

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

**Elaboración y conservación de pasta de Ajo Blandino
(*Allium ampeloprasum* L.)**

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado de
Licenciado en Ingeniería en Alimentos.

Marcela Alejandra Monje Peters

Valdivia Chile 2003

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	El ajo	3
2.2	Propiedades y características del ajo	4
2.2.1	Composición química	7
2.2.2	Valor nutritivo	7
2.2.3	Valor terapéutico	8
2.2.4	Modalidades de almacenamiento	9
2.3	Ajo Blandino o Chilote (<i>Allium ampeloprasum</i> L.)	9
2.3.1	Características del ajo blandino o chilote (<i>Allium ampeloprasum</i> L.)	10
2.3.2	El ajo blandino o chilote en Chile	12
2.3.3	Exportaciones de ajo chilote	14
2.4	Pasta de ajo	14
2.5	Actividad de agua	15
2.6	Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil	16
2.6.1	Reacción de orden cero	18
2.6.2	Reacción de primer orden	19
2.6.3	Efecto de la temperatura	19
2.7	Evaluación sensorial	23

3	MATERIAL Y METODO	25
3.1	Material	25
3.1.1	Lugar de trabajo	25
3.1.2	Materias primas	25
3.1.3	Materiales y equipos	25
3.2	Método	26
3.2.1	Metodología para la elaboración de la pasta de ajo	26
3.2.2	Determinaciones microbiológicas	28
3.2.3	Determinaciones físicas y químicas	28
3.2.3.1	Materia prima	28
3.2.3.2	Producto terminado	29
3.2.4	Evaluación sensorial	30
3.2.5	Test de vida útil	30
3.2.6	Diseño experimental y análisis estadístico	31
4	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
4.1	Materia prima	33
4.2	Producto terminado	35
4.3	Atributos de calidad y aceptabilidad	38
4.4	Vida útil	41
4.4.1	Recuento total de bacterias	41
4.4.2	Color	42
4.4.2.1	Color coordenada X	43
4.4.2.2	Color coordenada Y	46
4.4.3	Aceptabilidad	49
5	CONCLUSIONES	56
6	RESUMEN - SUMMARY	58

BIBLIOGRAFIA	60
ANEXOS	67

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química del ajo común (<i>Allium sativum</i> L.)	7
2	Composición nutricional para 100 g de ajo	8
3	Composición química del ajo blandino	11
4	Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y primer orden	19
5	Composición de las formulaciones de pasta de ajo	26
6	Diseño Multifactorial Categórico	31
7	Diseño Factorial Simple Categórico	32
8	Resultados microbiológicos del ajo blandino	34
9	Resultados de las determinaciones analíticas del producto terminado	35
10	Resultados microbiológicos de la pasta de ajo blandino	37
11	Composición final de las pastas de ajo	38
12	Resultados de la evaluación descriptiva de atributos sensoriales de la pasta de ajo blandino	39

13	Resultados de la evaluación de aceptabilidad de las pastas de ajo blandino	40
14	Recuento total de bacterias mésofilas en la pasta de ajo almacenadas a 32 °C	41
15	Resultados color coordenada X (tonalidad) de las pastas de ajo para cada tiempo de evaluación	44
16	Resultados color coordenada X (tonalidad) de cada pasta de ajo en los tiempos de evaluación	45
17	Resultados color coordenada Y (claridad) de las pastas de ajo para cada tiempo de evaluación	46
18	Resultados color coordenada Y (claridad) de cada pasta de ajo en los tiempos de evaluación	47
19	Colores para cada tiempo según la carta color del sistema CIE	48
20	Calificaciones de las pastas de ajo durante el periodo de aceptación	50
21	Calificaciones de aceptabilidad en el periodo de evaluación en cada una de las formulaciones	52

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mecanismo de formación de la allicina	5
2	Comunas con mayor producción de ajo blandino en la provincia de Chiloé	13
3	Diagrama de flujo de la elaboración de pasta de ajo blandino	27
4	Composición proximal del ajo blandino	33
5	Distribución del color de las pastas de ajo para las diferentes formulaciones en función del tiempo de evaluación	43
6	Aceptabilidad de las pastas de ajo durante seis semanas de almacenamiento en condiciones aceleradas	49
7	Aceptabilidad de las pastas de ajo en condiciones normales de almacenamiento	54
8	Evaluación del color de la pasta aceptada sensorialmente en condiciones aceleradas y reales de almacenamiento	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Planilla de evaluación sensorial para aceptabilidad	68
2	Planilla de evaluación sensorial para atributos de calidad	69

PROFESOR PATROCINANTE

Sr. Fernando Figuerola Rivas

Ing. Agrónomo., M.S. Food Science

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

PROFESORES INFORMANTES

Sra. Marcia Costa Lobo

Ing. Civil Bioquímico

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Sr. Bernardo Carrillo López

Ing. Agrónomo., Master en Ciencia e Ingeniería de Alimentos

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

1. INTRODUCCION

El ajo blandino, también llamado ajo elefante, gigante o “chilote” es un cultivo característico de los pequeños productores desde las provincias de Llanquihue a Chiloé, y de un reducido número de productores en la Zona Central, que orientan su producción para exportación.

Además de las características de un mayor tamaño, el ajo blandino (*Allium ampeloprasum* L.) presenta una menor intensidad de sabor, respecto al ajo blanco o rosado (*Allium sativum* L.), por lo tanto, se estima que puede constituir una ventaja que permita posicionarlo favorablemente frente a conocedores, chefs y consumidores.

A las propiedades culinarias del ajo se suman, sus propiedades alimenticias y medicinales, especialmente las que tienen relación con una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, que han elevado su consumo, particularmente en Occidente.

Por esta razón se ha planteado la necesidad de elaborar un producto de buena calidad, a partir de ajo blandino que presente una mejor aceptabilidad que el ajo fresco, obteniendo así un mercado alternativo y de mayor valor agregado.

Uno de estos productos es la “pasta de ajo” que se obtiene a partir de la molienda de los bulbillos con la adición de ingredientes como sal, aceite y azúcar, con el fin de facilitar la utilización de este condimento a la hora de preparar alimentos y así evitar la manipulación que ocurre con el ajo fresco.

Por lo tanto el propósito de esta investigación es elaborar un producto pastoso, a partir de ajo blandino o chilote (*Allium ampeloprasum* L).

La hipótesis del presente estudio, de la cual se desprendieron los objetivos general y específicos fue:

- Si se elaboran pastas de ajo, estas podrán ser conservadas sin preservantes ni aditivos, como consecuencia del proceso al que fueron sometidas. Es decir, las medias de las variables de respuesta, resultantes, de los ensayos con tratamiento térmico no presentarán diferencias estadísticamente significativas frente a las medias de las variables de respuesta de los ensayos sin tratamiento.

El objetivo general de este trabajo fue elaborar pasta de ajo en forma natural a partir de ajo blandino, logrando un producto atractivo al consumidor, de fácil utilización manteniendo su color y sabor en el tiempo.

Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar algunas propiedades físicas y químicas de la materia prima.
- Estudiar la factibilidad de elaborar un producto microbiológicamente aceptable y en condiciones de mínima contaminación.
- Estudiar la factibilidad de producir una pasta viscosa de ajo blandino sin preservantes químicos que presente características de conservación por un periodo no inferior a seis meses.
- Encontrar la formula adecuada, que sea aceptable para el consumidor, manteniendo sus características organolépticas, con y sin tratamiento térmico.
- Caracterizar algunas propiedades físicas y químicas del producto final obtenido.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 El ajo

El ajo es una planta originaria de Asia Central desde donde se dispersó hacia China, India y Egipto. Desde allí llegó a la Cuenca del Mediterráneo y posteriormente desde la Península Ibérica a América. Durante la colonización, el ajo fue adoptado por los nativos de México y más tarde en Perú y Chile (ILLANES, 1992).

El principal productor de ajo en el mundo es China, que representa cerca del 74% de la producción mundial, mostrando una clara tendencia a incrementarse con niveles que superan con creces, a los que presentan los demás países productores de ajo del mundo (CHILE, INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP), 1999). Peter, citado por AHMED *et al.* (2001), señala que India es un productor importante de ajo y figura tercero en producción (356 mil toneladas), después de Korea y China.

ILLANES (1992) y MARDONES (1997), clasifican taxonómicamente el ajo en la clase monocotiledónea, familia *Alliaceae*, género *Allium*, especies *sativum* y *ampeloprasum*. De esta forma HOFFMANN (1992), señala que el ajo pertenece a una familia cosmopolita que abarca unos 250 géneros con 3500 especies de plantas, en su mayoría hierbas geófitas (provistas de bulbo), muchas de ellas de gran importancia en horticultura y jardinería. Además pertenece al mismo género que la cebolla, el cebollón y las chalotas.

En Chile, esta especie se produce a lo largo de todo el territorio, bajo condiciones de suelo y clima muy diferentes, por lo que se han producido ecotipos asociados a las condiciones de cada localidad (ESCAFF *et al.*, 1987).

En el territorio nacional se distinguen las dos especies de ajo: *Allium sativum* y *Allium ampeloprasum*. En la Décima Región en las provincias de Valdivia y Osorno se cultiva mayoritariamente *Allium sativum* y en la zona sur de la región en las provincias de Llanquihue y Chiloé existe un predominio de *Allium ampeloprasum* (AGROANALISIS, 1999; ILLANES, 1992; MARDONES, 1997).

2.2 Propiedades y características del ajo

El ajo es un bulbo blanco, una especie de *Allium* importante, conocido por sus usos como condimento y aromatizante en la cocina, tanto en fresco como cocinado desde tiempos antiguos, destacándose además por sus efectos terapéuticos lo que ha originado su consideración como planta medicinal (AHMED *et al.*, 2001; AHMED y SHIVHARE, 2001; Costabeber *et al.* citado por ANGULO y GOMEZ, 1998).

Cavallito y Bailey, citados por DOYLE *et al.* (1997), SHIM y KYUNG (1999), ROSS *et al.* (2001) y UNAL *et al.* (2001), fueron quienes descubrieron el principal compuesto antimicrobiano del ajo, el cual identificaron como allicina. Para HOFFMANN (1992), el efecto antimicrobiano proviene del aceite esencial compuesto por distintas sustancias químicas azufradas. Segura, citado por ANGULO y GOMEZ (1998), señala que se trata de una sustancia soluble en agua, relativamente inestable, capaz de inhibir enzimas sulfhídricas, mecanismo por el cual presenta un notable efecto antimicrobiano. Según Reuter *et al.* citado por SIVAM (2001), Nok *et al.* y Ankri *et al.* citados por ANGULO y GOMEZ (1998) y AUGUSTI (1996), la allicina además de presentar propiedades antibacterianas es considerada antioxidante, antibiótico, antiinflamatorio, antiséptico, antivírico, antimicótico, antiparasitario.

Varios autores (Carson citado por AHMED *et al.*, 2001 y AHMED y SHIVHARE, 2001; HOFFMANN, 1992; Stoll and Seebeck citados por KYUNG *et al.*, 2002, ROSS *et al.*, 2001, SHIM y KYUNG, 1999 y UNAL *et al.*, 2001; Cavallito y Bailey citados por KYUNG *et al.*, 2002, ROSS *et al.*, 2001 y UNAL *et al.*, 2001; Block citado por KYUNG *et al.*, 2002; Barone *et al.*, Focke *et al.*, y Ghanaoum citados por YIN y CHENG, 1998; SIVAM, 2001; WONG, 1995), han descrito el mecanismo de formación del compuesto antimicrobiano, la alicina, la cual es generada sólo cuando el ajo es molido o machacado, así por una hidrólisis enzimática la allinasa cataliza la degradación del sustrato inodoro alliina convirtiéndose en tiosulfinato de dialilo (allicina), tal como se muestra en la FIGURA 1.

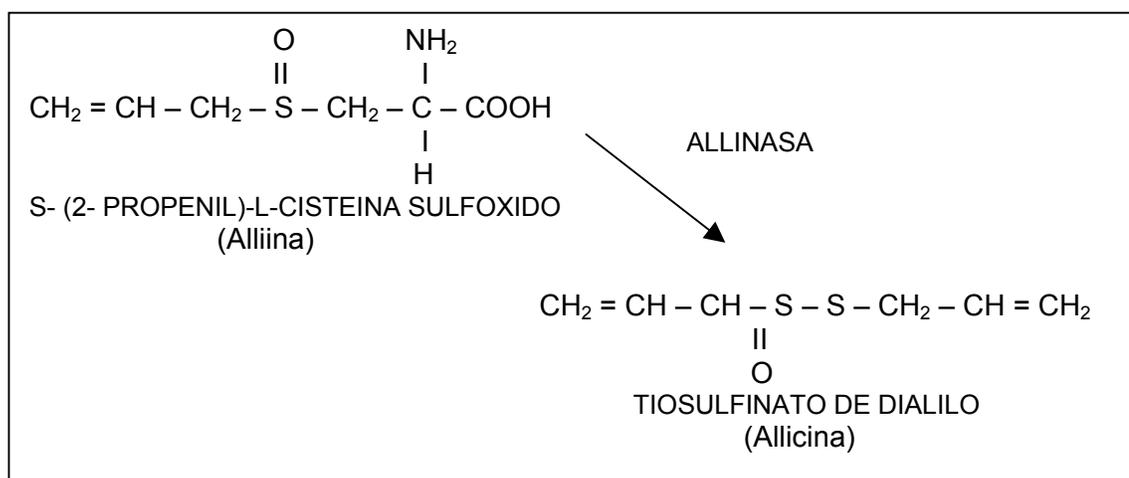


FIGURA 1. Mecanismo de formación de la alicina.

FUENTE: FENNEMA (1993); ITAKURA *et al.* (2001)

El poder inhibitorio de los compuestos volátiles del ajo sobre el crecimiento y producción de toxinas de algunos microorganismos ha sido probado en *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter agglomerans*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens*, *Clostridium botulinum* tipo A, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Salmonella*, *Shigella*, *Aerobacter*, *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Leuconostoc*, *Micrococcus*,

Micobacterium, proteus y vibrio (ANGULO y GOMEZ, 1998; DOYLE *et al.*, 1997; ROSS *et al.*, 2001; KYUNG *et al.*, 2002; UNAL, 2001; SIVAM, 2001) y hongos como *Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus, Aspergillus niger, Candida albicans Cryptococcus, Penicillum chysogenum, Rhodotorula, Saccharomyces, Torulopsis* (DOYLE *et al.*, 1997; ANGULO y GOMEZ, 1998; YIN y CHENG, 1998). Además Conner *et al.*, citado por DOYLE *et al.* (1997), mostró que los aceites del ajo retardan la esporulación de *Hansenula anomala* y *Lodderomyces elongisporus* e inhibían la producción de etanol de la *Saccharomyces cerevisiae* (ANGULO y GOMEZ, 1998)

Es destacable señalar que su poder bactericida no presenta efectos de resistencia como muchos de los antibióticos utilizados sobre infecciones bacterianas (ANGULO y GOMEZ, 1998).

