

SELECCIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE ADEREZOS DE BERENJENA (*Solanum melongena* L.) CON BASE EN SUS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

SELECTION OF THE BEST FORMULATION OF EGGPLANT DRESSING (*Solanum melongena* L.) WITH BASE IN ITS PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS

Mónica M. Simanca¹, Margarita R. Arteaga¹, Claudia D. De Paula¹, Milena C. Mejía¹ y Margarita M. Montoya¹

Recibido para evaluación: Agosto 9 de 2006 - Aceptado para publicación: Septiembre 30 de 2007

RESUMEN

La berenjena es una hortaliza de alta producción en el departamento de Córdoba, consumida en preparaciones caseras sin estandarización, que no permiten un adecuado aprovechamiento y conservación en diferentes épocas del año. El objetivo del presente estudio fue obtener la mejor entre dieciséis formulaciones de aderezo de berenjena (ocho preparadas con leche de vaca y ocho con leche de soya), evaluando sus características fisicoquímicas y microbiológicas durante cuarenta días, determinando así su vida útil. Se utilizó un diseño completamente al azar con estructura factorial 2 x 2 x 2 y tres réplicas, correspondientes a las concentraciones de los ingredientes principales (berenjena, leche y ajo). Los resultados revelaron que las características fisicoquímicas y microbiológicas se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos por la NTC 4305 de 1997 para salsas y aderezos en todas las formulaciones durante los cuarenta días de almacenamiento, excepto en el recuento de mohos y levaduras, donde se observó que las formulaciones a base de leche de vaca presentaron en promedio un periodo de vida útil más prolongado en comparación con los elaborados a base de leche de soya, seleccionando entre estas la formulación cuatro (60 ml de leche de vaca, 350 g de berenjena y 12 g de ajo), la cual presentó menor recuento de mohos y levaduras durante un periodo de treinta y dos días.

Palabras clave: Hortaliza, formulaciones, selección, vida útil.

ABSTRACT

The eggplant is a vegetable with high production in Cordoba. The fruit is consumed in homemade preparations without standardizations, which does not allow taking advantage of the product and storage at different times of the year. The objective of the study was to obtain the best formulation among sixteen recipes of eggplants dressing (8 added with soy milk and 8 with whole cow milk) evaluating their physicochemical

¹Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Córdoba, Km 12 vía Cereté – Ciénaga de Oro, Tel (4) 894 0508, Fax (4) 786 0255, Email

and microbiological characteristics during forty days, and thereafter determining the shelf life. A complete randomized design with 2 eggplant amounts, 2 milk types and 2 garlic amounts was used. The results showed that the physicochemical and microbiological characteristics were maintained within an acceptable rank (NTC 4305/1997 for sauces and dressings) during the forty days storage; the mildew and yeast data indicated a longer shelf life for the whole milk supplemented dress than the soy milk added. Formulation number 4 (60 ml cow milk, 350 g eggplant and 12 g garlic) showed the lowest number of mildew and yeast during the 32-day trial.

Key words: Vegetables, formulations, shelf life.

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Córdoba se caracteriza por la alta producción de berenjena (*Solanum melongena* L.), con un área cultivada de 46 ha y un rendimiento sobre área cosechada de 37954.5 Kg ha⁻¹ en el año 2003, semestre A (Gobernación de Córdoba, 2004). Puesto que la producción de esta hortaliza se considera alta, 1670 ton en el semestre A del 2003, y en vista del objetivo planteado por la Agenda Interna de Córdoba del año 2005 de convertirse para el 2010 en líderes en la producción limpia de frutas y hortalizas frescas y procesadas (citándose entre otras la berenjena), se hace necesario la propuesta de alternativas de procesamiento de una parte de la producción para ofrecer productos derivados durante todo el año, convirtiéndose en una opción de comercialización (DNP, 2005)

La elaboración de mermelada y encurtido propuesto por García y Hernández (2001), es una de las alternativas de procesamiento para prolongar la vida útil de esta hortaliza y aprovechar los múltiples beneficios que proporciona a la salud humana su consumo, entre los que cabe mencionar: mantenimiento de la piel sana y regulación de la presión sanguínea por su alto contenido de potasio y bajo porcentaje de carbohidratos, estimulación de la secreción biliar, acción diurética, control del colesterol en la sangre; asimismo, la composición rica en agua de esta hortaliza (95% p/p), explica que aporte bajas calorías y sin embargo produzca sensación de saciedad (De La Rúa, 1999).

