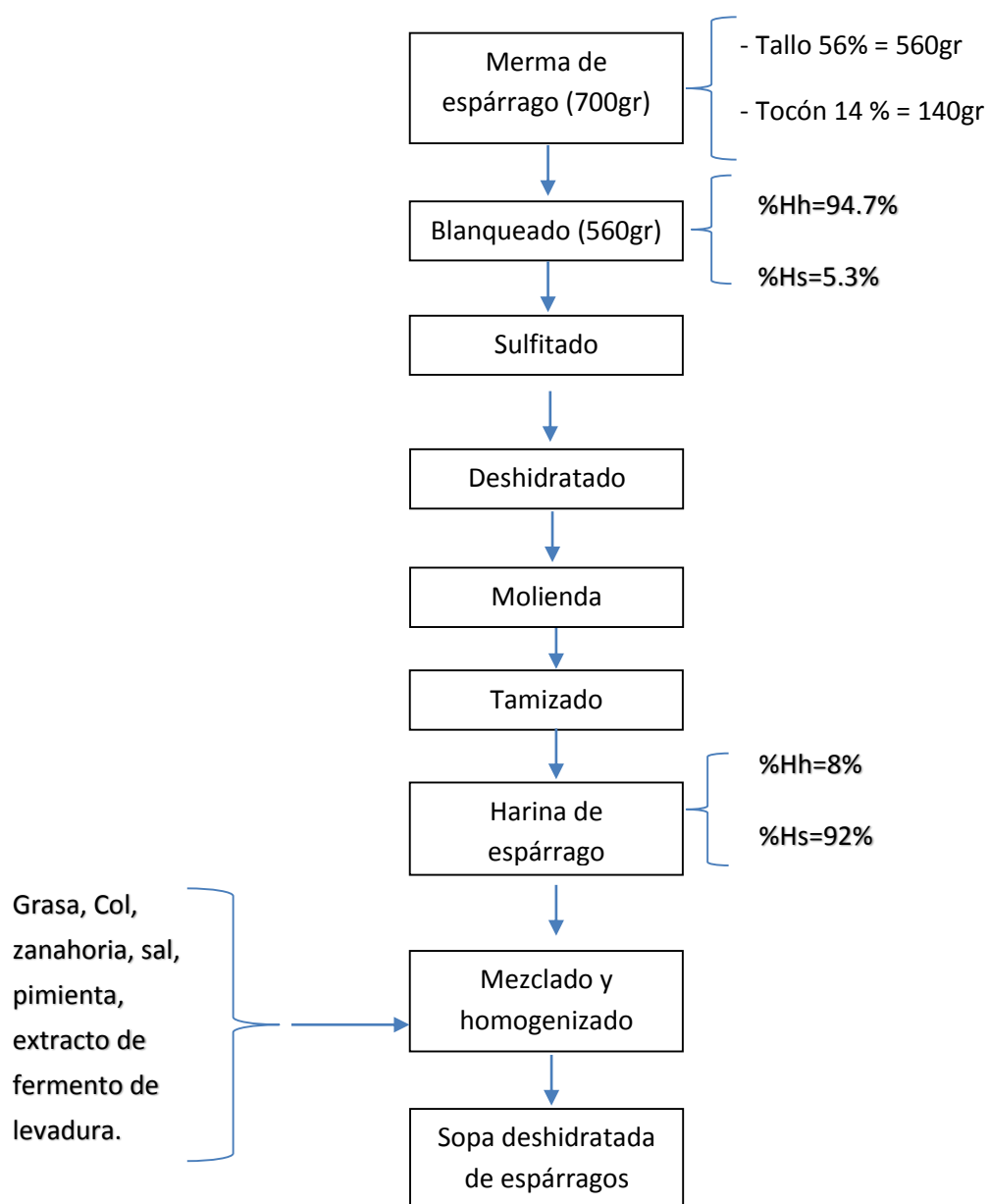
base a las coordenadas triestímulo X , Y , Z , se han introducido muchas otras coordenadas colorimétricas calculadas a partir de ellas, a partir de relaciones matemáticas más o menos complicadas. Tales coordenadas sitúan cada color en un espacio determinado, que tendrá tantas dimensiones como número de coordenadas se necesiten. Aparecen así los denominados espacios de color, definidos como la representación geométrica de los colores en el espacio, normalmente en tres dimensiones. Por tanto, elegidas unas coordenadas colorimétricas a emplear, queda definido un espacio de color (Gilabert, 1992).