Otra propiedad descrita por Willis, citado por DOYLE *et al.* (1997) y UNAL (2001), señala que 0,5 mM de allicina inhibe algunas enzimas sulfhídricas, incluyendo el alcohol deshidrogenasa, ureasa y xantina oxidasa. Algunas enzimas monosulfhídricas como la tirosina y la fosfatasa alcalina también fueron inhibidas.

El compuesto activo del ajo aparentemente responsable de la actividad antimicrobiana, es también responsable de la característica más particular del bulbo, su fuerte olor (HOFFMANN, 1992; DOYLE *et al.*, 1997, Carson citado por AHMED *et al.*, 2001 y AHMED y SHIVHARE, 2001). El ajo fresco es caracterizado por tener un olor aromático diferente al ajo procesado (PEZUTTI y CRAPISTE, 1997).

Por último, según Zin, citado por HOFFMANN (1992), también se han descrito otras virtudes menos específicas del ajo, como la de ser afrodisíaco y combatir algunos efectos del consumo crónico y exagerado de tabaco.

2.2.1 Composición química. La composición química del ajo revela la gran cantidad de humedad que éste presenta, donde el contenido de materia seca varía entre un 30 y 40%. Cabe mencionar que el principal carbohidrato presente en el ajo es el fructosan (CHILE, CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCION (CORFO), 1987).

Los valores porcentuales de humedad, proteínas, materia grasa, carbohidratos, cenizas y fibra cruda presentes en la composición del ajo común (*Allium sativum* L.) se presentan en el CUADRO 1.

CUADRO 1. Composición química del ajo común (*Allium sativum* L.).

	* %	** %
Humedad	63,3	64
Proteínas	6,7	6,20
Materia grasa	0,3	0,35
Carbohidratos	30,8	27,9
Cenizas	--	1,30
Fibra cruda	1	1

FUENTE: * CHILE, CORFO, (1987); ** RUBATZKY y YAMAGUCHI (1999).

2.2.2 Valor nutritivo. El CUADRO 2 muestra la composición nutricional, las sales minerales, vitaminas y aminoácidos presentes en el ajo. GAJON (1949), señala que se han encontrado valores vitamínicos de gran importancia para la salud humana. Además del tiosulfinato de dialilo, interesante es el aporte en minerales (calcio, fósforo, hierro, yodo, cinc, cobre, manganeso y selenio), vitaminas (E, B₁, B₂, B₃, C) (ANGULO y GOMEZ, 1998), aminoácidos esenciales, lípidos (ácido linoleico, linolénico, palmitico) y otros componentes.

Es importante mencionar que el contenido energético por 100 g de porción comestible de ajo fluctúa entre 131 y 139 Kcal (RUBATZKY y YAMAGUCHI, 1999; SENSER y SCHERZ, 1999; CHILE, CORFO, 1987).

2.2.3 Valor terapéutico. En cuanto a las virtudes medicinales del ajo estas se conocen hace miles de años. Con el transcurso del tiempo su prestigio se ha afirmado y ha crecido con la identificación de nuevos efectos y la verificación farmacológica de algunos de ellos (HOFFMANN, 1992). Para Reuter *et al.* citado por SIVAM (2001), el ajo presenta beneficios sobre el sistema cardiovascular, el cáncer y problemas hipoglicémicos y hormonales.

CUADRO 2. Composición nutricional para 100 g de ajo.

	Sales Minerales		Vitaminas		Aminoácidos		
	*	**	*	**			
Sodio (mg)	19	17	E (ug)	11	Arginina (mg)	650	
Potasio (mg)	530	465	B ₁ (ug)	200	200	Histidina (mg)	115
Magnesio (mg)	35	25	B ₂ (ug)	80	80	Isoluecina (mg)	240
Calcio (mg)	40	32	C (mg)	14	11	Leucina (mg)	380
Manganeso (ug)	460					Lisina (mg)	210
Hierro (ug)	1400	1300				Metionina (mg)	125
Cobre (ug)	260					Fenilalanina (mg)	180
Cinc (mg)	1					Treonina (mg)	175
Fósforo (mg)	135	187				Triptófano (mg)	80
Cloro (mg)	30					Tirosina (mg)	80
Yodo (ug)	3					Valina (mg)	260
Selenio (ug)	20						

FUENTE: * SENSER y SCHERZ (1999); ** RUBATZKY y YAMAGUCHI (1999).

Las propiedades medicinales del ajo son numerosas, y pueden atribuirse al aceite esencial. En primer lugar, destacan sus cualidades antibióticas, antihelmínticas y antimicóticas, que hacen del ajo un excelente recurso para

tratar problemas del aparato digestivo, de la piel y del aparato respiratorio (HOFFMANN, 1992). El consumo de ajo reduce los niveles de ácido úrico y los síntomas de la hiperuricemia en pacientes gotosos (GAJON, 1949; HOFFMANN, 1992); despierta el apetito y por eso se considera como aperitivo. Además GAJON (1949), informa que previene la anemia y fomenta la formación de glóbulos rojos de la sangre.

Otro efecto importante se verifica en el aparato circulatorio, donde la investigación en animales ha permitido detectar su capacidad para disminuir la tasa de colesterol y de bajar la presión arterial con un carácter más prolongado que otros hipotensores (HOFFMANN, 1992).

2.2.4 Modalidades de almacenamiento. Existen diferentes formas para almacenar los ajos; una de ella es en trenzas que cuelgan de varas para tener una buena ventilación, otra modalidad consiste en cajas, jivas o bins con separadores entre tablas y finalmente a granel sobre piso de rejilla de alambre o madera a unos 30 - 40 cm del piso (AGROANALISIS, 1999).

2.3 Ajo Blandino o Chilote (*Allium ampeloprasum* L.)

El ajo blandino taxonómicamente corresponde a la:

Clase: Monocotiledónea

Familia: *Alliaceae*

Género: *Allium*

Especie: *ampeloprasum*

Está más relacionada botánicamente con el puerro (*Allium porrum* L.), que con el ajo verdadero, se conoce en otros países como ajo elefante, ajo oriental o cabeza grande (ESCAFF, 1991).

Es un cultivo que en la isla de Chiloé y sus alrededores encuentra favorables condiciones para desarrollarse debido, principalmente, a las condiciones climáticas imperantes en la zona, entre las que destacan la alta pluviosidad y temperaturas relativamente bajas. Desde el punto de vista del suelo, éstos son suelos ácidos con pH cercano a 5,5, como son los trumaos de la zona en mención. El conjunto de estos factores es positivamente determinante para el ajo chilote (blandino), el cual presenta buenas producciones y calidad, lo que sumado a los ingresos que genera, lo transforma en una real opción hortícola para la X Región (CHILE, INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP), 1996; AGROANALISIS, 1999).

Dentro de las ventajas se señalan el régimen de fotoperíodo, con días más cortos en invierno y más largos en primavera - verano, características imprescindibles para la correcta madurez fisiológica del bulbo y de trascendental importancia para la producción de semilla de buena calidad. Otra ventaja es que las menores temperaturas del suelo inhiben la incidencia de plagas y enfermedades tales como hongos, bacterias y nemátodos (SURAMBIENTE, 1997). Como principales desventajas para el cultivo de ajo, respecto a la Zona Central, se puede citar mayor lentitud del proceso de crecimiento del bulbo, debido a las bajas temperaturas. Por otra parte, pluviosidades altas durante la primavera y verano predispone los bulbos al desgrane durante la cosecha, y dificultan el proceso de curado (ESCAFF, 1991).

2.3.1 Características del ajo blandino o chilote (*Allium ampeloprasum* L.).

Las principales características del ajo blandino, es que forma una planta de tamaño grande, con hojas anchas y gruesas. El bulbo alcanza de ocho a diez cm de diámetro y está conformado por cuatro a seis bulbillos periféricos (MARDONES, 1997). Cada bulbillo puede pesar sobre 80 g (en promedio) e incluso, sobrepasar los 100 g (CHILE, INDAP, 1996). Esta especie puede

alcanzar los calibres diez a once cm para exportación, alcanzando buenos precios en el mercado internacional (MARDONES, 1997). Las túnicas externas son blancas y se parten con facilidad, sobre todo cuando se retrasa la cosecha, a su vez la túnica que envuelve el diente es de color blanco marfil (MARDONES, 1997). Todas las plantas producen “pitón” que corresponde a un tallo floral grueso. En su extremo se forma una umbela esférica con flores rudimentarias y sin bulbilos en ella. Esta especie, al igual que *A. sativum* no produce semilla, se caracteriza por tener un desarrollo inicial (brotación) lento, pero posteriormente presenta un desarrollo de planta muy vigoroso y tiene un largo periodo vegetativo que puede ir desde 210 a 230 días (CHILE, INDAP, 1996; MARDONES, 1997).

En cuanto a la composición química del ajo, se puede señalar que el principal constituyente es el agua, que en algunos casos comprende más del 80% (RUBATZKY y YAMAGUCHI, 1999). En el CUADRO 3 se publican los valores porcentuales de los componentes presentes en el ajo blandino.

CUADRO 3. Composición química del ajo blandino.

	Ajo chilote sector Santa Rosa (Valdivia) %	Ajo chilote sector Huellelhue (Valdivia) %	Ajo blandino ** %
Humedad	65,7	61,8	86,3
Proteínas (6.25)	3,68	3,99	2,2
Materia grasa	0,05	0,06	0,30
Cenizas	1,09	0,94	0,90
Fibra cruda	0,45	0,54	
ENN	29,03	32,67	10.3

FUENTE: KRARUP (2002)¹; ** RUBATZKY y YAMAGUCHI (1999).

¹Comunicación personal: KRARUP, A., Ingeniero Agrónomo Ph.D, Facultad de Ciencias Agrarias. UACH

Además, el ajo blandino presenta características de tipo organolépticas entre las que se destacan el sabor y el aroma. Gastronómicamente sus bulbillos tienen menor olor y el sabor es mucho más suave que el de los tipos tradicionales, lo que constituye una ventaja al momento de comercializarse (CHILE, INDAP, 1996; MARDONES, 1997), sin embargo su sabor es comparable y un poco mayor que la cebolla (*Allium cepa L.*) (FIGUEROLA y ESTEVEZ, 1977). Además, este factor es de gran importancia desde el punto de vista culinario ya que utilizado como condimento saboriza la comida en forma más tenue, aspecto que lo hace preferido por chefs y conocedores (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998).

2.3.2 El ajo blandino o chilote en Chile. El ajo blandino también conocido como ajo chilote o elefante se cultiva principalmente en la X Región, aunque en los últimos años también ha crecido su producción en Magallanes y en la V Región, estimulado por el mercado de exportaciones (CHILE, INDAP, 1999).

Se estima que los rendimientos bordean las 10 ton/ha, aunque algunos productores que han iniciado una modernización de cultivo cosechan entre 12 a 14 ton/ha, estimándose el potencial de rendimiento entre 53 y 40 ton/ha (CHILE, INDAP, 1999).

La demanda de esta especie de ajo esta referida al producto fresco, el cual es conocido a escala regional, sin embargo, en los principales centros consumidores (Santiago, Valparaíso, Concepción) éste es prácticamente desconocido. Los valores de oferta y demanda están en equilibrio en una cifra cercana a las 200 Ton/ año de producto. El uso industrial más importante de ajo blandino está dado por su incorporación en las cecineras de la X región con un estimado de 10 Ton/ año (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998).

En la décima región tradicionalmente se ha cultivado el ajo blandino o chilote, siendo mayoritariamente su presencia en las provincias de Llanquihue y Chiloé. En ambas provincias, los principales productores de este ajo son pequeños agricultores que se caracterizan por una producción agrícola a pequeña escala, de escasos recursos (CHILE, INDAP, 1999). Las siembras de ajo en la parte norte de la región corresponderían a ajo común.

En la provincia de Chiloé, las comunas con mayor existencia de cultivo de ajo en orden de importancia se muestran en la FIGURA 2.

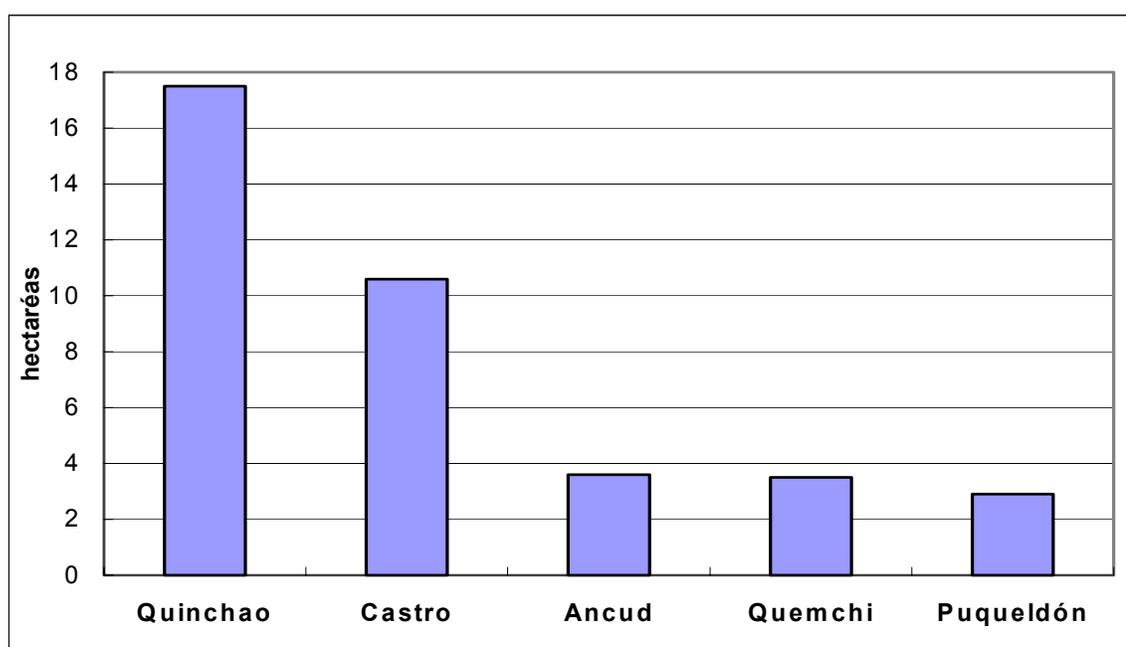


FIGURA 2. Comunas con mayor producción de ajo blandino en la provincia de Chiloé.

FUENTE: CHILE, INDAP (1999).

El menor uso de pesticidas en el sistema productivo de la región de Los Lagos constituye una ventaja frente a los consumidores. Este último sistema puede acercarse más y transitar hacia una producción orgánica de ajo que puede

significar ganar segmentos de mercados que no tendría acceso la producción de la Zona Norte (CHILE, INDAP, 1999).