La berenjena es altamente consumida y cultivada en el departamento de Córdoba y para aumentar su vida útil y aprovecharla durante todo el año, se hace necesario su procesamiento obteniendo productos derivados como el aderezo, donde la hortaliza enriquece sus propiedades gracias a la adición de ingredientes como la leche, el limón, la sal, el aceite y el ajo, ofreciendo un producto libre de conservantes, ideal para acompañar ensaladas, carnes, pescados, galletas, panes, entre otros. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de diferentes formulaciones de aderezo de berenjena, con el fin de determinar el tiempo de vida útil de cada una de estas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue realizada en los laboratorios de Microbiología y Análisis de Alimentos del programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Córdoba, Sede Berástegui. El universo estuvo constituido por berenjena (*Solanum melongena* L) de la variedad larga violeta cultivada en la finca "La Misericordia" ubicada en el corregimiento La Coroza perteneciente al municipio de San Carlos (Córdoba).

Los cálculos para establecer las formulaciones del aderezo de berenjena se realizaron mediante balances de materia teniendo en cuenta las composiciones de las materias primas (berenjena, leche, ajo, sal, limón y aceite), la

cantidad de aderezo a producir y los parámetros establecidos en normas para aderezos o similares, entre los cuales cabe mencionar: el Codex Stan 67-1981, del que se tuvo en cuenta el parámetro de sólidos (mínimo 8% o más de sólidos), la Norma Técnica Colombiana NTC - 4305 1.997 de salsas o aderezos para ensaladas bajas en grasa, para el parámetro de grasa (máximo 20% p/p), el Codex Stan 160 - 1987, para el parámetro de ceniza (0.5 - 5% p/p), (FAO, 1987) al igual que la cantidad mínima que debe tener el aderezo del componente principal (Berenjena), que no debe ser menor al 40% p/p; y las Normas y procedimientos reglamentarios de la industria de alimentos (ANDI), se tomó el parámetro de sal, el cual no debe ser mayor al 10% p/p.

Además, se decidió hacer sólo variaciones en tres las materias primas principales (berenjena, leche y ajo). Con los resultados del balance de materia se establecieron los tratamientos (formulaciones) y se aplicó un diseño completamente al azar con tres réplicas; los tratamientos se organizaron mediante un arreglo factorial $2 \times 2 \times 2$, en donde los factores estuvieron constituidos por las concentraciones de los ingredientes principales (berenjena, leche y ajo), como se presenta en la tabla 1; lo que permitió obtener como resultado 8 tratamientos para cada tipo de leche, para un total de 16 tratamientos para los dos tipos de leche utilizada (entera de vaca y de soya) y 48 unidades experimentales.

Tabla 1. Formulaciones de aderezo de berenjena

Formulaciones	Leche soya o de vaca (ml)	Berenjena (g)	Ajo (g)	Limón (ml)	Sal (g)	Aceite (ml)
1	60	300	10	40	10	50
2	60	300	12	40	10	50
3	60	350	10	40	10	50
4	60	350	12	40	10	50
5	100	300	10	40	10	50
6	100	300	12	40	10	50
7	100	350	10	40	10	50
8	100	350	12	40	10	50

Adecuación de la materia prima

Fueron seleccionadas berenjenas frescas, sanas y con el grado de madurez comercial, seguido del pesado en una báscula, lavado manual con una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm (CFSAN/FDA, 2001), pelado para retirarles el pedúnculo y por último troceadas en rodajas de 1 cm de espesor. Luego se sumergieron en una solución al 4% de ácido acético, agua fría y sal, con el fin de eliminar sabores desagradables producidos por las solaninas, alcaloide contenido en la berenjena cruda.

Las rodajas de berenjena fueron sofreídas a una temperatura entre 180 - 210 °C, durante un

tiempo aproximado de 3 minutos, utilizando un volumen constante de 60 ml de aceite de girasol de una marca comercial reconocida. La leche en polvo utilizada (leche entera de vaca y de soya), fue reconstituida con agua potable según indicaciones del fabricante y sometida a filtración garantizando un producto apto para el consumo humano.