Diagrama de flujo del proceso de conserva de espárrago



Fuente: Elaboración propia teniendo en cuenta el proceso en la empresa.

Diagrama de flujo para la elaboración de sopa deshidratada de espárragos.



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo la formulación de sopa deshidratada a partir de las mermas generadas en el procesamiento de espárrago en conserva, teniendo como antecedente la formulación dada según Cruess (1958), ésta se encuentra a base de Harina de Avena, la cual será reemplazada por la harina en polvo obtenida a partir de las mermas que genera la conserva de espárrago de la empresa en mención, por lo que se obtuvo la siguiente formulación.

Ingrediente	Porcentaje %
Carne (tiras delgadas)	18.80
Grasa	13.95
Papa	39.50
Zanahoria	2.00
Col	10.60
Harina de Espárrago	2.70
Extracto de fermento de levadura	0.79
Sal	1.03
Pimienta	0.03

Los ingredientes adicionales que son parte de la formulación de ésta sopa deshidratada de espárrago, se encuentran en el mercado comercial listas para ser utilizadas.

2. Se identificó las principales operaciones y control de parámetros en el procesamiento, para la obtención de la formulación de la sopa deshidratada, en la cual se describió las operaciones a ser tomadas en cuenta, por la empresa en mención. Ya que obtener la formulación de dicho producto derivado del espárrago, es una alternativa importante para la agroindustria en nuestro país.

3. De acuerdo al balance de materia como se muestra en el diagrama de flujo y gracias a los rendimientos reales proporcionados por la empresa (de acuerdo a su sistema SAP) se apreció que por cada 1000g de espárrago se obtiene 300g destinados a la conserva, generándose una merma de 700g que en la actualidad no es aprovechada por la empresa, por lo cual en la presente investigación se concluye que es posible obtener 32g de harina de espárrago con 8% de humedad.
4. Se elaboró un cuadro de información nutricional teniendo en cuenta la formulación final de la sopa deshidratada de espárragos.

	Porción por cada 100gr
Energía	344kcal
Proteína	8.3gr
Grasas totales	6gr
Hidratos de carbono	64.1gr
Fibra dietética	3gr
Azúcares totales	5.2gr
Sodio	5812 mg

5. La presentación de nuestro producto final será en sobres de 100gr, así mismo para preparar la sopa deshidratada de espárragos se añadirá 10 partes en peso de agua o leche y calentarlo hasta hervir (lentamente).
6. De acuerdo a la aceptación en el mercado internacional y nacional; para este último en aumento; de este producto se recomienda procesar dicho producto debido a su largo tiempo de duración, que como hemos visto a lo largo de la monografía es un producto con un porcentaje de humedad mínimo, el cual al no tener Actividad de agua elevada existe un riesgo menor de proliferación de bacteria alguna.

7. A través de toda la bibliografía consultada se pudo recopilar la información necesaria para brindarle al lector un material de apoyo que le permita aumentar sus conocimientos respecto al esparrago.
8. La composición, estacionalidad, y propiedades del Esparrago también se pudieron identificar.
9. Podemos concluir también que los índices de crecimiento son mayores en el mercado Europeo, debido a que en el mercado local existe la falta de información del consumidor en cuanto a este producto.