2.3.3 Exportaciones de ajo chilote. Actualmente, el ajo esta dentro de las principales hortalizas frescas de exportación junto a las cebollas, espárragos, orégano, tomate y alcachofa (AGROANALISIS, 1999).

La participación del ajo chilote o blandino en el retorno de divisas por concepto de exportación de ajos viene incrementándose desde por lo menos el año 1995 cuando representaba un 2,36%, hasta el año 1998 cuando llegó a representar el 6,7%. Los precios de exportación de ajo chilote se han mantenido alrededor de US\$ 2 por kilo neto (CHILE, INDAP, 1999). Los principales países de destino de este ajo son Estados Unidos, Canadá, Holanda y algunos países latinoamericanos (Ecuador y otros). Durante 1999, el 53% de las exportaciones de ajo blandino fueron realizadas por la empresa Agrex Ltda.; junto a un 29% exportado por otro empresario, quien durante el año 1998 fue el principal exportador de ajo blandino con un 59% del total exportado (CHILE, INDAP, 1999).

2.4 Pasta de ajo

Es un producto resultante de la molienda de la parte comestible del ajo, previamente limpio (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998; AHMED *et al.*, 2001). Envasado en frasco de vidrio de capacidad entre 100 y 200 g con tapa metálica recubierta, tipo "twist - off". La granulometría puede regularse de tal manera que el producto sea más grueso o más fino, de acuerdo a los requerimientos del consumidor; en cualquier caso se espera que el porcentaje de partículas mayores de 3 mm, sea menor de 5% (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998).

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2000), no existe una estipulación específica sobre la denominación de

“pasta de ajo” respecto al contenido de microorganismos, sin embargo en su Título V, Parrafo II de las Disposiciones Generales se definen 18 grupos de alimentos, destacándose el N° 13 de salsas, aderezos, especias y condimentos, el cual en su punto 13.2 indica que la presencia de Mohos y Levaduras presenta un valor de 10^2 ufc/g para el cual o por debajo del el, él alimento no presenta un riesgo para la salud y un valor por encima de 10^3 ufc/g, el alimento presenta un peligro para la salud.

Los requisitos microbiológicos típicos para este tipo de producto según Fundación Chile (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998) indican lo siguiente:

- Mohos/ levaduras : $< 10^4$ ufc/g
- Recuento total : $< 10^5$ ufc/g
(microorganismos aeróbicos mesófilos)
- *Salmonella* : Ausencia en 25 g
- Microorganismos coliformes fecales : 10^2 ufc/g

2.5 Actividad de agua

El término “actividad de agua” (a_w), es un indicador mejor de la alterabilidad de los alimentos que el contenido de agua, tampoco es perfecto, puesto que otros factores como concentración de oxígeno, pH, movilidad del agua y el tipo de soluto presente, pueden, en algunos casos, ejercer fuertes influencias sobre la velocidad de degradación (FENNEMA, 1993).

La actividad de agua, no es el contenido absoluto de agua, es lo que encuentran y afecta a las bacterias, enzimas y reactantes químicos a nivel microambiental en los materiales alimenticios (POTTER y HOTCHKISS, 1999).

POTTER y HOTCHKISS (1999) y FENNEMA (1993), definen como actividad de agua a:

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{HRE}{100}$$

Donde:

p : presión parcial de vapor de agua en la muestra a una temperatura T .

P_0 : presión de vapor de agua pura a la misma temperatura T .

HRE : es la humedad relativa de equilibrio (%) en torno al producto.

Los valores de a_w para el desarrollo de la mayoría de bacterias, levaduras y mohos asociados a los alimentos han sido objeto de estudios considerables. La a_w mínima por debajo de la cual no crecen la mayoría de bacterias importantes de los alimentos es de alrededor de 0,90 dependiendo de cada bacteria específica. Los mohos son más resistentes a la sequedad que la mayoría de las bacterias y crecen bien en alimentos con una a_w de alrededor de 0,80, pudiendo desarrollarse lentamente en algunos alimentos después de varios meses a temperatura ambiente incluso a una a_w tan baja como 0,70. A valores de a_w menores de 0,65 se inhibe completamente el desarrollo de los mohos (POTTER y HOTCHKISS, 1999).

Hasta ahora se ha visto que la actividad de agua tiene que ver con la inhibición microbiana; sin embargo, también afecta a otras propiedades de los alimentos como reactividad y equilibrios químicos, actividad enzimática, sabor, textura, color y estabilidad de los nutrientes.

2.6 Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil

Los alimentos son sistemas físico-químicos y biológicamente activos, por lo tanto la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Así pues, para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de

seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo se define como vida útil del alimento (CASP y ABRIL, 1999).

Para TORTORELLO *et al.* (1991), la vida útil de cualquier producto es el periodo de tiempo bajo condiciones normales de almacenamiento en que este permanece seguro y aceptable por el consumidor. De esta forma WILBEY (1997), considera que la vida útil de un producto no debe ser considerado sólo en términos legales acerca de su durabilidad mínima sino que también la define como el periodo de tiempo durante el cual el alimento puede: (i) permanecer seguro; (ii) mantener las características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas deseadas; (iii) cumplir con cualquier reglamento nutricional.

Además es importante considerar que la vida útil de un producto es función de la calidad microbiológica de las materias primas, empaque y condiciones en que fue almacenado (TORTORELLO *et al.*, 1991), mientras CAMPBELL-PLATT (1989), apunta como igualmente importantes la higiene de la planta y el personal, el tiempo y temperatura de mantención, distribución y la composición del alimento.

Por otro lado WILBEY (1997), señala que la estabilidad de los productos alimenticios depende tanto de factores intrínsecos y extrínsecos, entre los primeros se cuentan calidad del material crudo, características físicas, pH y actividad de agua, mientras que las condiciones de procesamiento, higiene, empaque y condiciones de almacenamiento especialmente temperatura son factores extrínsecos. Estos factores pueden interactuar aditiva o antagónicamente y algunas veces sinérgicamente, un efecto deseado es cuando dos o más factores son usados para inhibir el crecimiento microbiano.

Finalmente, se debe considerar que el análisis sensorial es de suma importancia por cuanto, junto a los métodos instrumentales, contribuye a

minimizar el riesgo a la salud pública. Las técnicas generalmente usadas en la evaluación sensorial son i) test de discriminación, ii) test de aceptación y iii) análisis descriptivo (WILBEY, 1997).

Durante el almacenamiento y distribución, los alimentos están expuestos a un amplio rango de condiciones ambientales, factores tales como temperatura, humedad, oxígeno y luz, los cuales pueden desencadenar mecanismos de reacción que conducen a su degradación. Como consecuencia de estos mecanismos los alimentos se alteran hasta ser rechazados por el consumidor. Es necesario por tanto, conocer las diferentes reacciones que causan esta degradación de los alimentos para desarrollar procedimientos específicos para su vida útil (CASP y ABRIL, 1999).

Según CASP y ABRIL (1999), la cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando los principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales:

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i, E_j)$$

donde C_i , son factores de composición, tales como composición de algunos compuestos de reacción, enzimas, pH, actividad de agua, así como población microbiana y E_j son factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de diferentes gases, luz, etc.

La mayoría de las reacciones estudiadas en los alimentos, se han caracterizado como de orden cero o de primer orden. En el CUADRO 4 se indican algunos ejemplos significativos de reacciones de pérdida de calidad en alimentos.

2.6.1 Reacción de orden cero. Una característica de las reacciones de orden cero es la relación lineal entre el atributo de calidad, Q y el tiempo de la reacción, t , (TOLEDO, 1991). Según CASP y ABRIL (1999), una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, y que, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo no depende de su concentración.

CUADRO 4. Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y primer orden.

Orden cero	Calidad global de alimentos congelados Pardeamiento no enzimático
Primer orden	Perdida de vitaminas Muerte/desarrollo microbiano Perdida de color por oxidación Perdida de textura en tratamientos térmicos

FUENTE: CASP y ABRIL (1999).

El empleo de una ecuación de orden cero es útil en la descripción de procesos tales como la degradación enzimática, el pardeamiento no enzimático y la oxidación de lípidos que lleva al desarrollo de olores rancios (CASP y ABRIL, 1999).

2.6.2 Reacción de primer orden. La reacción es caracterizada por la disminución en forma exponencial del atributo de calidad, Q , durante el periodo de almacenamiento (CASP y ABRIL, 1999; HELDMAN y LUND, 1992). El ritmo de pérdidas del atributo de calidad depende de la cantidad que queda del mismo, y esto implica que a medida que el tiempo avanza y el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor (CASP y ABRIL, 1999).

2.6.3 Efecto de la temperatura. HELDMAN y LUND (1992), señalan que si las reacciones químicas son acompañadas por efectos de calor y si éstos son bastante grandes, pueden causar un cambio significativo en la temperatura de la reacción, por lo tanto estos efectos deben ser también tomados en cuenta.

Generalmente la constante de velocidad de reacción acrecienta con un incremento de la temperatura (LABUZA, 2000). Además CASP y ABRIL (1999), señalan que la temperatura, a parte de afectar fuertemente a las constantes de velocidad de las reacciones, es el único factor que, la mayoría de las veces, le es impuesto externamente al alimento y no puede ser controlado por un envase apropiado. La influencia de la temperatura sobre la constante de velocidad de reacción en un proceso elemental, se puede describir utilizando la ecuación desarrollada por Svante Arrhenius, en 1889:

$$k = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (1)$$

donde, k_0 es el factor pre exponencial o factor de colisión (s^{-1}), E_a es la energía de activación ($kJ \cdot mol^{-1}$), R es la constante de los gases ideales ($kJ \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$) y T es la temperatura absoluta (K) (CASP y ABRIL, 1999; HELDMAN y LUND, 1992, TOLEDO, 1991)

Si se aplica logaritmo a la ecuación anterior se obtiene:

$$\ln k = -\ln k_0 \frac{E_a}{R} + \frac{1}{T} \quad (2)$$

Donde existe una relación lineal entre el logaritmo de la constante de velocidad y la inversa de la temperatura absoluta. La pendiente será el cociente de la energía de activación y la constante de los gases perfectos (CASP y ABRIL, 1999).

Para describir la relación entre la temperatura y la constante de velocidad de reacción se emplea un parámetro llamado: valor Q_{10} , el cual se define como el número de tiempos que cambia la velocidad de reacción con un cambio en temperatura de 10°C (LABUZA, 2000). Si la velocidad de reacción se duplica con un cambio de 10°C en la temperatura, entonces el valor de Q_{10} será de 2. Para reacciones tales como color inducido enzimáticamente o cambio de sabor en alimentos, degradación natural de pigmentos, oscurecimiento no enzimático, y la velocidad de crecimiento microbiano, el Q_{10} normalmente estará alrededor de 2 (TOLEDO, 1991). Matemáticamente CASP y ABRIL (1999), lo demuestran de la siguiente manera:

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} \quad (3)$$

Donde:

k_T = constante de velocidad de reacción a la temperatura T

k_{T+10} = constante de velocidad de reacción a la temperatura T + 10

Entre el valor Q_{10} y la energía de activación E_A existe una relación, como se demuestra a continuación:

$$k_{T+10} = k_0 e^{-\left[\frac{E_a}{R(T+10)}\right]}$$

$$k_T = k_0 e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Por lo tanto:

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} = \frac{k_0 e^{-\left[\frac{Ea}{R(T+10)}\right]}}{k_0 e^{-\left[\frac{Ea}{RT}\right]}} = e^{\left[\left[\frac{Ea}{RT}\right] - \left[\frac{Ea}{R(T+10)}\right]\right]}$$

$$\ln Q_{10} = \frac{Ea}{RT} - \frac{Ea}{R(T+10)} = \frac{Ea}{R} \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T+10} \right]$$

$$\ln Q_{10} = \frac{Ea}{R} \left[\frac{10}{T(T+10)} \right] \quad (4)$$

Para una reacción de orden cero, la vida útil y la constante de velocidad de reacción son inversamente proporcionales, por lo tanto la ecuación (3) se puede escribir:

$$Q_{10} = \frac{\text{vida útil a } T_{ref} (\text{°C})}{\text{vida útil a } T (\text{°C})} = \frac{t_0}{t_u} \quad (5)$$

Cuando $T = T_{ref} + 10\text{°C}$

Como se ha observado anteriormente:

$$t_u = t_0 e^{-a(T-T_{ref})}$$

$$\frac{t_0}{t_u} = e^{-a(T-T_{ref})}$$

Siendo t_0 = vida útil a T_{ref} (°C) y t_u = vida útil a T (°C). En este caso: $T - T_{ref} = 10^\circ\text{C}$

Sustituyendo en (5):

$$Q_{10} = e^{10a} \quad \text{o} \quad a = \frac{\ln Q_{10}}{10}$$

Por lo tanto, si se conoce el valor Q_{10} de la reacción que se está considerando, se podrá calcular la pendiente de la recta y así establecer cual será la vida útil a cualquier temperatura. Este sistema es interesante cuando se emplean test de vida útil acelerada, trabajando a temperaturas altas para que los tiempos de las experiencias sean más cortos. Una vez obtenidos los valores de vida útil a temperaturas altas, se podrá conocer la vida media a cualquier temperatura (CASP y ABRIL, 1999).

2.7 Evaluación sensorial

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios y de muchos otros materiales (WATTS *et al.*, 1992; WITTIG, 1981). Para Cornejo y Leveratto, citados por KINAST (2001), la evaluación sensorial de los alimentos consiste en la aplicación de diferentes técnicas que mediante el uso de los sentidos permiten llegar a una valoración muy adecuada de los alimentos que son ingeridos. La evaluación sensorial llega a afinar los sentidos usando la fisiología y la psicología de la percepción.

No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en

muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (WATTS *et al.*, 1992).

Para los tecnólogos en alimentos la propiedad sensorial mas importante asociada con el sentido de la vista, es la apariencia; esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor, sin siquiera haberlo probado (ANZALDUA, 1994)

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Material

En este punto se describe el lugar de trabajo, los materiales y los equipos que se utilizaron en la investigación.

3.1.1 Lugar de trabajo. La elaboración de la pasta y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Procesamiento de Productos Vegetales y en los Laboratorios de Microbiología y Química del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.

3.1.2 Materias primas. Las materias primas utilizadas para la elaboración de la pasta fueron: Ajo Blandino o Chilote (*Allium ampeloprasum* L.) adquirido en el área de Puerto Montt, X Región; el cual se procedió a descascarar, limpiar y lavar con agua clorada en una concentración de 200 ppm de cloro libre, previa separación de los dientes y a mantener congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Además se usó sal fina, azúcar granulada y aceite de maravilla.