Elaboración de aderezo de berenjena

Las rodajas de berenjena sofreídas fueron licuadas con las cantidades de leche, sal, limón y ajo establecidas, esta operación se llevó a cabo en una licuadora casera de potencia nominal de 350 watt, durante un tiempo de 3 - 4

minutos, hasta obtener una mezcla homogénea; el producto fue envasado en frascos de vidrio asépticos, con capacidad de 125 ml; posteriormente fueron tapados y se pasteurizaron en paila abierta durante 30 minutos a 63 °C.

Caracterización fisicoquímica

El análisis fisicoquímico se realizó a través de las mediciones de: pH (método A.O.A.C 981.12/90), Acidez como % ácido cítrico (método A.O.A.C. 942.05/90) y °Brix (método A.O.A.C 932.12/90).

Caracterización microbiológica

La calidad microbiológica se verificó mediante las pruebas: Recuento de mesófilos aerobios y facultativos viables, NMP Coliformes totales y fecales, Recuento de mohos y levaduras, Recuento de *Estafilococos aureus* coagulasa positiva y Recuento de Esporas *Clostridium* Sulfito Reductor, recomendadas por el manual de técnicas del Invima (Invima, 1998).

Determinación del tiempo de vida útil

Mediante pruebas microbiológicas a los aderezos almacenados en condiciones de refrigeración (4 °C) con una periodicidad semanal durante cuarenta días a partir de la fecha de elaboración, para un total de 6 evaluaciones.

Las variables dependientes evaluadas fueron: Recuento de mesófilos aerobios, hongos, *Estafilococos coagulasa* positiva, esporas de *Clostridium* sulfito reductor y el NMP de coliformes totales y fecales, pH, acidez, °Brix, sabor, consistencia y olor. Para determinar si existía diferencia entre los tratamientos se aplicó el análisis de varianza y para establecer en donde se encontraban las diferencias se utilizó una prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica

El análisis de varianza para las variables pH, acidez y °Brix de los aderezos elaborados con leche de soya y de vaca, mostró diferencias altamente significativas, lo que sugirió realizar una prueba de tukey al 5%, conforme se ilustra en la tabla 2 y 3.

En cuanto al pH, todas las formulaciones presentaron valores por debajo de la referencia NTC 4305 (<4), y por debajo de 4.6, señalado por Smith y Stratton (2007) como un valor seguro que inhibe el crecimiento de *Clostridium botulinum* y la formación de la toxina del botulismo en salsas y aderezos.

Tabla 2. Test de Tukey al 5% de las variables respuesta pH, Acidez y °Brix para los aderezos elaborados a partir de leche de vaca. (*)

Formulación Leche vaca	pH	Formulación Leche vaca	Ácido % A. cítrico	Formulación Leche de vaca	°Brix
8	3.69 a	2	0.98 a	8	10.70 a
6	3.68 a	3	0.93 ab	4	10.53 a
5	3.65 ba	5	0.88 ab	3	10.00 b
1	3.59 bc	6	0.86 ab	7	10.00 b
3	3.58 bc	7	0.86 ab	1	9.63 c
7	3.55 c	4	0.85 ab	2	9.46 c
4	3.54 c	1	0.85 ab	6	9.00 d
2	3.40 d	8	0.73 c	5	8.88 d

(*) Promedios de las tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 3. Test de Tukey al 5% de las variables respuesta pH, Acidez y °Brix para los aderezos elaborados a partir de leche de soya (*).

Formulación Leche soya	pH	Formulación Leche soya	Ácido % A. cítrico	Formulación Leche soya	°Brix
8	3.83 a	3	0.92 a	8	10.48 a
5	3.71 b	2	0.89 a	4	10.18 b
2	3.71 bc	1	0.88 ab	3	10.17 bc
7	3.67 cd	7	0.88 ab	7	10.03 cd
6	3.67 d	5	0.87 ab	1	9.90 d
3	3.58 e	4	0.86 ab	2	9.53 e
4	3.58 e	6	0.84 ab	5	9.10 f
1	3.58 e	8	0.77 b	6	8.96 f

(*) Promedios de las tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de significancia del 5%.

