

CONSERVACIÓN ARTESANAL DE CHILES JALAPEÑOS MEDIANTE PROCESOS SUSTENTABLES

(*Artisanal conservation of jalapeño peppers through sustainable processes*)

Mara Lucía Mosqueda Falcón, Mateo Ortiz Hernández, Nicolás González Cortés, Érika Guadalupe Ceballos Falcón y Román Jiménez Vera*

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Carretera Tenosique-Estapilla Km 1, Colonia Solidaridad. C. P. 86901. Tenosique, Tabasco, México. Teléfono/Fax: +521 934 3422110, correo electrónico: roman.jimenez@ujat.mx

*Autor de correspondencia: roman.jimenez@ujat.mx

Recibido: 10-05-2018

Aceptado: 02-10-2019

RESUMEN

El chile jalapeño (*Capsicum annuum*), llamado así en México por su cultivo tradicional en Jalapa, Veracruz, es una de las variedades picantes más consumidas en América. Su cultivo es una actividad agrícola de las comunidades dentro del Área Federal de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta, ubicada en Tenosique, Tabasco, México. Para contribuir a la actividad económica de sus pobladores se evaluó la fermentación alcohólica y láctica como técnicas sustentables para la conservación de chiles jalapeños. Se fermentaron rodajas de chile sin esterilizar evaluando levaduras de pan (*Saccharomyces cerevisiae*), *Lactobacillus casei* Shirota como inóculos, sacarosa como fuente de carbono y sal comercial. Se obtuvieron chiles jalapeños de buena calidad microbiológica, así como color y sabor uniformes, de buena aceptación en todos los procesos. Las bacterias coliformes se encontraron a baja concentración después de 10 días de fermentación, mientras que las bacterias lácticas presentaron una alta concentración (> Log 6.00). La fermentación artesanal es un proceso sustentable que permite la conservación de chiles jalapeños adicionados con bacterias ácido-lácticas probióticas y levaduras, ambos microorganismos benéficos para la salud, es amigable con el medio ambiente, elimina el uso de aditivos alimentarios y agrega valor a los cultivos en un Área Natural Protegida (ANP).

Palabras clave: artesanal, sustentable, chile jalapeño, fermentación, probiótico.

SUMMARY

Jalapeño pepper (*Capsicum annuum*), named in Mexico for its traditional cultivation in Jalapa, Veracruz, is one of the hottest varieties consumed in America. Its cultivation is an agricultural activity of the communities within the Federal Area of Protection of Flora and Fauna Cañón del Usumacinta, located in Tenosique, Tabasco, Mexico. To contribute to the economic activity of its inhabitants, alcoholic and lactic fermentation was evaluated as sustainable techniques for the conservation of jalapeño peppers. Sliced chili peppers were fermented without sterilization evaluating bread yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), *Lactobacillus casei* Shirota as inoculum, sucrose as a carbon source and commercial salt. Jalapeño peppers of good microbiological quality were obtained, as well as uniform color and flavor, of good acceptance in all the processes. Coliform bacteria were found at low concentration after 10 days of fermentation, while lactic bacteria showed a high concentration (> Log 6.00). Artisanal fermentation is a sustainable process that allows the preservation of jalapeño peppers added with probiotic lactic acid bacteria and yeasts, both

beneficial microorganisms for health, is friendly to the environment, eliminates the use of food additives and adds value to crops in a Natural Protected Area (NPA).

Keywords: *artisanal, sustainable, jalapeño pepper, fermentation, probiotic.*

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad alimentaria incluye, además de la productividad en el campo, una serie de procesos que involucran actividades relacionadas con la transformación y conservación de los alimentos. Todo alimento que se lleva a la mesa ha tenido un consumo energético considerable en su producción y elaboración (Moreno & Cantú, 2005). La sustentabilidad alimentaria es importante debido a que se han invertido grandes recursos energéticos en función de la alimentación del ser humano. La alimentación sustentable es aquella que respeta el medio ambiente, es ética y saludable (García, 2014).

El chile jalapeño tiene su centro de origen en México. Pertenece al género *Capsicum* y la especie *annuum* es considerada como la más conocida y difundida en el mundo. El 55 % de la producción de chiles se destina al consumo en verde o fresco; 40 % para la industria y el 5 % restante para deshidratado o secado (García & Nava, 2009). La conservación del chile jalapeño mediante tecnologías alimentarias sustentables plantea nuevos retos a la tecnología de alimentos.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio mexicano en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,394 779 ha (CONANP, 2018).