RECOMENDACIONES

1. Se debe valorar la riqueza geográfica del Perú, ya que se produce el Esparrago y se puede sacar provecho en un futuro en toda aquella empresa donde se procese el esparrago en conserva, promocionando con más énfasis este producto
2. Es importante comunicar al consumidor final sobre el esparrago, el producto elaborado, las bondades de consumirlo, factores de calidad.
3. Como todo proceso productivo, la mano de obra es un valor muy importante, para este caso la mano de obra para la elaboración sería de un menor costo ya que se está aprovechando los descartes de otro proceso, por lo que favorecerá al costo de nuestro producto final.
4. Se debe lograr cosechar y poner en planta en el menor tiempo posible para que tanto el esparrago en conserva como la sopa deshidratada a obtener sea de alta calidad y tenga mayor rendimiento.
5. Se debería fomentar el consumo de esparrago, en las ferias que se realizan en nuestro país y hacer de conocimiento de las bondades de esta hortaliza que tenemos en abundancia pero que no se tiene la cultura de consumirlo y a un futuro el de la sopa deshidratada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Crank, J. (1975). The mathematics of diffusion. Clarendon Press Oxford.
2. Akpinar, E.; Midilli, A.; Bicer, Y. (2003). Single layer drying behaviour of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modelling. *Energy Conversion and Management*, 44, 1689-1705.
3. Iguaz, A.; San Martín, M.; Maté, J.; Fernández, T.; Vírveda, P. (2003). Modelling effective moisture diffusivity of rouge rice (Lido cultivar) at low drying temperatures. *Journal of Food Engineering*, 59, 253-258.
4. Jarén, C. (2005). Perfil del consumidor de frutas, hábitos y tendencia. *Fruticultura Profesional*, 149, 72-78
5. Doymaz, I.; Pala, M. (2003). The thin-layer drying characteristics of corn. *Journal of Food Engineering*, 60, 125-130.
6. Guerrero, L.; Núñez, M. (1991). El proceso de secado en los alimentos. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, diciembre, 111-115.
7. Karathanos, V.; Belessiotis, V. (1999). Application of a thin-layer equation to drying data of fresh and semi-dried fruits. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74, 355-361.
8. Martínez-Navarrete, N.; Andrés, A.; Chiralt, A.; Fito, P. (2000). Termodinámica y cinética de sistema alimento entorno. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia.
9. Moreira, P.; Xidieh, F. (2004). Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato. *Journal of Food Engineering*, 61, 291-295
10. Moreiras, O.; Carbajal, A.; Cabrera, L.; Cuadrado, C. (2004). Tabla de composición de alimentos. Ediciones Pirámide. Madrid, España.

11. Gilabert, E. (1992). Medida del color. Servicio de publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia.
12. Doymaz, I. (2004). Convective air drying characteristics of thin layer carrots. *Journal of Food Engineering*, 61, 359-364.
13. Sokhansanj, S.; Singh, D.; Wasserman, J. (1984). Drying characteristics of wheat, barley and canola subjected to repetitive wetting and drying cycles. *Transactions of the ASAE*, 27, 903-906, 914.
14. Vagenas, G.; Karathanos, V. (1993). Prediction of the effective moisture diffusivity in gelatinized food systems. *Journal of Food Engineering*, 18, 159-179
15. Simal, S.; Femenia, A.; Garau, M.C.; Rosselló, C. (2005). Use of exponential, Page's and difusional models to simulate the drying kinetics of kiwi fruit. *Journal of Food Engineering*, 66, 323-328.
16. Kajuna, S.; Silayo, V.; Mkenda, A.; Makungu, P. (2001). Thin layer drying of diced cassava roots. *African Journal of Science and Technology*, 2, 94-100.
17. Cruess. (1958). *Commercial Fruit and Vegetable Products A Textbook for Students, Investigator and Manufacturer*. McGraw-Hill. New York.
18. L. WINTRON. K. B. WINTON. (1957). *ANÁLISIS DE ALIMENTOS*. EDITORIAL HISPANO AMERICANA
19. Fellows (1994). *Tecnología del Procesamiento de Alimentos: Principios y Prácticas*. Acribia, Zaragoza
20. ARTEAGA G, LI-CHANG E, VASQUEZ-ARTEAGA M, NAKAI S, 1994. Systematic experimental designs for product formula optimization. *Trends Food Sci. Technol.* 5: 243-254. 1994.
21. BARBOZA-CÁNOVAS G, RUFNER R, PELEG M, 1995a. Microstructure of selected binary food powder mixtures. *J. Food Sci.* 50(2):473.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del espárrago