En los aderezos a base de leche de vaca se observa que las formulaciones 8, 6 y 5, que estadísticamente son iguales entre sí, presentaron los valores más altos de pH, lo que podría explicarse porque al tener los porcentajes mas altos de leche disminuye la proporción de ácido aportado por el limón la cual fue constante en todas las formulaciones. Por otra parte las formulaciones 2 y 4, presentaron diferencias significativas al nivel del 5%, pero presentaron los valores más bajos de pH, puesto que tenían los porcentajes mas bajos de leche y por ende la proporción de ácido aportado por el limón se hace más notoria. Los valores de pH más altos fueron registrados por aquellos tratamientos que incluyeron mayor cantidad de leche en su formulación independientemente del tipo de leche utilizada; asimismo, se observa una concordancia entre el pH y la acidez, es decir, valores altos de pH corresponden a valores bajos de acidez.

El porcentaje de sólidos soluble (°Brix) presenta influencia significativa con la cantidad de berenjena adicionada, ya que los mayores valores en esta característica lo presentaron las formulaciones a las que se les adicionó mayor cantidad de este ingrediente; observándose de esta manera que en los aderezos a base de leche de soya y de vaca las formulaciones 8, 4, 3, y 7,

fueron a los que se le adicionó la mayor cantidad de berenjena; mientras que las formulaciones 5, 6, 2 y 1, tenían los menores aportes de berenjena, y por ende menor aporte de sólidos.

Caracterización microbiológica

La tabla 4 muestra que no existe diferencia significativa entre los resultados microbiológicos obtenidos en las dieciséis formulaciones de aderezo. El Número Más Probable de Coliformes Totales y fecales, Recuento de Esporas Clostridium Sulfito Reductor y el de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, realizados a las 16 formulaciones, arrojaron resultados inferiores a los parámetros establecidos en la norma del INVIMA para salsas (9 bacterias g⁻¹, <3 bacterias g⁻¹ <10 UFC g⁻¹ y <100 UFC g⁻¹, respectivamente) y no presentaron variación durante los cuarenta días de estudio, esto posiblemente se presentó debido al previo lavado de la hortaliza lo cual, según Frazier y Westhoff (1991), permite reducir los recuentos bacterianos entre 200000 y 500000 microorganismos g⁻¹; comprobando la estabilidad del producto independientemente de la formulación. Por esta razón no se realizó análisis estadístico a estos parámetros por encontrarse por debajo de los valores establecidos en la norma.

Tabla 4. Test de Tukey al 5% de las variables microbiológicas para los aderezos elaborados a partir de leche de vaca y de soya (*).

Formulación Leche de vaca	Mesofilos	Formulación Leche vaca	Hongos	Formulación Leche de vaca	Mesofilos	Formulación Leche de vaca	Hongos
1	1.17 a	1	1.00 a	1	1.97 a	1	1.82 a
2	1.31 a	2	1.00 a	2	1.91 a	2	1.88 a
3	1.00 a	3	1.00 a	3	2.03 a	3	2.00 a
4	1.33 a	4	1.12 a	4	1.82 a	4	1.81 a
5	1.33 a	5	1.13 a	5	2.02 a	5	2.05 a
6	1.00 a	6	1.00 a	6	1.96 a	6	1.86 a
7	1.19 a	7	1.50 a	7	1.69 a	7	1.81 a
8	1.38 a	8	1.37 a	8	1.77 a	8	1.83 a

(*) Promedios de las tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de significancia del 5%.

El crecimiento de los microorganismos mesófilos aerobios y facultativos viables en todos los aderezos, (Figura 1 y 2), se dio en forma lenta y progresiva durante los cuarenta días de seguimiento (salvo contadas excepciones en las cuales influyó la contaminación ambiental); los resultados indican que los aderezos presentaron valores por debajo del parámetro de la NTC 4305 (<1000UFC g⁻¹ para buena calidad y <5000 UFC g⁻¹ para calidad aceptable).

En las formulaciones 1 y 3 a base de leche de vaca los recuentos de mohos y levaduras (Figura 3), se mantuvieron en los criterios de buena calidad hasta el día veinticuatro de la evaluación según la NTC 4305 (<200 UFC g⁻¹); Por otra parte las formulaciones 2, 4, 5, 7 y 8 mantuvieron características de buena calidad hasta el día treinta y dos, mientras que la formulación 6 sólo hasta el día dieciséis, lo que se puede explicar por el pH alto y los °Brix bajos al compararlo con el resto de formulaciones, permitiendo el crecimiento de los hongos.