3.1.3 Materiales y equipos. En la elaboración del producto se usaron los siguientes materiales: cuchillo, paletas, ollas, procesadora de alimentos, batidora, fuente, cucharas, frascos de vidrio de 200 ml con sus respectivas tapas. Además, se utilizaron estufas a diferentes temperaturas para almacenar e incubar las muestras, balanza, material de vidrio, medidor de a_w , peachímetro, colorímetro, entre otros, para las determinaciones analíticas y microbiológicas de las pastas ya elaboradas y para la obtención del análisis proximal del ajo materia prima.

3.2 Método

Se realizaron pruebas experimentales previas donde se establecieron las composiciones de las diferentes formulaciones de pasta de ajo, las cuales fueron preliminarmente elaboradas y degustadas por un panel sensorial para su aceptación y posterior aprobación para ser utilizadas en la investigación. La composición de las formulas a utilizar se muestran en el CUADRO 5.

CUADRO 5. Composición de las formulaciones de pasta de ajo.

Ingredientes	Formulas (%)			
	1	2	3	4
Ajo Blandino	91,5	86,5	90,5	85,5
Aceite	5	10	5	10
Sal	2	2	3	3
Azúcar	1,5	1,5	1,5	1,5

3.2.1 Metodología para la elaboración de la pasta de ajo. El proceso para la elaboración de la pasta se muestra en el diagrama de flujo de la FIGURA 3. A continuación se detallan los pasos más importantes en la elaboración de la pasta:

- Molienda: esta se llevó a cabo en una procesadora de alimentos la cual trituró los bulbos de ajo obteniendo así una mezcla homogénea y pastosa.
- Adición de ingredientes y homogeneización: a la pasta obtenida luego de la molienda se le adicionó el aceite, la sal y el azúcar correspondientes a la formulación elaborada, luego se procedió a homogeneizar la pasta con una batidora hasta que todo este bien mezclado.
- Calentamiento: la pasta fue calentada en ollas a través de Baño María hasta alcanzar una temperatura entre 80 - 85°C, para su posterior envasado en frascos de vidrio y su sellado en caliente.

- Tratamiento térmico: la mitad de los frascos obtenidos en la elaboración con pasta de ajo y sellados fueron sometidos a un tratamiento de 100°C por 20 minutos para luego ser enfriados rápidamente por rebalse con agua fría.

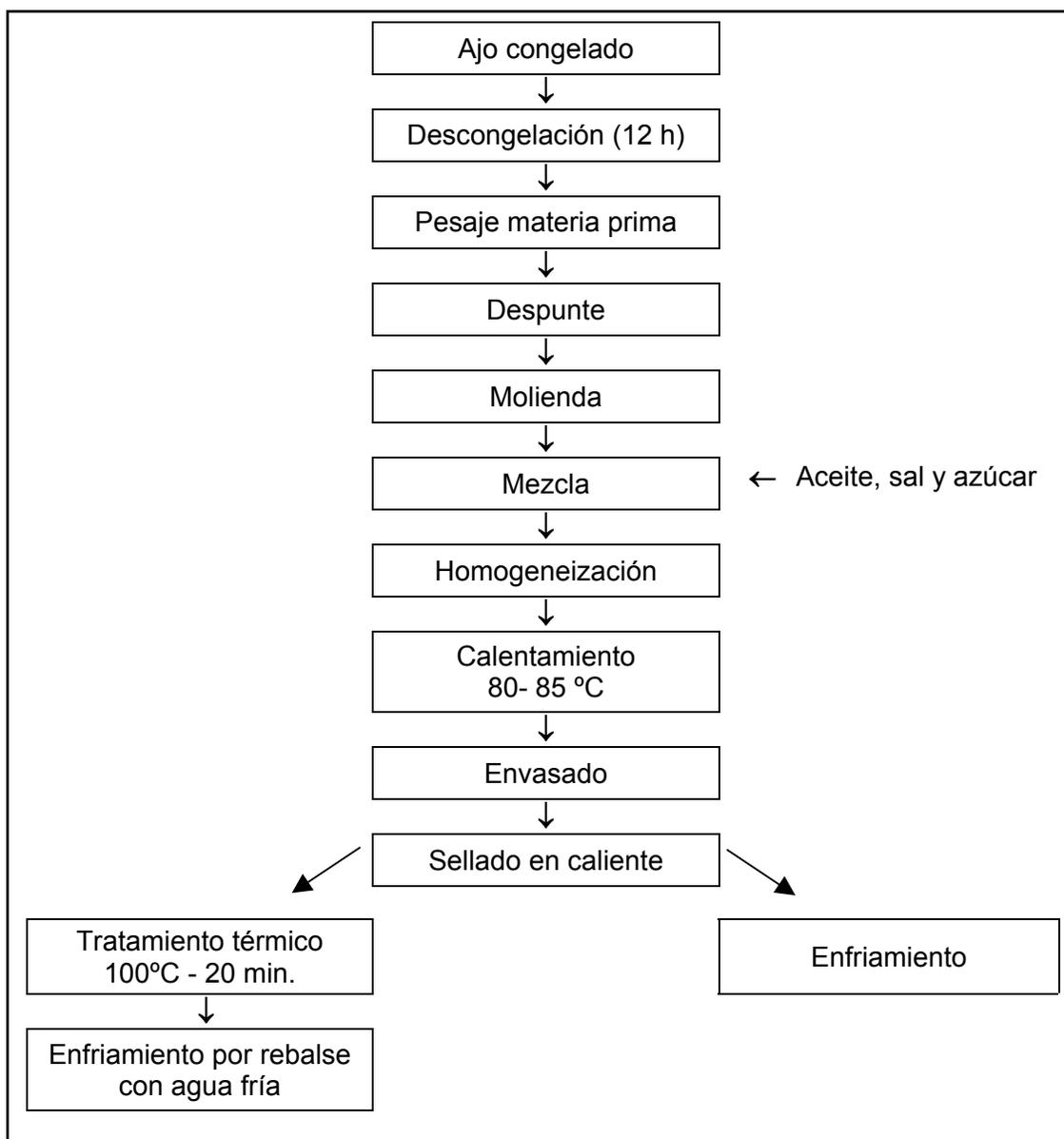


FIGURA 3. Diagrama de flujo de la elaboración de pasta de ajo blandino.

Luego de la preparación de la pasta se realizaron las determinaciones analíticas y microbiológicas correspondientes.

3.2.2 Determinaciones microbiológicas. Tanto a la materia prima como al producto terminado se les realizaron análisis microbiológicos consistentes en:

- Recuento en placa (SPC) para bacterias mesófilas con agar plate count, donde las muestras se incubaron a $32 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 ± 3 horas (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, APHA, 1992). Para el recuento de las placas se utilizó un contador de colonias marca Québec modelo 3326.
- Mohos y levaduras en agar papa dextrosa acidificado donde las muestras fueron incubadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 días (APHA, 1992)
- Presencia de *Staphylococcus aureus* en placas de agar Baird Parker, las muestras fueron incubadas a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas (APHA, 1992)
- Determinación del Número Mas Probable (NMP) de coliformes en tubos con caldo bilis verde brillante con campana de Durham. En este caso las muestras fueron incubadas a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas (APHA, 1992). La lectura consiste en formar una clave con el número de tubos positivos y aplicar la tabla del NMP para obtener la cantidad de bacterias coliformes por g de muestra (INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF), 1988)

3.2.3 Determinaciones físicas y químicas. A continuación se presentan los métodos utilizados para las determinaciones de materia prima y producto terminado:

3.2.3.1 Materia prima. Las determinaciones analíticas se realizaron previa descongelación del ajo blandino.

- Determinación de humedad mediante método gravimétrico según la ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC) (2000).
- Determinación de materia grasa, por método Soxhlet con extracción de grasa con éter de petróleo durante 6 horas, según AOAC (2000).
- Determinación de proteína, por el método Kjeldahl según AOAC (2000).
- Determinación de fibra cruda, según AOAC (2000).

- Determinación de cenizas, en mufla 550 °C durante una hora, según AOAC (2000).
- Determinación de pH, mediante un potenciómetro Radiometer Copenhagen.

3.2.3.2 Producto terminado. Una vez elaboradas las pastas de ajo se realizaron inmediatamente los análisis.

- Determinación de humedad mediante método gravimétrico según la AOAC (2000).
- Determinación de pH, mediante un potenciómetro Radiometer Copenhagen.
- Determinación de actividad de agua (a_w): mediante un analizador de a_w marca Luff 5803.
- Determinación de la composición final por balance de materia.
- Determinación del color mediante un colorímetro triestímulo marca Color Tester modelo LFM 1 para sólidos. Este equipo se basa en la representación del sistema normalizado por la Commission Internationale d' Eclairage (CIE) en el que se utiliza un diagrama de cromaticidad.

Este sistema comprende la medición en tres coordenadas X, Y y Z, en donde cada una representa: (X) tonalidad del color, (Y) claridad y (Z) grado de saturación. Debido a lo complejo que resulta expresar gráficamente un punto de color en un espacio tridimensional, la CIE propone la transformación a solo dos coordenadas X e Y mediante las formulas:

$$X = X / (X+Y+Z)$$

$$Y = Y / (X+Y+Z)$$

CALVO (1987), explica que es valido representar una definición de color de tres coordenadas en un diagrama de solo dos(X e Y), si también se da:

$$Z = Z / (X+Y+Z)$$

Así, los resultados entregados por el instrumento al ser transformados por las formulas anteriores quedan expresados en porcentajes o fracciones.

Se da entonces que:

$$X+Y+Z = 1$$

De esta manera por criterio de la CIE se descarta la coordenada Z para definir un punto de color en un diagrama de sólo dos coordenadas X e Y.

3.2.4 Evaluación sensorial. Para evaluar el producto terminado se sometió a una evaluación sensorial donde se midió aceptabilidad usando una escala hedónica de 9 niveles donde los panelistas expresan su nivel de agrado o desagrado (ANEXO 1) y calidad donde se evaluó color, sabor y aroma, con una escala graduada de 1 a 5 (ANEXO 2). En ambos casos las categorías van en descenso a medida que se les designa un puntaje menor (LARMOND, 1977).

3.2.5 Test de vida útil. Se realizó simulando una condición acelerada de su almacenamiento para evaluar la durabilidad del producto terminado, por lo que los frascos que contenían la pasta de ajo fueron almacenados en estufas a 32°C y 40°C, siendo analizadas las muestras semanalmente bajo los siguientes criterios:

- Recuento en placa (SPC) de bacterias mesófilas: las pastas se mantuvieron a 32°C por 30 días; las muestras fueron sembradas en agar plate count incubadas a $32 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 horas, para evaluar la presencia de bacterias en el producto.
- Color instrumental: las pastas se almacenaron a 40°C por 60 días; el color de las muestras fueron medidas por un colorímetro LFM 1 para sólidos.
- Aceptabilidad: la pasta de ajo fue mantenida a 40°C; fue evaluada por un panel sensorial usando una escala hedónica de 9 niveles, hasta que fuese rechazada.

3.2.6 Diseño experimental y análisis estadístico. La preparación de las formulaciones de pasta de ajo con tratamiento térmico y sin tratamiento se realizó en triplicado, es decir se presentan 24 ensayos los cuales fueron aleatoriamente distribuidos durante el periodo de elaboración, bajo las mismas condiciones.

Para los fines de este estudio se realizó un diseño multifactorial categórico, con dos factores principales y el efecto de sus interacciones el cual se muestra en el CUADRO 6. El 1^{er} factor en estudio fueron las formulaciones, el cual posee cuatro niveles, el 2^o factor fue el tratamiento térmico aplicado el cual presentó dos niveles. Las variables de respuesta fueron: análisis físicos y químicos (humedad, pH, a_w), evaluación sensorial de calidad (color, aroma, sabor) y análisis microbiológicos (mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, NMP de coliformes), color y aceptabilidad. Además, se realizó un diseño factorial simple categórico, donde el factor en estudio fue el tiempo, el cual presentó nueve niveles para la variable color y seis niveles para la variable aceptabilidad, para cada una de sus formulaciones (ver CUADRO 7).

CUADRO 6. Diseño Multifactorial Categórico.

Factor	Niveles	Variabes de respuesta
Formulaciones	F1 F2 F3 F4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humedad, a_w, pH ▪ Color , sabor, aroma ▪ Bacterias mésofilas, mohos y levaduras, <i>Staphylococcus aureus</i>, NMP de coliformes
Tratamientos	Con tratamiento Sin tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Color ▪ Aceptabilidad

CUADRO 7. Diseño Factorial Simple Categórico.

Factor	Niveles			Variable de respuesta
Tiempo	t0	t3	t6	Color (para cada formulación)
	t1	t4	t7	
	t2	t5	t8	
	t0	t2	t4	Aceptabilidad (para cada formulación)
	t1	t3	t5	

Posteriormente los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%. En caso de existir diferencias significativas ($P \leq 0,05$) se realizó el test de rango múltiple de Tukey al 95% de confianza, mediante el programa Statgraphics plus 5.0.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Materia prima

Antes de la preparación de las pastas, el ajo blandino fue evaluado física, química y microbiológicamente, para así obtener una noción de la calidad de la materia prima utilizada en esta investigación.

La composición proximal realizada a la materia prima de ajo blandino, se muestra en la FIGURA 4, donde aparecen los valores obtenidos en proteína, grasa, humedad, cenizas, fibra y ENN (extracto no nitrogenado), este último obtenido por diferencia porcentual. En el recuadro se indica además el pH, parámetro también considerado en este estudio.

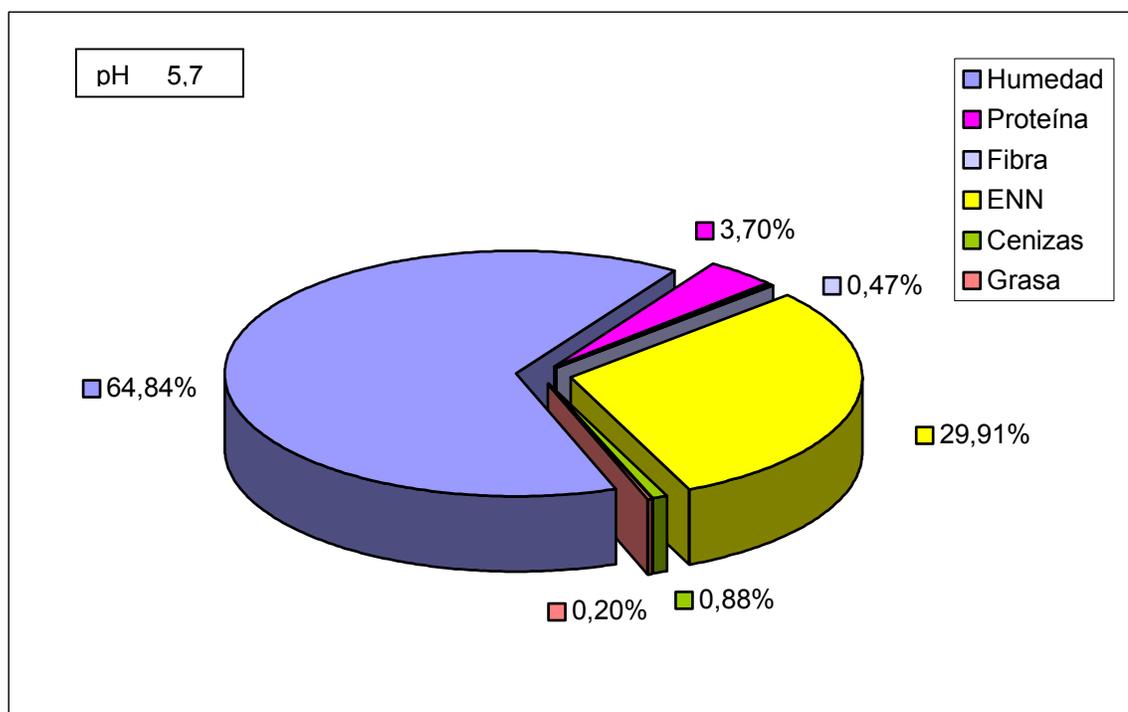


FIGURA 4. Composición proximal del ajo blandino.