Nombre Científico	: Asparagus Officianalis L.
Origen	: Europa y área Mediterránea
Familia	: Liliáceas
Vida útil	: 8 – 10 años.
Requerimientos de Suelo	: Franco o Franco arenoso, roturados y mullidos. Tolera suelos salinos, susceptibles a los ácidos, pH de 6.2 – 7.8
Clima	: Templado
Departamentos productores	: Piura, Lambayeque, La Libertad, Lima, Ica, Huacho, Chincha, Chimbote.
Época de Siembra	: Todo el año / Enero – Mayo / Febrero – Abril / Agosto – Diciembre.
Época de Cosecha	: Enero – Abril / Agosto – Diciembre.
Primera Cosecha	: 6 a 8 meses del trasplante.
Temperatura máxima	: 30 °C
Temperatura mínima	: 15 °C
Temperatura óptima	: 20 – 24 °C
Humedad	: Relativa media.
Jornales (No/Ha)	: 100 -120
Rendimientos Regionales	: 9.02 (TM/Ha)
Rendimientos Nacionales	: 4.78 (TM/Ha)
Rendimientos Potenciales	: 12 (TM/Ha)
Principales Plagas	: Arañita roja, Trips, pulgón
Principales Enfermedades	: Roya, cercospora, marchitez.
Usos	: fresco – conserva – harina.
Industria alimentaría	: Refrigerados, conserva y congelado.

Anexo 2. Determinación de Humedad (AOAC, 1995)

Método:

Secado en Estufa

Procedimiento:

Pesa aproximadamente 5 g. de muestra homogéneamente distribuida en una cápsula porcelana seca, limpia y tarada.

Coloque la cápsula en la estufa a 105 °C por un tiempo mínimo de 3 horas, hasta peso constante.

Utilizando pinzas metálicas retirar la cápsula de la estufa, luego dejar enfriar en un desecador y pesar en balanza analítica y anotar el peso.

Realizar por duplicado.

Para calcular el contenido de humedad se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

Donde:

W1= Peso de la muestra

W2= Peso de la muestra deshidratada

Anexo 3. Determinación del grado de blanqueo

Procedimiento:

Pesar cuidadosamente un gramo de la muestra, colocarla en un mortero y molerla con 0.6gr de carbonato de calcio y 1 gr de arena fina. Añadir 10 ml de agua destilada y moler por dos minutos. Tomar 1ml de la solución con una pipeta y colocarla en una pequeña capsula dentro del Erlenmeyer. Pipetear 2ml de solución de agua oxigenada del 3% y transferirla al Erlenmeyer sin que entre en contacto con el contenido de la capsula. Conectar el Erlenmeyer al dispositivo – Manometro. Nivelar por medio de la válvula el contenido de agua a 0 ml y cerrar la válvula.

Tomar el Erlenmeyer y agitarlo suave y uniformemente por dos minutos para que la reacción tenga lugar. Después de los dos minutos se lee en la pipeta el volumen de oxígeno liberado por 0.1ml y en dos minutos.

Este procedimiento debe ser repetido en todas las muestras escaldadas, cocinada y fresca. La determinación de la muestra cocinada es el blanco y el valor obtenido será sustraído de todas las otras determinaciones.

Si C.E , y F representan la cantidad de gas obtenido para la muestras cocinadas, escaldadas y frescas, respectivamente, entonces:

$$100 - \frac{E - C}{F - C} \times 100 = \% \text{ catalasa inactiva}$$