En México, se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta, como lo muestra la Figura 1 (García-Morales, Gordillo-Chávez, Valdez-Leal & Pacheco-Figueroa, 2014), donde el cultivo de chile jalapeño a pequeña escala es una de las actividades agrícolas permitidas a sus pobladores. En apoyo a su economía es necesario evaluar procesos sustentables para la conservación de sus productos agrícolas con la evaluación de procesos que funcionen, en su mayor parte, con energías alternativas. De ahí que surge la siguiente pregunta ¿Qué métodos sustentables pueden aplicarse para la

conservación del chile jalapeño producido en un ANP?

La fermentación alcohólica o etílica es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras,

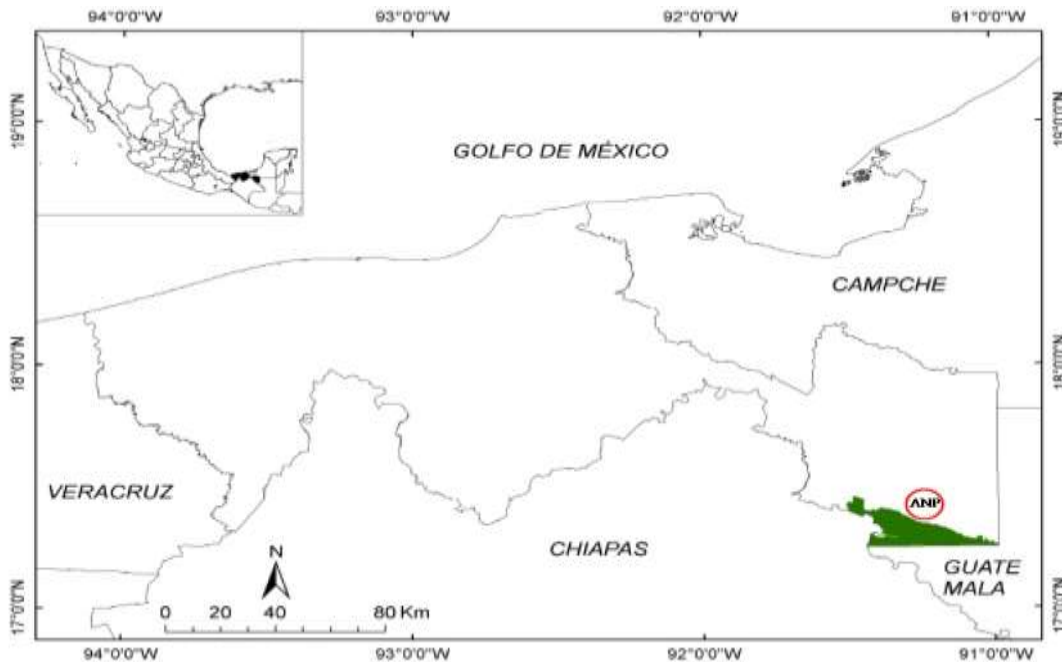


Figura 1. Localización del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta. Fuente: García-Morales *et al.*, 2014.

La fermentación puede ser etanólica, acética y láctica. La fermentación láctica es un proceso biológico en el que los azúcares presentes en el medio se transforman en ácido láctico. La presencia de ácido láctico como metabolito en los alimentos provoca la desactivación de los procesos de descomposición, y por lo tanto la fermentación láctica es tradicionalmente empleada como un método de conserva de alimentos (Ramírez, Rosas, Velázquez, Ulloa & Arce, 2011).

mohos y algunas clases de bacterias, tiene como finalidad proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares en ausencia de oxígeno para disociar las moléculas de glucosa y obtener energía, produciendo el alcohol y dióxido de carbono como desechos de la fermentación (Acosta, 2012, p.128).