Los resultados de la FIGURA 4 y los valores de referencia indicados en el CUADRO 3, son comparados en relación a base seca, observando de esta manera que la composición del ajo blandino se encuentra en su mayoría acorde con lo descrito por KRARUP (2002)¹, sin embargo, el contenido de materia grasa presenta un valor levemente mayor, pero significativamente menor a lo descrito por RUBATZKY y YAMAGUCHI (1999). Las diferencias encontradas en la composición del ajo blandino pueden deberse a que pertenecen a diferentes zonas de cultivo, pudiendo decir así que factores como el clima, fertilidad del suelo y manejo de cultivo juegan un papel importante en las características de composición del ajo (KRARUP, 2002)¹.

Se observa además, que el pH obtenido 5,7 es un valor cercano a lo que señala Fundación Chile (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998).

El CUADRO 8, presenta los valores obtenidos en los análisis microbiológicos del ajo para recuento total de bacterias mesófilas, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus* y NMP de coliformes.

CUADRO 8. Resultados microbiológicos del ajo blandino.

Microorganismos	Unidades formadoras de colonias / gramo
▪ Bacterias mesófilas	1,1 x 10 ²
▪ Mohos y levaduras	< 10
▪ <i>Staphylococcus aureus</i>	<10
▪ NMP de coliformes	< 3 NMP de coliformes

Microbiológicamente el ajo presenta una gran estabilidad debida principalmente a su aceite esencial (Segura citado por ANGULO y GOMEZ, 1998; Reuter *et al.* citado por SIVAM, 2001, Nok *et al.* y Ankri *et al.* citados por ANGULO y GOMEZ, 1998 y AUGUSTI, 1996). De acuerdo a los valores observados en el

¹Comunicación personal: KRARUP, A. Ingeniero Agrónomo Ph.D., Facultad de Ciencias Agrarias, UACH

CUADRO 8, se puede decir que el ajo después de ser lavado con agua clorada, presenta una escasa microflora, reduciendo de esta forma la contaminación natural del ajo. Según SHIM y KYUNG (1999), los dientes de ajo fresco poseen alrededor de $8,0 \times 10^2$ ufc/g, por lo tanto los recuentos obtenidos para bacterias mesófilas son inferiores a éstos, debido principalmente al manejo de la materia prima antes señalado. Para los demás recuentos no se encontraron referencias bibliográficas, aunque es importante destacar que la presencia de mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus* y coliformes presentan un reducido número, es decir no fueron detectados en los análisis por lo tanto se informan <10 ufc, <10 ufc y <3 NMP, respectivamente.

4.2 Producto terminado

En el caso de la pasta de ajo una vez elaborada, fue sometida a las determinaciones analíticas de humedad, a_w y pH. El CUADRO 9 presenta los valores obtenidos para las cuatro formulaciones, con sus respectivas desviaciones estándar, no mostrando diferencias estadísticamente significativas para el factor tratamiento térmico y su interacción ($P > 0,05$).

CUADRO 9. Resultados de las determinaciones analíticas del producto terminado.

Formulaciones	Determinaciones analíticas		
	Humedad (%)	a_w	pH
F1	57,84 ± 0,889 a	0,97 ± 0,008 a	5,75 ± 0,053 a
F2	55,62 ± 1,633 b	0,96 ± 0,010 a	5,76 ± 0,032 a
F3	56,94 ± 0,988 ab	0,96 ± 0,009 a	5,77 ± 0,021 a
F4	55,32 ± 1,258 b	0,96 ± 0,012 a	5,77 ± 0,038 a

Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de rango múltiple de Tukey

Como se puede observar en el CUADRO 9, la humedad de las pastas presenta diferencias estadísticamente significativas entre algunas formulaciones. La formulación 1 presenta el mayor contenido de humedad, lo que se debe a que tiene una mayor cantidad de ajo y un menor contenido de sal, por lo tanto la disponibilidad de agua es más alta que en las demás. Lo contrario ocurre con la formulación 4 donde se presenta una menor cantidad de ajo y una mayor proporción de sal, no presentando diferencias estadísticamente significativas con las formulaciones 2 y 3.

En cuanto a los valores de a_w se observa que las formulaciones no presentan diferencias estadísticamente significativas. La formulación 1 presenta la a_w más alta mostrando también el mayor contenido de humedad, mientras que las formulaciones 2 y 4 muestran valores similares de a_w , presentando a la vez contenidos de humedad más bajos. La actividad de agua tiene directa relación con el desarrollo bacteriano, ya que a valores altos de a_w , cercanos a 1, la velocidad de crecimiento de los microorganismos es más rápida encontrando condiciones óptimas para su desarrollo, de esta forma los alimentos se hacen más perecibles. Para que no se presente proliferación microbiana los valores de a_w deben ser inferiores a 0,60 (alimentos que contienen un 12% de humedad o menos). Como en este caso se trata de un producto a partir de ajo los valores de actividad de agua aunque son altos, no presentan influencia significativa en el desarrollo bacteriano ya que como se ha indicado anteriormente su aceite esencial inhibe el crecimiento y desarrollo de microorganismos.

Para pH el CUADRO 9 muestra que las formulaciones no presentan diferencias estadísticamente significativas, presentando un valor promedio de 5,76, esta cifra coincide con lo obtenido por AHMED *et al.* (2001) y AHMED y SHIVHARE (2001) en productos de pasta de ajo. Los valores de pH superiores a 4,5 son óptimos para el desarrollo de algunos microorganismos y actividad enzimática, pero al tratarse de este tipo de producto y las condiciones de elaboración de la

pasta, incluyendo tratamientos térmicos de pasteurización y esterilización, estos términos de alterabilidad en los alimentos se ven disminuidos.

En cuanto a la situación microbiológica la pasta de ajo no presentó recuentos en bacterias mesófilas, mohos y levaduras, coliformes y *Staphylococcus aureus*, presentando de esta forma una estabilidad importante de destacar. El CUADRO 10 presenta los recuentos obtenidos en estos análisis, los resultados reflejan lo obtenido en todas las formulaciones, por esta razón no se informa para cada una de las pastas, sino como un resultado general que abarca el comportamiento de todas, ya que tanto las formulaciones como los tratamientos térmicos no presentan diferencias estadísticamente significativas.

CUADRO 10. Resultados microbiológicos de la pasta de ajo blandino.

Microorganismos	Unidades formadoras de colonias / gramo
▪ Bacterias mesófilas	< 10
▪ Mohos y levaduras	< 10
▪ <i>Staphylococcus aureus</i>	<10
▪ NMP de coliformes	< 3 NMP de coliformes

Como se observa en el CUADRO 10, el recuento para bacterias mesófilas fue <10 ufc por gramo, siendo menor a lo encontrado por AHMED *et al.* (2001). En cuanto a la presencia de coliformes, mohos y levaduras estos coinciden con lo descrito por AHMED *et al.* (2001) y CHILE, MINISTERIO DE SALUD, (2000). Cabe destacar de esta forma que la pasta de ajo cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por Fundación Chile (CHILE, FUNDACION CHILE, 1998).

Para la presencia de *Staphylococcus aureus* en este tipo de producto no se encontraron referencias bibliográficas. Este microorganismo no se encontró en la pasta de ajo, informándose de esta manera <10 ufc por gramo. Además, no

hay que olvidar que gracias a los efectos antimicrobianos del ajo, puede inhibirse el crecimiento y desarrollo de *Staphylococcus aureus* (ANGULO y GOMEZ, 1998; DOYLE *et al.*, 1997; ROSS *et al.*, 2001; KYUNG *et al.*, 2002; UNAL, 2001; SIVAM, 2001).

La composición final de las pastas se obtuvo por balance de materia la cual se muestra en el CUADRO 11.

CUADRO 11. Composición final de las pastas de ajo.

Formulaciones	Humedad (%)	Sólidos no grasos (%)	Materia grasa (%)
F1	57,84	36,80	5,37
F2	55,62	34,10	10,28
F3	56,94	37,66	5,40
F4	55,32	34,49	10,20

Como se observa la composición final comprende, humedad la cual fue obtenida por análisis gravimétrico, sólidos no grasos y contenido de materia grasa, ambos obtenidos por balance de materia. Las formulaciones que presentan un mayor contenido de sólidos no grasos son aquellas en que la proporción de ajo fue mayor, superior al 90%, coincidiendo a la vez con los mayores contenidos de humedad.

4.3 Atributos de calidad y aceptabilidad

En el caso de la evaluación de calidad se usó un test de puntajes el cual consistió en la evaluación de las muestras según la intensidad de algunas características determinadas. El panelista registra su juicio en una escala graduada de cinco niveles. Para la aceptabilidad de las pastas se realizó el test de escala hedónica de nueve puntos que según LARMOND (1977), indica que

es la más usada para establecer preferencias. El termino “hedónico” es definido como “tiene relación con placer”.

En el CUADRO 12, se muestran los resultados obtenidos en la evaluación descriptiva de pasta de ajo, para los parámetros a evaluar fueron color, sabor y aroma.

CUADRO 12. Resultados de la evaluación descriptiva de atributos sensoriales de la pasta de ajo blandino.

Formulaciones	Color	Sabor	Aroma
F1	4,33 ± 0,476 a	4,10 ± 0,309 a	4,67 ± 0,476 a
F2	4,13 ± 0,334 a	3,73 ± 0,449 b	4,50 ± 0,505 a
F3	4,25 ± 0,438 a	4,10 ± 0,309 a	4,60 ± 0,494 a
F4	4,25 ± 0,438 a	3,79 ± 0,410 b	4,54 ± 0,504 a

Letras distintas en una columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de rango múltiple de Tukey

El color es un importante atributo para la aceptación del producto, ya que usualmente es la primera propiedad que el consumidor observa (Saenz *et al.* citado por AHMED y SHIVHARE, 2001). El CUADRO 12 presenta los valores obtenidos para el atributo antes mencionado, el cual no presenta diferencias estadísticamente significativas para los factores formulación y tratamiento térmico ($P > 0,05$). El producto fue calificado con valores cercanos a 4 en todas sus formulaciones lo que corresponde a un color “adecuado”.

En cuanto a sabor las formulaciones 1 y 3 presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a las formulas 2 y 4. El factor tratamiento térmico y su interacción no presentan diferencias estadísticamente significativas. Las calificaciones otorgadas corresponden a un sabor “intenso”, lo que era de esperar debido al tipo de producto evaluado; las formulaciones 1 y

3 presentan una nota levemente más alta que las otras pastas esto debido a que son las que presentan mayor proporción de ajo.

Con relación al aroma de la pasta esta fue calificada como “agradable típico”, no presentando diferencias estadísticamente significativas en los factores (formulación, tratamiento térmico) y su interacción.

Los resultados de aceptabilidad para las pastas de ajo (en el tiempo 0) se muestran en el CUADRO 13.

CUADRO 13. Resultados de la evaluación de aceptabilidad de las pastas de ajo blandino.

Formulaciones	Aceptabilidad
F1	7,71 ± 0,459 a
F2	7,77 ± 0,592 a
F3	7,67 ± 0,476 a
F4	7,60 ± 0,494 a

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, según la prueba de rango múltiple de Tukey

Los puntajes asignados no indican diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, de esta forma las pastas son catalogadas entre los rangos “me gusta mucho” y “me gusta moderadamente”. La formulación 2 presenta el mayor valor, siendo preferentemente la más agradable presentando un color adecuado, un sabor menos intenso que las demás pastas debido a que presenta menor cantidad de ajo en su preparación, un 10% de aceite y 2% de sal y un aroma característico correspondiente al producto evaluado.

De acuerdo a lo anterior se puede deducir que las pastas de ajo presentan un color, sabor y aroma apropiados lo cual conlleva a la aceptabilidad del producto.

4.4 Vida útil

La vida útil del producto fue evaluada por el seguimiento de ciertos parámetros en un determinado tiempo, simulando una condición acelerada en su almacenamiento. Esto se describió detalladamente en el punto 3.2.6. El Q_{10} utilizado para la predicción de vida útil será de 2,5, valor que fue recomendado por LABUZA (2003)¹, lo que es corroborado por FENNEMA (1993) y TOLEDO (1991).

4.4.1 Recuento total de bacterias. La pasta de ajo fue mantenida a 32 °C por 30 días, fue evaluada semanalmente. El CUADRO 14, presenta los recuentos encontrados durante el periodo de análisis.

CUADRO 14. Recuento total de bacterias mesófilas en la pasta de ajo almacenadas a 32 °C.

Formulaciones	Recuentos (ufc por gramo)				
	t0	t1	t2	t3	t4
F1	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
F2	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
F3	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
F4	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Como se observa, la pasta de ajo no presentó desarrollo de microorganismos durante los 30 días, incluso manteniendo las condiciones de temperatura óptimas para el desarrollo de este tipo de bacterias, por lo tanto, no existen diferencias estadísticamente significativas en las formulaciones ni en el factor tratamiento térmico, de esta forma se confirma el poder antimicrobiano del ajo descrito por ANGULO y GOMEZ (1998), DOYLE *et al.* (1997); ROSS *et al.* (2001), KYUNG *et al.* (2002), UNAL (2001), SIVAM (2001) entre otros.

¹Comunicación personal: LABUZA, T. P h. D. Professor of Food Science in the Department of Food Science and Nutrition at the University of Minnesota. tplabuza@umn.edu. (MARZO – 2003)

Después de 8 meses se realizó un análisis microbiológico adicional a la pasta de ajo, la cual se había mantenido en condiciones de temperatura normales de almacenamiento, presentando valores similares a los obtenidos en las condiciones aceleradas (<10 ufc/g), de esta forma el producto presenta una condición bacteriológica segura de al menos 32 semanas.