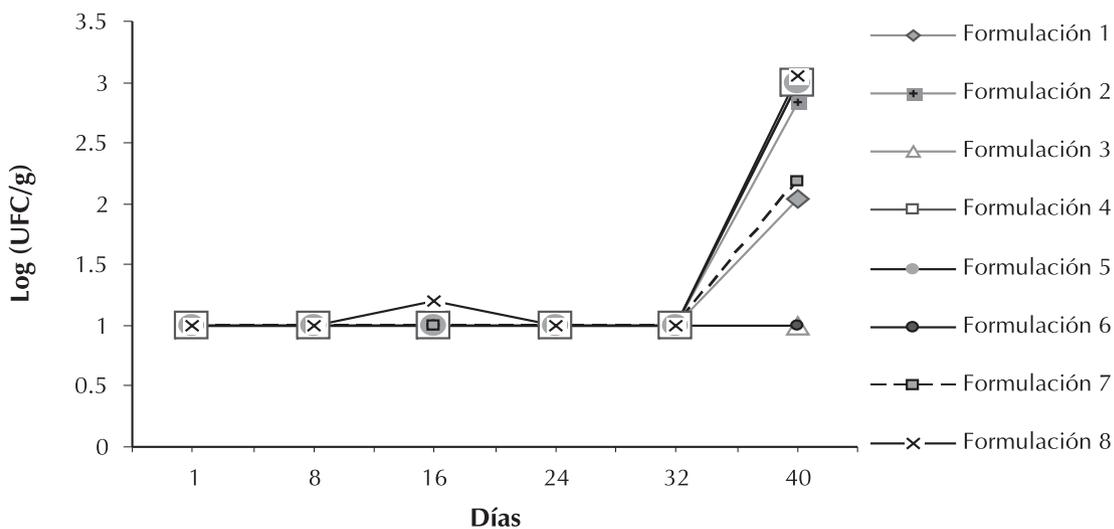


Figura 1. Crecimiento de mesófilos en aderezos con leche de vaca

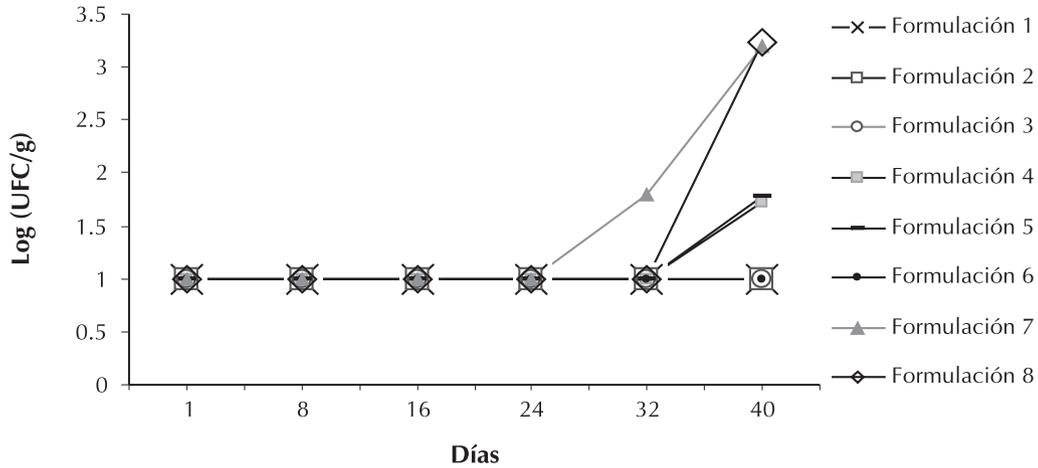


Figura 2. Crecimiento de mesófilos en aderezos con leche de soja

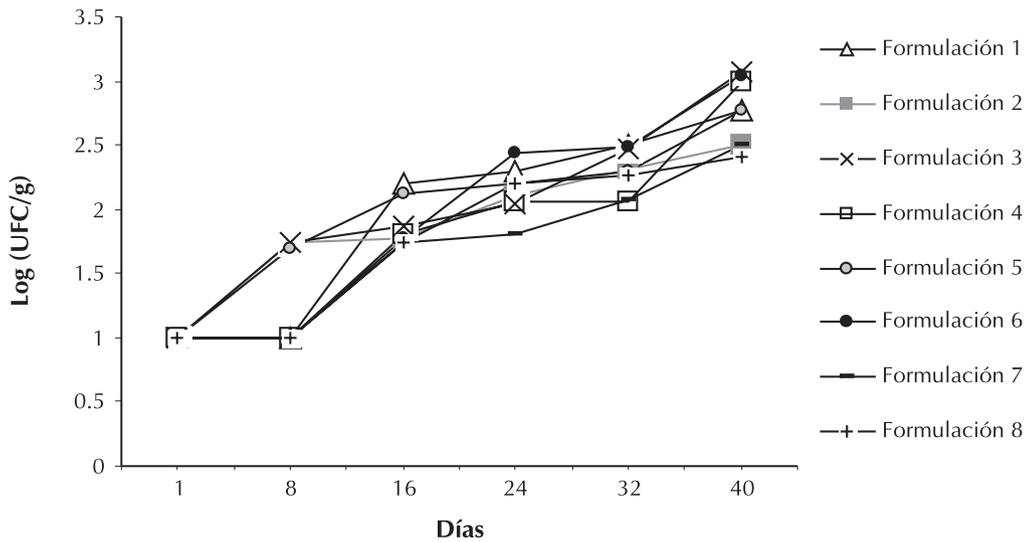


Figura 3. Crecimiento de hongos en aderezos con leche de vaca

Para los tratamientos 5, 7 y 8 a base de leche de soja (Figura 4), la buena calidad (teniendo en cuenta el recuento de mohos y levaduras) se perdió a los dieciséis días de evaluación, lo que podría explicarse por la mayor proporción de berenjena utilizada en la formulación y los valores de pH altos en comparación con el resto de formulaciones. Por otra parte las formulaciones 1, 2, 3 y 6 mantuvieron características de buena calidad hasta el día veinticuatro y la formulación 4 hasta el día treinta y dos de evaluación.