Tradicionalmente, la fermentación láctica se ha empleado para la conservación de alimentos, así como para la integración de microorganismos con actividad probiótica en la alimentación (Hinestroza-Córdova & López-Malo, 2008), mientras que la fermentación etílica se ha utilizado para la producción de etanol en bebidas alcohólicas (Ferreira,

Schvab, Gerard, Zapata, Davies & Hours, 2009). En este trabajo se busca activar la producción *in situ* de etanol y ácido láctico para la conservación del chile jalapeño, a nivel laboratorio. En la actualidad, el uso de residuos en la elaboración de productos fermentados y específicamente la producción de alcohol y vinagre ha sido evaluada como una manera de otorgar valor adicional a materias primas y proponer un uso efectivo de los recursos agroindustriales (Horiuchi, Tada, Kobayashi, Kanno & Ebie, 2004).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la fermentación láctica y alcohólica como métodos de conservación con la finalidad de obtener un proceso sustentable para conservar chile jalapeño *in situ*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima. Se utilizaron chiles jalapeños de primera calidad de acuerdo con la clasificación de la Norma Mexicana FF-025-SCFI (2007), adquiridos en un supermercado local. De este lote se seleccionaron chiles con un grado de madurez de acuerdo con la clasificación de Sáenz y D'Alolio (2007), de color verde uniforme, tamaño homogéneo y ausencia de daños físicos aparentes. Los frutos seleccionados se lavaron con agua potable y con

ayuda de un cuchillo se realizaron los cortes de forma manual en rodajas.

Como fuente de carbono se utilizó azúcar comercial estándar (Zulka®) y sal comercial natural (La Fina®) con la finalidad de acentuar el sabor del producto final. La cepa de *Lactobacillus casei* Shirota se obtuvo del producto comercial Yakult® y la de *Saccharomyces cerevisiae* de una marca comercial (TradiPan®).

Fermentación. La fermentación se realizó de acuerdo con la metodología de García-Martínez, Miranda, González y Nieto (2006), con modificaciones. Se fermentaron rodajas de chile jalapeño sin tratamiento térmico, empleando 3 % de inóculo (levaduras o bacterias lácticas), 10 % de azúcar comercial como fuente de carbono y 5 % de sal natural.

Análisis. Se evaluó a los 5, 10 y 15 días de la fermentación la concentración de los microorganismos mesófilos aerobios (Agar para cuenta estándar, Bioxon®), coliformes totales (Agar de Bilis y Rojo Violeta, Bioxon®), levaduras (Agar Papa Dextrosa, Bioxon®) y bacterias lácticas totales (Agar de Man Rogosa y Sharpe, Difco®) por el micro-método propuesto por Corona y Jiménez (2004). Los microorganismos aerobios se incubaron a 37°C durante 24 h, y los anaerobios

durante 48 h en bolsa anaerobia (Rosenblatt & Stewart, 1975).

El cambio de coloración en el producto se analizó sensorialmente mediante la técnica propuesta por Costell (2005), para establecer comparaciones con un patrón. Con esta técnica pueden evaluarse diversos atributos, se deciden los atributos sensoriales más importantes en el producto y se evalúan, en todos ellos, las magnitudes de las diferencias respecto al estándar. En este estudio se evaluó la diferencia en color con una escala de diez valores desde “no hay diferencia” hasta “muy diferente”, tomando como referencia el color verde del chile sin procesar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fermentación es un proceso realizado por algunos microorganismos para obtener energía mediante el metabolismo de carbohidratos, principalmente azúcares, donde se obtienen como productos secundarios el etanol y el ácido láctico. La producción de chile jalapeño va en aumento, lo cual está provocando una saturación en el mercado de productos frescos. Esto presenta una oportunidad para la creación de nuevos productos mediante el uso de levaduras y bacterias ácido-lácticas.

En este trabajo se propició la producción *in situ* de etanol y ácido láctico con la finalidad de lograr la conservación del chile jalapeño sin adición de aditivos alimentarios ni procesos térmicos, a escala de laboratorio. Las fermentaciones láctica y alcohólica son tecnologías biotecnológicas donde el cultivo de microorganismos permite obtener metabolitos secundarios de gran interés alimentario.

De manera tradicional, la conservación del chile jalapeño se ha realizado mediante encurtidos elaborados con la ayuda de aditivos alimentarios, así como el uso de energía para su cocción. Con estos procesos de fermentación se obtuvieron chiles jalapeños conservados mediante alcohol y ácido láctico producido *in situ*. Siendo un proceso realizado por microorganismos es importante evaluar la calidad microbiológica del producto resultante. El Cuadro 1 muestra los resultados obtenidos.

Al comparar la fermentación láctica y alcohólica con los valores de referencia de la Norma Oficial Mexicana, se observa que la fermentación alcohólica la concentración de levaduras se encuentra por arriba de los valores permitidos por la norma, en todos los tiempos de fermentación (desde Log 4.04 hasta Log 6.80), mientras que, en la fermentación láctica, los valores de mesófilos aerobios son quienes se

encuentran por encima de la norma a los 5 y 10 d.