4.4.2 Color. El color fue medido instrumentalmente cada semana durante dos meses por medio del colorímetro triestímulo marca Color Tester modelo LFM 1 para sólidos, el cual se basa en la representación del sistema normalizado por la Commission Internationale d' Eclairage (CIE), que para el caso de la representación gráfica en un diagrama de cromaticidad en el sistema CIEXYZ, los resultados finales se presentan en la FIGURA 5.

Para determinar el color de las pastas, se obtuvieron los valores X e Y, significando cada coordenada la tonalidad del color y la claridad, respectivamente, para ingresar al plano cartesiano de la carta color (triángulo colorido del sistema CIE).

Como bien señala CALVO (1987), cada una de las coordenadas representadas en el diagrama de la FIGURA 5 definen en conjunto el color de un material.

De acuerdo al fundamento anterior se decidió evaluar estadísticamente ambas coordenadas por separado, de manera de poder concluir más detalladamente acerca del color de las pastas y su comportamiento en el tiempo de evaluación.

Cabe destacar que la FIGURA 5 posee de fondo sólo el área correspondiente del diagrama de cromaticidad del sistema CIE - XYZ original, que es donde se localizaron los resultados.

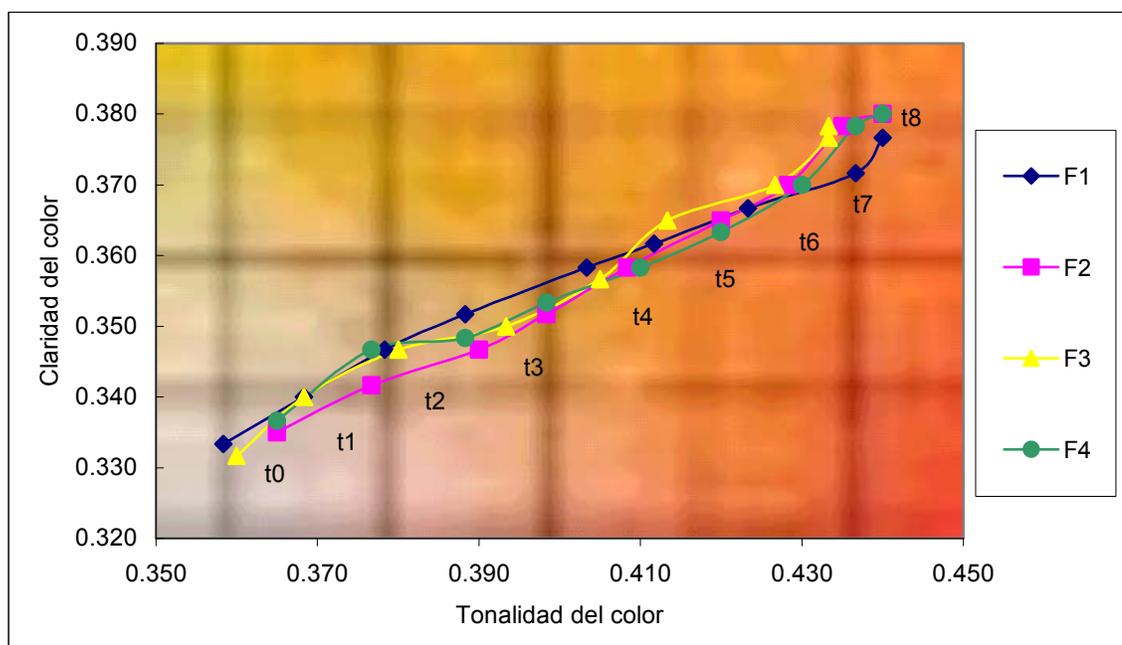


FIGURA 5. Distribución del color de las pastas de ajo para las diferentes formulaciones en función del tiempo de evaluación.

4.4.2.1 Color coordenada X. El CUADRO 15 presenta los valores de la coordenada X (tonalidad) obtenidos en cada tiempo para las cuatro formulaciones. En todos los casos el factor tratamiento térmico y la interacción de los factores no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$).

Del CUADRO 15 se observa que los valores en el tiempo 0 muestran diferencias estadísticamente significativas en las formulaciones, presentando dos grupos homogéneos, esta misma situación se mantiene hasta el tiempo 3 y el tiempo 5, donde las formulaciones 2 y 4 no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellas existiendo un tonalidad mayor a las demás pastas.

CUADRO 15. Resultados color coordenada X (tonalidad) de las pastas de ajo para cada tiempo de evaluación.

	F1	F2	F3	F4
t0	0,36 ± 0,004 b	0,37 ± 0,005 a	0,36 ± 0,000 ab	0,37 ± 0,005 a
t1	0,37 ± 0,004 b	0,38 ± 0,005 a	0,37 ± 0,004 b	0,38 ± 0,005 a
t2	0,38 ± 0,004 b	0,39 ± 0,006 a	0,38 ± 0,006 b	0,39 ± 0,004 a
t3	0,39 ± 0,008 b	0,40 ± 0,004 a	0,39 ± 0,005 ab	0,40 ± 0,004 a
t4	0,40 ± 0,005 a	0,41 ± 0,004 a	0,41 ± 0,008 a	0,41 ± 0,000 a
t5	0,41 ± 0,004 b	0,42 ± 0,006 a	0,41 ± 0,005 b	0,42 ± 0,000 a
t6	0,42 ± 0,005 a	0,43 ± 0,004 a	0,43 ± 0,005 a	0,43 ± 0,000 a
t7	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,004 a
t8	0,44 ± 0,000 a	0,44 ± 0,004 a	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,004 a

Letras distintas en las filas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% entre las formulaciones, según la prueba de rango múltiple de Tukey

En los tiempos 4, 6, 7 y 8, las pastas no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0,05$), mostrando de esta forma una tonalidad similar.

Estas situaciones se pueden comprobar observando la FIGURA 5, donde el comportamiento de las formulaciones en cada tiempo de evaluación es similar a lo indicado anteriormente.

En el CUADRO 16 se presentan los resultados de la coordenada X (tonalidad) de cada formulación para los ocho periodos de evaluación. En todas las formulaciones existió diferencia estadísticamente significativa para el factor tiempo.

CUADRO 16. Resultados color coordenada X (tonalidad) de cada pasta de ajo en los tiempos de evaluación.

	F1	F2	F3	F4
t0	0,36 ± 0,004 g	0,37 ± 0,005 g	0,36 ± 0,000 e	0,37 ± 0,005 h
t1	0,37 ± 0,004 f	0,38 ± 0,005 f	0,37 ± 0,004 e	0,38 ± 0,005 g
t2	0,38 ± 0,004 e	0,39 ± 0,006 e	0,38 ± 0,006 d	0,39 ± 0,004 f
t3	0,39 ± 0,008 d	0,40 ± 0,004 e	0,39 ± 0,005 c	0,40 ± 0,004 e
t4	0,40 ± 0,005 c	0,41 ± 0,004 d	0,41 ± 0,008 b	0,41 ± 0,000 d
t5	0,41 ± 0,004 c	0,42 ± 0,006 c	0,41 ± 0,005 b	0,42 ± 0,000 c
t6	0,42 ± 0,005 b	0,43 ± 0,004 bc	0,43 ± 0,005 a	0,43 ± 0,000 b
t7	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,005 ab	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,004 a
t8	0,44 ± 0,000 a	0,44 ± 0,004 a	0,44 ± 0,005 a	0,44 ± 0,004 a

Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tiempos, según la prueba de rango múltiple de Tukey

Se muestra en el CUADRO 16 que en cada una de las pastas se presenta una tendencia clara al aumento de su tonalidad desde el tiempo 0 hasta el tiempo 7 manteniéndose este resultado en el tiempo 8. Al observar en detalle la FIGURA 5, es posible señalar que a medida que aumenta el tiempo de evaluación, la tonalidad (coordenada X) también aumenta existiendo de esta forma un desplazamiento hacia la derecha en el plano cartesiano del color.

Para la formulación 1, en el CUADRO 16, se observan 7 grupos homogéneos, donde el tiempo 7 y 8 presentan el mismo resultado, al igual que el tiempo 4 y 5. En la formulación 2, el tiempo 7 y 8 corresponden a un mismo grupo homogéneo, es decir presentan la misma tonalidad de color, pero a la vez el tiempo 7 presenta un grupo paralelo con el tiempo 6 y este con el tiempo 5, mostrando estadísticamente siete grupos homogéneos. Para la formulación 3, se muestran cinco grupos, donde el tiempo 4 y 5 son un grupo y el tiempo 6, 7 y 8 corresponden a otro grupo homogéneo. En el caso de la formulación 4 se

presentan ocho grupos homogéneos, siendo cada uno de los tiempos heterogéneo estadísticamente, exceptuando los tiempos 7 y 8 que corresponden al mismo grupo.

4.4.2.2 Color coordenada Y. En el CUADRO 17 se muestran los valores de la coordenada Y (claridad) para cada tiempo de evaluación en todas las formulaciones. El factor tratamiento térmico y su interacción no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

CUADRO 17. Resultados color coordenada Y (claridad) de las pastas de ajo para cada tiempo de evaluación.

	F1	F2	F3	F4
t0	0,33 ± 0,005 a	0,34 ± 0,005 a	0,33 ± 0 004 a	0,34 ± 0,005 a
t1	0,34 ± 0,000 b	0,34 ± 0,004 b	0,34 ± 0,000 b	0,35 ± 0,005 a
t2	0,35 ± 0,005 a	0,35 ± 0,005 a	0,35 ± 0,005 a	0,35 ± 0,004 a
t3	0,35 ± 0,004 a	0,35 ± 0,004 a	0,35 ± 0,000 a	0,35 ± 0,005 a
t4	0,36 ± 0,004 a	0,36 ± 0,004 a	0,36 ± 0,005 a	0,36 ± 0,004 a
t5	0,36 ± 0,004 a	0,37 ± 0,005 a	0,37 ± 0,005 a	0,36 ± 0,005 a
t6	0,37 ± 0,008 a	0,37 ± 0,000 a	0,37 ± 0,006 a	0,37 ± 0,006 a
t7	0,37 ± 0,008 a	0,38 ± 0,004 a	0,38 ± 0,005 a	0,38 ± 0,004 a
t8	0,38 ± 0,005 a	0,38 ± 0,000 a	0,38 ± 0,004 a	0,38 ± 0,000 a

Letras distintas en las filas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% entre las formulaciones, según la prueba de rango múltiple de Tukey

Del cuadro anterior se puede observar que para el tiempo 1 existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones, presentando dos grupos homogéneos, siendo la formulación 4 diferente al resto presentando el mayor resultado, es decir, posee una mayor claridad que las demás pastas. En los demás tiempos el factor formula no presentó diferencias estadísticamente

significativas, por lo que se deduce que el efecto en la claridad del color en las pastas de ajo no se ve modificado por la composición de las pastas.

El CUADRO 18 presenta los valores del color de la coordenada Y (claridad) de cada formulación para los ocho periodos de evaluación, donde el factor tiempo presenta diferencias estadísticamente significativas en todas las formulaciones.

CUADRO 18. Resultados color coordenada Y (claridad) de cada pasta de ajo en los tiempo de evaluación.

	F1	F2	F3	F4
t0	0,33 ± 0,005 g	0,34 ± 0,005 g	0,33 ± 0 004 g	0,34 ± 0,005 g
t1	0,34 ± 0,000 fg	0,34 ± 0,004 fg	0,34 ± 0,000 fg	0,35 ± 0,005 f
t2	0,35 ± 0,005 ef	0,35 ± 0,005 ef	0,35 ± 0,005 ef	0,35 ± 0,004 f
t3	0,35 ± 0,004 de	0,35 ± 0,004 de	0,35 ± 0,000 de	0,35 ± 0,005 ef
t4	0,36 ± 0,004 cd	0,36 ± 0,004 cd	0,36 ± 0,005 cd	0,36 ± 0,004 de
t5	0,36 ± 0,004 c	0,37 ± 0,005 bc	0,37 ± 0,005 bc	0,36 ± 0,005 cd
t6	0,37 ± 0,008 bc	0,37 ± 0,000 b	0,37 ± 0,006 ab	0,37 ± 0,006 bc
t7	0,37 ± 0,008 ab	0,38 ± 0,004 a	0,38 ± 0,005 a	0,38 ± 0,004 ab
t8	0,38 ± 0,005 a	0,38 ± 0,000 a	0,38 ± 0,004 a	0,38 ± 0,000 a

Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tiempos, según la prueba de rango múltiple de Tukey

Se observa en el CUADRO 18 el aumento de la claridad desde el tiempo 0 hasta el tiempo 7 u 8. Si se observa la FIGURA 5 existe un notorio aumento en los valores de la coordenada Y para las diferentes pastas a medida que pasa el tiempo de evaluación. En todas las formulaciones se presentan siete grupos homogéneos y en su mayoría comprenden más de un tiempo de evaluación. Así es como en el CUADRO 18 se muestra que en la formulación 1 los tiempos 7, 6, 4, 3, 2 y 1 pertenecen a dos grupos diferentes, lo mismo ocurre en la formulación 2, 3 y 4 con diferentes tiempos.

Por ultimo, se puede concluir en forma general que para el factor color estudiado, en función de sus coordenadas, las diferentes composiciones de las formulaciones en un mismo tiempo presentan similar tonalidad y claridad. Y a medida que transcurre el tiempo de evaluación se provoca un incremento en su color representado en un aumento en la tonalidad como en la claridad de las pastas.

Los colores correspondientes a las coordenadas X e Y para cada tiempo en la carta color del sistema CIE, según el observador del estudio se muestran en el CUADRO 19.

CUADRO 19. Colores para cada tiempo según la carta color del sistema CIE.

Tiempo	Color
t0	Crema
t1	Crema
t2	Amarillento
t3	Amarillo
t4	Anaranjado
t5	Anaranjado
t6	Anaranjado
t7	Naranja
t8	Naranja

Se puede decir que la pasta presenta un pardeamiento u oscurecimiento a medida que transcurre el tiempo, además se puede señalar que se trataría de un pardeamiento no enzimático también llamado reacción de Maillard donde se observa la formación de colores pardos.

Cuando la pasta es elaborada se observa un color crema (tiempo 0), lo cual coincide con lo descrito por LUKES (1986). Esta tonalidad se mantiene hasta el tiempo 2, tiempo en que comienzan a aparecer colores más “amarillentos” y “anaranjados” (oscuros).

4.4.3 Aceptabilidad. La aceptabilidad de la pasta de ajo fue evaluada por un panel sensorial cada semana hasta ser rechazada, usando una escala hedónica de 9 niveles. Para ello los frascos se mantuvieron almacenados a 40°C, para acelerar el proceso. Cuando las pastas fueron calificadas con notas inferiores a 3, estas fueron consideradas como rechazadas, lo cual ocurrió a las seis semanas de almacenamiento. Para el caso de los análisis estadísticos y por términos de seguridad en el test de vida útil acelerada se determinó restar una semana, por lo tanto la aceptabilidad del producto será de cinco semanas.