Determinación del tiempo de vida útil

Las características microbiológicas de buena calidad en todos los aderezos se mantuvieron durante todas las fechas de evaluación, de acuerdo a los criterios para mesófilos aerobios y facultativos viables de la Norma Técnica Colombiana para salsas y aderezos; por otra parte, en el 12.5% de los aderezos a base de leche de vaca el crecimiento de mohos y levaduras estuvo acorde con los criterios de buena calidad hasta el día dieciséis, el 25% de los mismos hasta el día veinticuatro y el

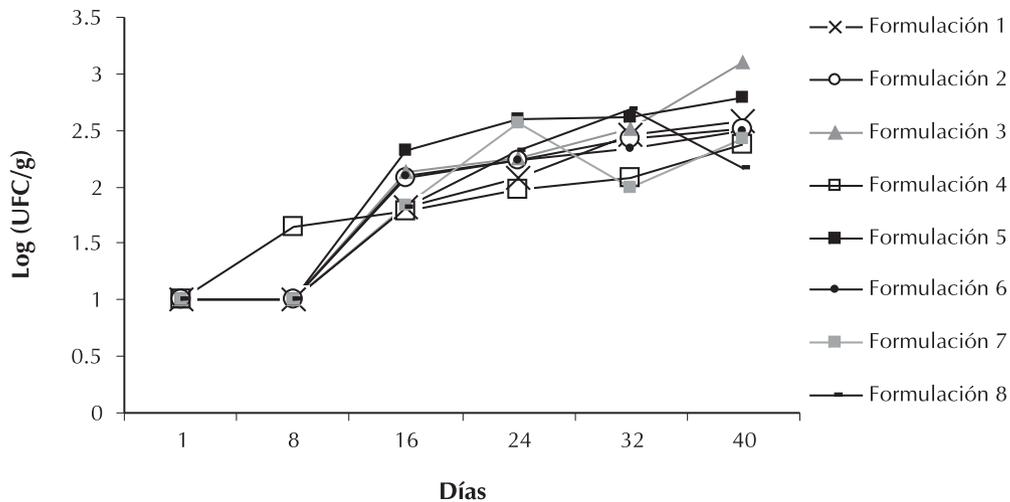


Figura 4. Crecimiento de hongos en aderezos con leche de soya

62.5% mantuvo su buena calidad hasta el día treinta y dos de la evaluación de hongos.