Cuadro 1. Concentración de microorganismos en los productos fermentados.

<i>Microorganismos</i>	<i>Fermentación alcohólica</i>			<i>Fermentación láctica</i>			<i>NOM¹</i> <i>Log/g</i>
	<i>Log/g</i>			<i>Log/g</i>			
	<i>0 d</i>	<i>5 d</i>	<i>10 d</i>	<i>0 d</i>	<i>5 d</i>	<i>10 d</i>	
Levaduras	4.04	6.90	6.80	4.27	3.66	1.78	< 1.70
Coliformes totales	4.00	2.60	N.D.	5.70	2.30	2.17	< 2.00
Mesófilos aerobios	3.47	3.90	3.64	2.90	6.90	6.90	< 3.48
Bacterias Lácticas	N.D.	N.D.	2.17	2.00	3.60	6.80	-

Fuente: ¹Norma Oficial Mexicana 093-SSA1, 1994; N.D. = No detectable.

En trabajos similares, García-Martínez *et al.* (2006) realizaron estudios preliminares para la fermentación láctica de chile jalapeño (*C. annuum* L.) sin adición de cultivo iniciador y encontraron tiempos muy largos de fermentación. Los resultados mostraron evidencia significativa de que la fermentación después de 24 semanas no había finalizado; por lo que recomiendan la adición de cultivos lácticos. Con la adición de cultivos iniciadores, como el *Lactobacillus casei* Shirota, en este trabajo se obtuvo un producto fermentado de buena calidad microbiológica a los 10 d de iniciado el proceso, lo que reduce el tiempo de fermentación de 24 a dos semanas.

En otro estudio, López (2010) desarrolló un método para conservar chile jalapeño en salmuera y evaluó su composición físico-

química y características sensoriales utilizando sal como aditivo. Los tratamientos y el proceso cumplieron con características de fórmula y acidez requeridas para este tipo de productos.

Sin embargo, es necesaria la aplicación de nuevos procesos para lograr la sustentabilidad en su producción.

De igual manera, Zamora, Flores, González y García (2009) realizaron estudios preliminares de la fermentación de jugo de chile jalapeño (*C. annuum* L.) empleando una cepa comercial de *Lactobacillus plantarum*. Los resultados demuestran que tanto la actividad de cepas nativas como de productos comerciales pueden resultar apropiadas para el proceso de fermentación.

En relación a la calidad microbiológica, la concentración de varios microorganismos indicadores se encontró no detectable, este hecho probablemente está asociado a las concentraciones de ácido láctico y alcohol etílico alcanzadas durante la fermentación. Suárez-Machín, Garrido-Carralero y Guevara-Rodríguez (2016) reportan que el etanol

producido en una fermentación provoca una combinación de inhibición del crecimiento y disminución de la viabilidad de las levaduras y puede actuar como inhibidor de la fermentación a partir de una concentración de 8 %, por lo que no es recomendable terminar la fermentación con un grado alcohólico muy elevado.

Por otra parte, las bacterias ácido-lácticas, mediante la producción de ácido láctico tienen un potencial importante para el uso en la biopreservación porque son seguras de consumir y durante su almacenamiento dominan naturalmente la microflora de muchos alimentos. La biopreservación se refiere a vida de almacenaje extendida y a la seguridad realizada de alimentos usando la microflora natural o sus productos antibacterianos (López & Jiménez, 2008).

En la disminución de la concentración de coliformes, algunos investigadores han reportado la actividad antimicrobiana de extractos de diferentes especies de chile, Cerón-Carrillo (2014) evaluaron el extracto de tres cepas de chile: poblano, habanero y serrano (*C. annum* var *annuum*, *C. chinense* y *C. annum* L. *Acuminatum*) en tres estados de maduración y su relación con la actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Lactobacillus casei* y *Penicillium* spp. Se observó una relación directa entre el estado de madurez de los frutos

estudiados y su efecto antimicrobiano. En el estudio aquí presentado, la cepa de *Lactobacillus casei* Shirota no fue inhibida por el chile jalapeño.

En cuanto a la coloración, en ambos procesos se observó una disminución en la coloración, perdiendo el color verde característico del chile jalapeño, obteniendo una coloración más clara, similar a la aceituna. Este color es característico de los productos encurtidos mediante procesos industriales tradicionales.