La FIGURA 6 ilustra la aceptabilidad obtenida por las formulaciones durante cada semana de evaluación.

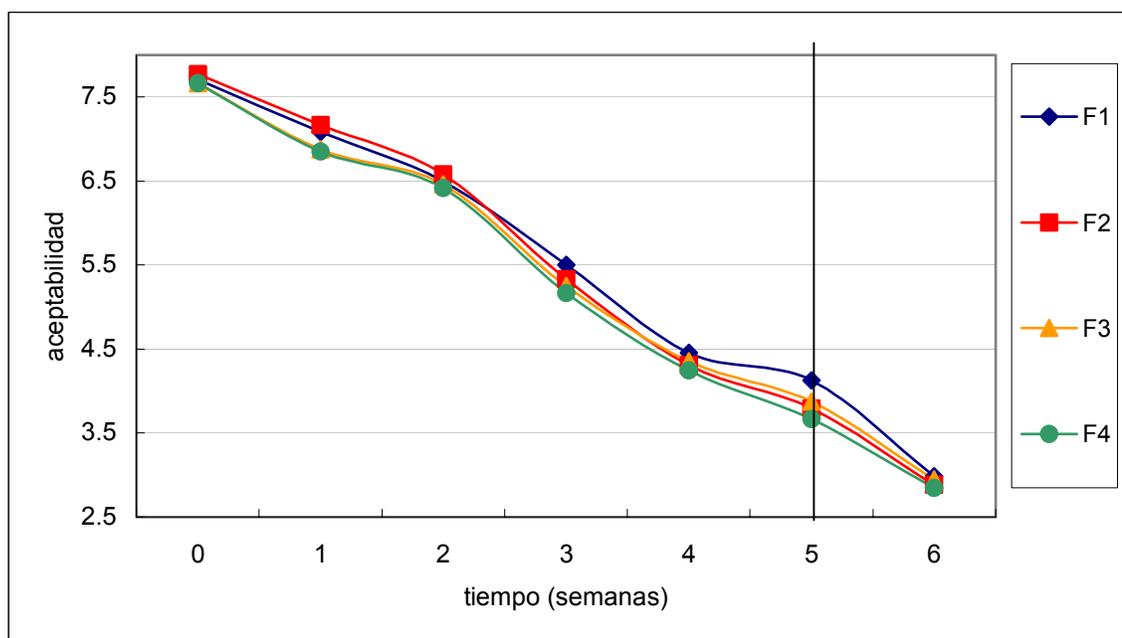


FIGURA 6. Aceptabilidad de las pastas de ajo durante seis semanas de almacenamiento en condiciones aceleradas.

Como se observa en la FIGURA 6, la pasta de ajo fue obteniendo puntajes menores a medida que pasaba el tiempo, por lo que fue aceptada hasta las cinco semanas de almacenamiento acelerado, luego de ello el producto fue rechazado, obteniendo calificaciones inferiores a 3, esto puede deberse a olores y sabores desagradables, probablemente producidos por la degradación del aceite agregado. Las cuatro pastas de ajo presentan similar comportamiento durante la evaluación de aceptabilidad.

El CUADRO 20 muestra las calificaciones obtenidas por las pastas durante cada periodo de aceptación, presentando sus correspondientes desviaciones estándar. En todos los tiempos de evaluación no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el factor tratamiento térmico y su interacción.

CUADRO 20. Calificaciones de las pastas de ajo durante el periodo de aceptación.

	F1	F2	F3	F4
t0	7,71 ± 0,459 a	7,77 ± 0,592 a	7,67 ± 0,476 a	7,60 ± 0,494 a
t1	7,08 ± 0,279 a	7,17 ± 0,377 a	6,88 ± 0,334 b	6,85 ± 0,357 b
t2	6,50 ± 0,505 a	6,58 ± 0,498 a	6,46 ± 0,504 a	6,42 ± 0,498 a
t3	5,50 ± 0,505 a	5,33 ± 0,476 ab	5,25 ± 0,438 b	5,17 ± 0,377 b
t4	4,46 ± 0,504 a	4,31 ± 0,468 a	4,35 ± 0,483 a	4,25 ± 0,438 a
t5	4,13 ± 0,334 a	3,79 ± 0,410 b	3,88 ± 0,334 bc	3,67 ± 0,476 c

Letras distintas en las filas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% entre las formulaciones, según la prueba de rango múltiple de Tukey

Para el tiempo 0 el CUADRO 20 muestra calificaciones no inferiores a 7,6 en todas las formulaciones, no presentando diferencias estadísticamente significativas para este factor, siendo de esta manera catalogada entre “me gusta mucho” y “me gusta moderadamente”. En el tiempo 1 de evaluación las pastas presentaron diferencias estadísticamente significativas encontrando dos

grupos homogéneos, la formulación 1 y 2 presentan las mayores calificaciones perteneciendo al mismo grupo, sin embargo todas las formulaciones en este tiempo fueron catalogados como “me gusta moderadamente”. Además, el CUADRO 20 muestra que el tiempo 2 no presenta diferencias estadísticamente significativas y las pastas son calificadas entre los rangos “me gusta moderadamente” y “me gusta levemente”. En el tiempo 3 las pastas presentaron calificaciones cercanas a la categoría de “no me gusta ni me disgusta”, encontrándose diferencias estadísticamente significativas, presentando dos grupos homogéneos, donde la formulación 1 presentó el mayor puntaje. Las pastas evaluadas en el tiempo 4 se encuentran catalogadas en el nivel “me disgusta levemente”, no presentando diferencias estadísticamente significativas. En el tiempo 5 se presentan calificaciones que fluctúan entre 3,7 para la formulación 4 y 4,1 para la formulación 1, por lo tanto la evaluación se encuentra catalogada entre “me disgusta levemente” y “me disgusta moderadamente”, donde existen diferencias estadísticamente significativas presentando tres grupos homogéneos.

Se puede decir que la formulación 1 es la pasta mejor evaluada y aunque en los tiempos 0, 1 y 2 la formulación 2 presentó los mayores puntajes, estos no presentaron diferencias estadísticamente significativas con la formulación 1. La pasta que presentó los menores puntajes en cada tiempo de evaluación fue la formulación 4.

El CUADRO 21 muestra la aceptabilidad obtenida en los periodos de evaluación para cada una de las pastas, existiendo diferencias estadísticamente significativas en todos los tiempos, mostrando de esta forma en cada formulación seis grupos homogéneos.

CUADRO 21. Calificaciones de aceptabilidad en el periodo de evaluación en cada una de las formulaciones.

	F1	F2	F3	F4
t0	7,71 ± 0,459 a	7,77 ± 0,592 a	7,67 ± 0,476 a	7,60 ± 0,494 a
t1	7,08 ± 0,279 b	7,17 ± 0,377 b	6,88 ± 0,334 b	6,85 ± 0,357 b
t2	6,50 ± 0,505 c	6,58 ± 0,498 c	6,46 ± 0,504 c	6,42 ± 0,498 c
t3	5,50 ± 0,505 d	5,33 ± 0,476 d	5,25 ± 0,438 d	5,17 ± 0,377 d
t4	4,46 ± 0,504 e	4,31 ± 0,468 e	4,35 ± 0,483 e	4,25 ± 0,438 e
t5	4,13 ± 0,334 f	3,79 ± 0,410 f	3,88 ± 0,334 f	3,67 ± 0,476 f

Letras distintas en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los tiempos, según la prueba de rango múltiple de Tukey

En el cuadro anterior se observa que las cuatro formulaciones presentan un descenso de los puntajes de aceptación mientras transcurre el tiempo, presentando desde el tiempo 3 una declinación mas fuerte que en los tiempos anteriores.

Como se ha afirmado anteriormente estos resultados corresponden a un test de vida útil acelerada. Esta información fue traspasada a condiciones normales de almacenamiento, es decir, a 20°C, para ello se usaron las ecuaciones descritas por CASP y ABRIL (1999) y un Q_{10} de 2,5.

Primeramente se determina el valor de la pendiente “a” con el valor Q_{10}

$$Q_{10} = e^{10 a}$$

$$a = \frac{\ln Q_{10}}{10} = \frac{\ln 2,5}{10} = 0,09163$$

reemplazando en la siguiente ecuación:

$$t_u = t_0 e^{-a(T - T_{ref})}$$

donde t_0 = vida útil a T_{ref} (°C) = ?

t_u = vida útil a T (°C) = 5 semanas a 40°C

En este caso: $T - T_{ref} = 20^\circ\text{C}$

$$t_u = t_0 e^{-a(T - T_{ref})}$$

$$5 = t_0 e^{-0,09163(40 - 20)}$$

$$t_0 = 31,25 \text{ semanas}$$

La aceptabilidad de las pastas de ajo durante test de vida útil acelerado, puede ser transferido a las condiciones normales de almacenamiento, es decir, a 20°C en cuyo caso la aceptabilidad de 5 semanas aumenta a 31,25 semanas (7,8 meses), lo que se ilustra en la FIGURA 7.

Las correlaciones mostradas en la FIGURA 7, corresponden al comportamiento lineal de cada una de las pastas durante el tiempo de evaluación, presentando valores de R^2 superiores a 0,98.

Ahora, tomando en cuenta los valores obtenidos en la evaluación de aceptabilidad se puede saber el color que presentaría la pasta de ajo a un almacenamiento de 20°C a las 31,25 semanas.

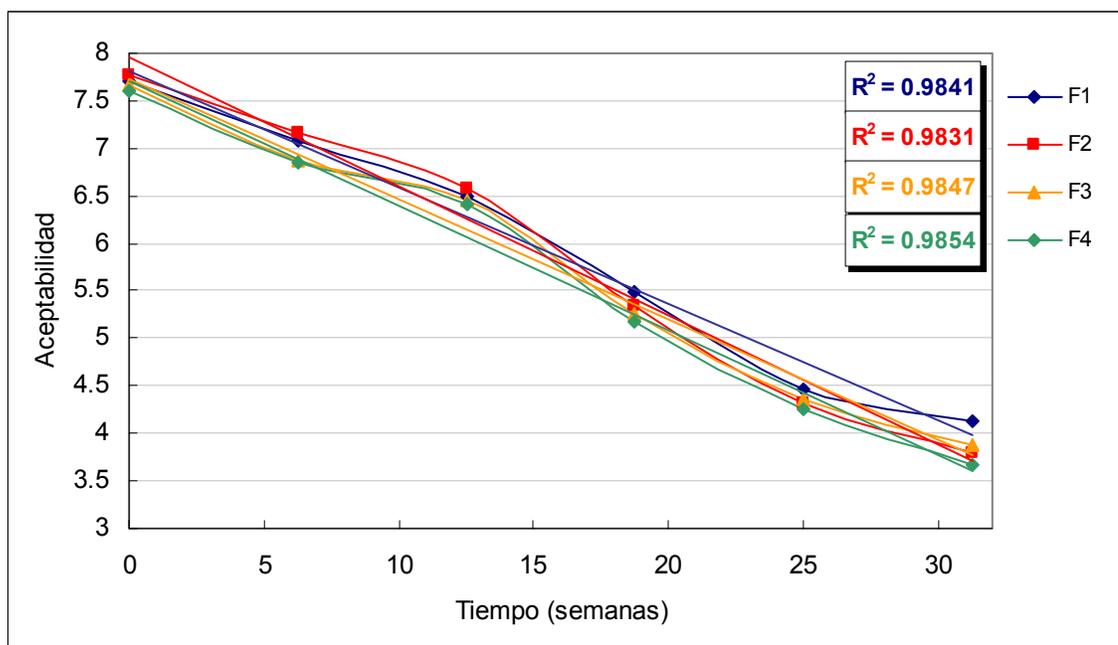


FIGURA 7. Aceptabilidad de las pastas de ajo en condiciones normales de almacenamiento.

La FIGURA 8 ilustra lo que ocurriría con el color a las 5 semanas, tiempo en que la pasta fue aceptada a 40°C lo que equivale a 31,25 semanas a 20°C.

A las 5 semanas (t_5) de almacenamiento a condiciones aceleradas, lo que a 20°C corresponde a 31,25 semanas, el color adquirido corresponde a anaranjado.

El color crema, deseable en este producto permanece según la FIGURA 8 por un periodo superior a 6,25 semanas, pero inferior a 12,5 semanas, después de este último el color se torna amarillento.

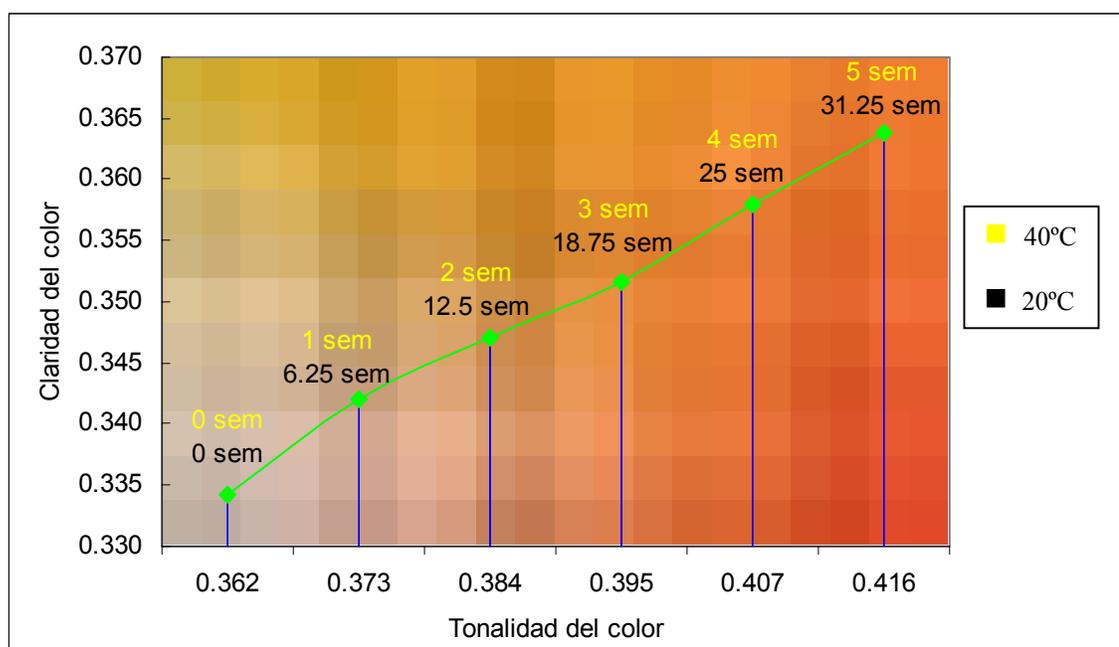


FIGURA 8. Evaluación del color de la pasta aceptada sensorialmente en condiciones aceleradas y reales de almacenamiento.