En las formulaciones a base de leche de soya, la buena calidad con respecto al crecimiento de mohos y levaduras, se registró hasta el día dieciséis en el 37.5% de los aderezos, hasta el día veinticuatro en el 50% y hasta el día treinta y dos en el 12.5% de los mismos; lo que permite afirmar, que en promedio los aderezos a base de leche de vaca exhibían un período de vida útil mas prolongado que los elaborados a base de leche de soya con respecto al crecimiento fúngico; posiblemente los porcentajes mas bajos de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de los aderezos con leche de soya con respecto a los de leche de vaca y su acidez favoreció al crecimiento de hongos disminuyendo la vida útil del mismo.

CONCLUSIONES

- El análisis de varianza de las variables respuesta (pH, acidez y $^{\circ}$ Brix) de los aderezos elaborados con leche de soya y de vaca, mostró diferencias altamente significativas; presentándose concordancia entre los valores de pH y acidez, es decir, a mayor acidez menor valor de pH; así como mayores

datos de $^{\circ}$ Brix para las formulaciones que emplearon mas porcentaje de berenjena.

- El estudio fisicoquímico realizado a los 16 tratamientos determinó que las variables analizadas durante 40 días (pH, acidez, $^{\circ}$ Brix) se mantuvieron en un rango aceptable dentro de los límites de los parámetros establecidos por la NTC 4305 para salsas y aderezos.
- El aderezo de berenjena es un producto microbiológicamente estable, puesto que el Número Más Probable de coliformes totales y fecales, el recuento de esporas *Clostridium* sulfito reductor, *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva y de mesófilos aerobios y facultativos viables, estuvo por debajo de los límites de los parámetros para salsas y aderezos de la NTC 4305; aunque por su alto contenido de humedad se pudo apreciar un crecimiento considerable de mohos y levaduras.
- El tiempo de vida útil de los aderezos almacenados en envases asépticos y en condiciones de refrigeración, estuvo entre dieciséis y treinta y dos días, con base en los criterios de la NTC 4305 para salsas y aderezos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDI (Asociación Nacional de Industriales). 1997. Normas y procedimientos reglamentarios de la industria de alimentos. ANDI, Bogotá, p739
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis, Arlington, p914, 918
- CFSAN/FDA. 2001. Analysis and evaluation of preventive control measures for the control and reduction/elimination of microbial hazards on fresh and fresh-cut produce.. U.S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/ift3exec.html> [Accedido: 12-06-2007]
- FAO. 1981. Norma general del Codex para los concentrados de tomate elaborados. Codex Stan, 67-1981, Roma, p1-2
- FAO. 1987. Norma general del Codex para la salsa picante de mango. Codex Stan 160-1987, Roma, p1-3
- Gobernación de Córdoba (Secretaría De Desarrollo Económico y Agroindustrial). 2004. Evaluaciones Agropecuarias. Montería, p20
- De La Rua, A. 1999. El poder curativo de las verduras. Intermedio, Santafé de Bogotá, p102
- DNP (Departamento Nacional De Planeación). 2005. Consulta Sistema de Información Agenda Interna-SIAGI-. http://www.dnp.gov.co/AplicacionesWeb/AI_Formatos/formatos/default2.htm [Accedido: 05-29-2007].
- Frazier, W. y Washoff, D. 1991. Microbiología de los alimentos. Acibia, Zaragoza, p439
- García, E. y Hernández, E. 2001. Caracterización química y perspectiva de agroindustrialización de la berenjena (*Solanum Melongena L*) en la región del Sinú medio. Tesis Ingeniero de Alimentos, Universidad de Córdoba, Montería
- Invima (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos). 1998. Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológica de alimentos para consumo humano. INVIMA, Bogotá, p110
- ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 1997. ICONTEC. Industrias Alimenticias: Salsa o aderezos para ensaladas. NTC 4305. Bogotá, p8
- Smith D. y Stratton J. 2007. Comprendiendo las BPM para salsas y aderezos. <http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/index.jsp> [Accedido 06-13-2007]