CONCLUSIONES

La conservación del chile jalapeño mediante tecnologías alimentarias sustentables plantea nuevos retos a la tecnología de alimentos. La fermentación permite la conservación de chiles jalapeños, mediante la producción de etanol y ácido láctico empleando sustratos naturales. La tecnología para la conservación y transformación del chile jalapeño puede resultar aplicable para obtener procesos sustentables que apoyen el desarrollo en un Área Natural Protegida ya que es amigable con el medio ambiente y elimina el uso de aditivos alimentarios.

RECONOCIMIENTOS

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) por su apoyo en la realización de este trabajo, así como a los técnicos de laboratorio de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos de la UJAT, por su invaluable apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel*. (Tesis de Magister en Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/9933/1/300060.2012.pdf>
- Cerón-Carrillo, R. Munguía-Pérez, S. García, & Santiesteban-López, A. (2014). Actividad antimicrobiana de extractos de diferentes especies de chile (*Capsicum*). *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1(2):213-221.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2018). Áreas naturales protegidas de México. Recuperado de <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>
- Corona, A. & Jiménez R. (2004). Comparación de dos métodos de siembra para el recuento de microorganismos en muestras con alta concentración microbiana. *Revista de la Facultad de Ingeniería Química*. (40):3-7.
- Costell, E. (2005). El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: una posibilidad real. *CTC Alimentación*. (23):10-17.
- Ferreira, M., Schwab, M., Gerard, L., Zapata, L., Davies, C. & Hours, R. (2009). Fermentación alcohólica de jugo de naranja con *S. cerevisiae*. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 39(20):143-158.
- García, A. & Nava, R. (2009). *El chile jalapeño: su cultivo de temporal en Quintana Roo*. (Folleto Técnico No. 2, Centro de Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Chetumal). Recuperado de <http://biblioteca.inifap.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3126/ChileJalapeno.pdf?sequence=1>
- García, M. (2018). ¿Qué es la alimentación sustentable y por qué es importante?

- Recuperado de <https://www.todopuebla.com/gente/mariaangelagarciaesquivel/blogdetail/15193>
- García-Martínez, I., Miranda, N., González, L. & Nieto, F. (2006). Estudios preliminares de la fermentación de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*. 5(5):36-42.
- García-Morales, R., Gordillo-Chávez, E., Valdez-Leal, J. y Pacheco-Figueroa, C. (2014). Las áreas naturales protegidas y su papel en la conservación de los murciélagos del estado de Tabasco, México. *Therya*. 5(3):725-736.
- Hinestroza-Córdova, L. & López-Malo, A. (2008). Productos lácteos fermentados como vehículos para microorganismos probióticos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 2(1):50-57.
- Horiuchi, J., Tada, K., Cobayashi, M., Kanno, T. & Ebie, K. (2004). Biological approach for effective utilization of worthless onions - vinegar production and composting. *Resources, Conservation and Recycling*. 40(2):97-109.
- López, H. (2010). *Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (Capsicum annuum) en salmuera y su diseño de planta*. (Trabajo de grado, Universidad Zamorano). Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/482/1/AGI-2010-T023.pdf>
- López, A. & Jiménez, R. (2008). Bioconservación de carne molida de res y cerdo. *Revista de la Facultad de Ingeniería Química*. (47):3-9.
- Moreno, D. & Cantú, P. (2005). La sustentabilidad alimentaria: una visión antropológica. *RESPYN*. 6(4).
- Ramírez, J., Rosas, P., Velázquez, M., Ulloa, J. & Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*. 2(7):1-16.
- Rosenblatt, J. & Stewart, P. (1975). Anaerobic bag culture method. *Journal of Clinical Microbiology*. 1(6): 527:530.
- Sáenz, A. & D'Alolio, O. (2007). *Identificación de pérdidas poscosecha de chile jalapeño [Capsicum annuum l. cultivar mitla] para uso agroindustrial*. (Consejo Nacional de Producción, Dirección de Calidad Agrícola). Recuperado de

<https://www.yumpu.com/es/document/read/14245999/identificacion-perdidas-postcosecha-chile-jalapeno-uso-industrial>

Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. & Guevara-Rodríguez, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión

bibliográfica ICIDCA. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar.* 50(1):20-28.

Zamora, E., Flores, L. González, L. & García, I. (2009). Estudios preliminares de la fermentación de jugo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) empleando *Lactobacillus plantarum*. *Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar.* 8(8):105.