5. CONCLUSIONES

- La estabilidad microbiológica natural del ajo en conjunto con las condiciones de elaboración de la pasta, hacen producir con factibilidad un producto de inocuidad estable, demostrando en este estudio clara inhibición para bacterias mesófilas, mohos y levaduras, coliformes y *Staphylococcus aureus*.
- La aceptabilidad para la pasta de ajo mantenida en condiciones aceleradas de almacenamiento fue de 5 semanas. A una temperatura de 20°C este tiempo se multiplica por 6,25 veces, es decir, tendría una vida útil por aceptabilidad, aproximada de 8 meses, lo que muestra una conservación mayor a la planteada originalmente (6 meses).
- La formulación 1 presenta las mejores evaluaciones en los análisis sensoriales, ya sea en atributos de calidad como de aceptabilidad, mostrando de esta forma la preferencia de los consumidores por una pasta que contiene mas del 90% de ajo en presencia de un 5% de aceite y 2% de sal.
- Durante la evaluación del color, a 40°C durante dos meses, se presentó un incremento en la tonalidad y la claridad de las pastas a medida que transcurría el tiempo, lo que se traduce en una intensificación del color.
- El color de la pasta de ajo, color crema, permanece por un periodo aproximado de dos meses, luego presenta una tonalidad amarillenta no influyendo significativamente en la aceptabilidad de la pasta.

- La pasta se plantea como una buena alternativa de producción para el mercado del ajo blandino, siendo factible su elaboración en forma natural, sin uso de preservantes ni aditivos, logrando un producto atractivo al consumidor, manteniendo su color y sabor característicos y de fácil utilización como condimento.

6. RESUMEN

El ajo blandino o chilote es principalmente cultivado en la X Región, presenta un gran tamaño y una menor intensidad de sabor y aroma que el de la especie *sativum*, siendo ésta una ventaja para su comercialización. El objetivo general de este trabajo fue elaborar pasta en forma natural a partir de ajo blandino, logrando un producto atractivo al consumidor, de fácil utilización manteniendo su color y sabor en el tiempo. Se establecieron cuatro formulaciones con 91,5; 86,5; 90,5 ó 85,5% de ajo; 10 ó 5% de aceite; 3 ó 2% de sal y 1,5% de azúcar. El procedimiento de elaboración consistió en el pesaje, despunte y molienda del ajo; la mezcla y homogeneización de los ingredientes, calentamiento entre 80 y 85°C, envasado y sellado en caliente, luego la mitad de los frascos fueron esterilizados a 100°C por 20 minutos y posteriormente enfriados. A la materia prima se le determinó su composición proximal, pH y análisis microbiológicos, al producto terminado se le midió la humedad, a_w , pH, color y se obtuvo su composición final por balance de materia, además se realizó análisis microbiológico, evaluación sensorial para aceptabilidad y calidad y test de vida útil acelerado. En las pastas, la humedad fluctuó entre 57,8 y 55,3%; la actividad de agua entre 0,97 y 0,95; el pH fue cercano a 5,7 y las calificaciones para los atributos de calidad fueron mayores para la formulación 1. Además, no se presentaron recuentos microbiológicos mostrando una estabilidad bacteriológica importante y una aceptabilidad de 5 semanas en condiciones aceleradas la que muestra una conservación de 31,25 semanas en condiciones normales de almacenamiento. El color de las pastas durante dos meses de evaluación a 40°C, se fue oscureciendo, desde un color crema a anaranjado según la carta color del sistema CIE.

SUMMARY

The blandino or chilote garlic is mainly cultivated in Region X, presents a greater size and smaller intensity of flavor and aroma that *sativum* specie, being this an advantage for their commercialization. The general objective of this work was to elaborate natural garlic paste starting from garlic blandino, achieving an attractive product to the consumer, easy to use maintaining its color and flavor in the time. Four formulations settled down with 91,5; 86,5; 90,5 or 85,5% of garlic; 10 or 5% of oil; 3 or 2% of salt and 1,5% of sugar. The elaboration procedure consisted on the weigh, blunt and mill of the garlic; the mixture and to homogenize of the ingredients, heating among 80 and 85°C, packed and hot sealed, then half of the flasks were sterilized at 100°C by 20 minutes, and cooled. The proximal composition pH and microbiological analysis of raw material was determined; to the finished product, the moisture, a_w , pH, and color was measured and final composition by matter balance was computed; microbiological analysis, sensory evaluation of acceptability and quality and accelerated of shelf life test was also carried out. In the pastas the moisture fluctuated between 57,8 and 55,3%; the water activity was between 0.97 and 0.95, the pH was near to 5.7 and the qualifications for the quality attributes were bigger for the formulation 1. Besides, the absence of microbiological counts showed an important bacteriological stability and an acceptability of 5 weeks under accelerated storage conditions that corresponded to 31.25 weeks conservation under normal storage conditions. The color of the pastas during two months of evaluation at 40°C, turn darker, from a cream color to orange according to the color card of the CIE system.

BIBLIOGRAFIA

AGROANALISIS, 1999. "Ajos Chilotes o Blandinos. Una alternativa de exportación". 16 (173): 36 - 37.

AGROPECUARIO, 1999. "Ajos y Alcachofas constituyen una alternativa de producción para la Zona Sur". 16 (182): 38.

AHMED, J. y SHIVHARE, U.S. 2001. Thermal Kinetics of Color Change, Rheology, and Storage Characteristics of Garlic Puree/Paste. Journal of Food Science. 66 (5): 754 -757.

AHMED, J.; PAWANPREET y SHIVHARE, U.S. 2001. Physico-Chemical and Storage Characteristics of Garlic Paste. Journal of Food Processing and Preservation. 25 (1): 15 -23.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, APHA. 1992. Standards methods for the examination of dairy products. 16th Edition. Washington DC. 546p.

ANGULO, R. y GOMEZ, E. 1998. The antimicrobial effect of garlic: in vitro experimentation. Alimentaria. (296): 95 - 98.

ANZALDUA, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 198p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed. Editor Gaithersburg, Maryland- AOAC International 2000 Arlington Virginia, USA.

AUGUSTI, K. T. 1996. Therapeutic values of onion and garlic. *Ind. J. Exp. Biol.* 64: 334 -336.

CALVO, C. 1987. Atlas de color. Fundamentos y aplicaciones. *Revista Agroquímica y Tecnología alimentaria.* 29 (1): 15 - 29.

CAMPBELL-PLATT, G. 1989. Shelf life – who needs it?. *Food Science and Technology Today.* 3 (4): 244 -246.

CASP, A. y ABRIL, J. 1999. *Procesos de Conservación de Alimentos.* Ediciones Mundi-Prensa. Coedición. España. 493p.

CHILE, CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCION (CORFO). 1987. *Monografías hortícolas: ajo, cebolla, coliflor, repollito de brucas, pimentón y ají haba.* Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 135p.

CHILE, FUNDACION CHILE. 1998. *Informe final: Estudio de Factibilidad Instalación de Agroindustria Procesadora y Comercializadora de Ajo Blandino para la Comuna de Calbuco.* 49p.

CHILE, INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP), Fondo de Desarrollo Empresarial (FODEM). 1996. *Informe de Diagnóstico: Análisis del Potencial de Mercado de Ajo Blandino.* 40p.

- CHILE, INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP). 1999. Resumen ejecutivo: Estudio de Mercado del Ajo Blandino o Chilote. Puerto Montt. Chile. 25p.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2000. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Dto. N° 977/96 (D.Of. 13.05.97). Departamento de Asesoría Jurídica. Ediciones publiley. Chile. 167p.
- DOYLE, M.; BEUCHAT, L. y MONTVILLE, T. 1997. Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers. ASM press. Washington D.C. 768p.
- ESCAFF, M.; PIHUAN, R.; ALJARO, A. y BERTRAND, C. 1987. Variedades de Ajo: caracterización, evaluación y perspectivas. Investigación y Progreso Agropecuario la (41): 4 - 9
- ESCAFF, M. 1991. Variedades de Ajo Cultivadas en Chile. En: Primer Curso Taller de Ajos. 19 - 21 Noviembre. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Plantina (28), Santiago. Chile.
- FENNEMA, O. 1993. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 1095p.
- FIGUEROLA, F. y ESTÉVEZ, A.M., 1977. "Deshidratación de Ajo blandino (*Allium ampeloprasum* L.) del sur de Chile. Investigación Agrícola. 3 (2): 43 - 84.
- GAJON, C. 1949. Cultivo de Ajos y Cebollas. Editorial El Semillero. México, D.F. 145p.

HELDMANN, D. y LUND, D. 1992. Handbook of Food Engineering. Primera edición. Editorial Marcel Dekker, Inc. EEUU. 756p.

HOFFMANN, A. 1992. Plantas medicinales de uso común en Chile. Segunda Edición. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago. Chile. pp 41- 42.

ILLANES, B. 1992. Prospección del Cultivo de Ajo en la X^a Región. I. Especies, Tipos de Ajo y Manejo del Cultivo. Instituto de Investigación Agropecuarias. Centro de Investigación Remehue, Boletín Técnico N° 186. Osorno. Chile. 39p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). 1998. Microorganisms in foods. Segunda edición. University of Toronto. Press 436p.

ITAKURA, Y.; ICHIKAWA, M.; MORI, Y.; OKINO R.; UDAYAMA, M. y MORITA, T. 2001. How to Distingúis Garlic from the Other Allium Vegetables. Recent Advances on the Nutricional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement. The Journal of Nutrition. 131 (3S): 963S - 967S.

KINAST, C. 2001. Efecto del tipo de envase sobre las principales características de calidad de miel almacenada durante cinco meses. Tesis Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 159p.

KYUNG, K.H; KIM, M; PARK; KIM, Y. 2002. Alliinase - independent Inhibition of Staphylococcus aureus B33 by Heated Garlic. Journal of Food Science. 67 (2): 780 -785.

LABUZA, T. Determination of Shelf Life of Foods.

Available at: [www.fsci.umn.edu/Ted_Labuza/PDF_files/papers/General%20Shelf %20Life%20Review.pdf](http://www.fsci.umn.edu/Ted_Labuza/PDF_files/papers/General%20Shelf%20Life%20Review.pdf).

Accessed: Noviembre - 2002.

LARMOND, E. 1977. Métodos de Laboratorio para Evaluación Sensorial de Alimentos. Food Research Institute. Canadá. 80p.

LUKES, T. 1986. Factors Governing the Greening of Garlic Puree. Journal of Food Science. 51 (6): 1577 - 1579.

MARDONES, A. 1997. Normas Técnicas para el Cultivo del Ajo en la Zona Sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Remehue. Boletín Técnico N° 240. Osorno,. Chile. 19p.

PEZZUTTI, A. y CRAPISTE, G.H. 1997. Sorptional equilibrium and drying characteristics of garlic. Journal Food Eng. 31: 113 -123.

POTTER, N. y HOTCHKISS, J., 1999. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza. España. 667p.

RUBATZKY, V. y YAMAGUCHI, M. 1999. Word Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values. Editorial ASPEN. Segunda edición. USA. 843p.

ROSS, Z., O`GARA, E., HILL, D., SLEIGHTHOLME, H. y MASLIN, D. 2001. Antimicrobial Properties of Garlic Oil against Human Enteric Bacteria: Evaluation of Methodologies and Comparisons with Garlic Oil Sulfides and Garlic Powder. Applied and Environmental Microbiology. 67 (1): 475 - 480.

- SENER, F. y SCHERZ, H., 1999. Tablas de composición de Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acibia, S.A.. Zaragoza. España. pp 52 - 67.
- SHIM, S. y KYUNG, K. 1999. Natural microflora of prepeeled garlic and their resistance to garlic antimicrobial activity. Food Microbiology. 16 (2): 165 - 172.
- SIVAM, G. 2001. Protection against *Helicobacter pylori* and Other bacterial Infections by Garlic. Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement. The Journal of Nutrition. 131 (3S): 1106S -1108S.
- SURAMBIENTE LTDA, 1997. Informe final: Estudio de Prefactibilidad de Empresa Procesadora y Comercializadora de Ajo Blandino para la Comuna de Calbuco. Puerto Montt. 91p.
- TOLEDO, R. 1991. Fundamentals of Food Process Engineering. Editorial AVI. Segunda edición. New York, USA. 602p.
- TORTORELLO, M., BEST, S., BATT, C., WOOLF, H. y BENDER, J. 1991. Extending the shelf life of Cottage chesse: Identification of spoilage flora and their control using food grade preservatives. Cultured Dairy Products Journal 26 (4): 8, 9, 11.
- UNAL,R., FLEMING, H., McFEETERS, R., THOMPSON, R., BREIDT, F. y GIESBRECHT, F. 2001. Novel Quantitative Assays for Estimating the Antimicrobial Activity of Fresh Garlic Juice. Journal of Food Protection 64 (2): 189 -194.

- WATTS, B., YLIMAKI, G., JEFFERY, L. y ELIAS, L. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. International Development Research Centre. Canadá. 170p.
- WILBEY, R. 1997. Estimating shelf life. International Journal of Dairy Technology. 50 (2) 64 - 67.
- WITTIG, E. 1981. Evaluación sensorial, una metodología actual para tecnología de alimentos. Gráficos USACH. Santiago, Chile. 134p.
- WONG, D. 1995. Química de los Alimentos. Mecanismos y Teoría. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 152p.
- YIN, M. y CHENG, W. 1998. Inhibition of *Aspergillus niger* and *Aspergillus flavus* by Some Herbs and Spices. Journal of Food Protection. 61 (1): 123 -125.

ANEXOS

ANEXO 1

Planilla de evaluación sensorial para aceptabilidad.

PRUEBA DE ESCALA HEDONICA

NOMBRE:

FECHA:

Instrucciones

Sírvase evaluar las siguientes muestras de “Pata de ajo”.

Marque con una **X** aquel lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

		MUESTRAS				
PUNTAJES	CATEGORIAS					
9	Me gusta extremadamente					
8	Me gusta mucho					
7	Me gusta moderadamente					
6	Me gusta levemente					
5	No me gusta ni me disgusta					
4	Me disgusta levemente					
3	Me disgusta moderadamente					
2	Me disgusta mucho					
1	Me disgusta extremadamente					

ANEXO 2

Planilla para análisis sensorial para atributos de calidad

EVALUACION DESCRIPTIVA GLOBAL

NOMBRE:

FECHA:

Instrucciones

Sírvase degustar las siguientes muestras de “Pasta de ajo” en sus atributos de color, aroma y sabor. Evalúe según la escala de valores presentada.

Deje transcurrir 2 minutos entre muestra y no olvide enjuagar su boca.

ATRIBUTO	CALIFICACION	Muestras				Comentarios
Color	1. muy inadecuado 3. intermedio 5. muy adecuado					
Aroma	1. Falta de aroma atípico 3. Agradable atípico 5. Agradable típico					
Sabor	1. Insuficiente 3. Adecuado 5. Demasiado intenso					