



Comunicación

## **Evaluación microbiológica y sensorial de fermentados de pozol blanco, con cacao (*Theobroma cacao*) y coco (*Cocos nucifera*)**

Microbiological and sensory evaluation of fermented white pozol, with cacao (*Theobroma cacao*) and coconut (*Cocos nucifera*)

Román **Jiménez Vera**<sup>1\*</sup>, Nicolás **González Cortés**<sup>1</sup>, Arturo **Magaña Contreras**<sup>1</sup>,  
Alma **Corona Cruz**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de los Ríos.  
Carretera Tenosique-Estapilla, km 1, Tenosique, Tabasco, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química. Periférico Norte, km 33.5,  
Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán, México.

\*Autor para correspondencia: roman.jimenez@damr.ujat.mx

Aceptado 11-Julio-2010

### **Resumen**

El pozol es una bebida de maíz que se consume en el sureste de México y en algunos países de Centroamérica. Se puede consumir recién elaborado o fermentado. Tradicionalmente se consume solo (pozol blanco), aunque también es común agregarle cacao o coco. En este trabajo se evaluaron cambios microbiológicos durante la fermentación natural a temperatura ambiental, de tres tipos de pozol: blanco, con cacao y coco. La concentración de bacterias coliformes disminuyó a partir del tercer día de fermentación y a los 12 días se obtuvo una concentración de 2,20 log UFC/g. En las bacterias lácticas se observó el mayor crecimiento; ellas alcanzaron una concentración de 8,00 log UFC/g a los 3 días de fermentación que se mantuvo durante los 9 días siguientes. Se realizaron pruebas de nivel de agrado y preferencia con 31 jueces consumidores. La adición de ingredientes como el cacao o el coco no mejoraron el nivel de agrado entre los consumidores evaluados ( $p > 0,05$ ). El pozol blanco y fresco fue el preferido (32 %). En el futuro, estos resultados pueden ser utilizados para clasificar al pozol como

una bebida funcional, debido a la presencia de bacterias lácticas en concentración similar a la encontrada en el yogur.

**Palabras claves:** alimento fermentado, bacterias lácticas, coco, chorote, pozol.

### Abstract

Pozol is a native beverage, made of maize, in southern Mexico and some countries of Central America; and it is can be consumed fresh or fermented. Traditionally it is consumed alone (white pozol), although it is common practice to add cacao or coconut. In this work, microbiological changes during natural fermentation at room temperature for three types of pozol: white, with cacao and with coconut were evaluated. The concentration of coliforms decreased after the third day of fermentation and at 12 days a concentration of 2.20 log CFU/g was obtained. Lactic acid bacteria reached a concentration of 8.00 log CFU/g at 3 days of fermentation and this growth was maintained for 12 days of fermentation. Hedonic and preference tests were carried out with 31 consumer judges. The addition of ingredients like cacao or coconut do not improve acceptability between consumers ( $p > 0.05$ ). Fresh white pozol was preferred (32 %). In the future these results may be utilized to classify pozol as a functional drink, due to the presence of lactic acid bacteria, since its concentration is similar to that of yogurt.

**Key words:** chorote, coconut, fermented food, lactic acid bacteria, pozol.

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos fermentados tradicionales mexicanos como bebidas a base de maíz (tesgüino) (Nava-Arenas *et al.*, 2010) y el queso “de poro” (Jiménez-Vera *et al.*, 2008a; Aguirre-Alonso, 2010), al ser producidos de forma regional, no se conocen fuera del lugar donde son consumidos. Otros como los encurtidos y el chucrut (Hesseltine y Wang, 1980), los embutidos (Martín-Juárez, 2005), el pan (De la Rosa-Angulo *et al.*, 2010), el cacao (Huerta-Conde *et al.*, 2010), bebidas de frutas (Ramón-Canul *et al.*, 2006) y derivados lácteos como el yogur y tipos de quesos (Hesseltine y Wang, 1980; Biacs, 2002; Jiménez-Vera *et al.*, 2008b) han sido extensamente estudiados y se consumen en regiones geográficas muy amplias.

Los métodos tradicionales de producción de estos alimentos son sencillos, económicos, no requieren equipo complicado y

utilizan materia disponible y de bajo costo (Wacher-Rodarte, 1993; Jiménez-Vera, 2008b). Entre estos alimentos está el pozol, que a diferencia de otras bebidas tradicionales mexicanas de importancia como el mezcal y el tequila que se originan en procesos fermentativos y luego son destiladas (Narváez-Zapata *et al.*, 2010), el pozol es una bebida fermentada no alcohólica de maíz (*Zea mays*) consumida en el sureste de México, principalmente en los estados de Chiapas y Tabasco (Molina *et al.*, 1992; Romero, 2001), así como en algunos países centroamericanos (Barros y Buenrostro, 1998). El maíz nixtamalizado se muele y amasa con agua formando bolas y la bebida se prepara suspendiendo la masa en agua. El pozol puede consumirse solo o combinado. Hay diferentes ingredientes que pueden adicionarse para mejorar el sabor como son el cacao (*Theobroma cacao*), corozo (*Scheelea* sp.), arroz (*Oryza sativa*), camote (*Ipomoea bata-*

tas), coco (*Cocos nucifera*) (Wacher-Rodarte, 1993; Soleri y Cleveland, 2007), leche y esencias aromáticas (Fermán-Romero, 2006), entre otras. A la combinación del pozol con cacao se le llama “chorote” y ésta es una de las más consumidas (Castillo-Morales *et al.*, 2005).

El pozol puede consumirse recién elaborado, y se le conoce como pozol fresco, o también se puede fermentar a temperatura ambiental envuelto en hojas de plátano (*Musa AAB*). No se añade un inóculo a la masa pero se introducen grandes cantidades de microorganismos sobre todo durante la molienda. Una gran variedad de microorganismos se desarrollan, dentro de los cuales destacan las bacterias lácticas, que acidifican la masa, y los mohos y levaduras que contribuyen a la producción de aromas y sabores (Wacher, 1999; Díaz *et al.*, 1999).

En la actualidad, reviste interés el estudio de amilasas durante el proceso de fermentación del pozol (Cárdenas *et al.*, 2010). Se ha reconocido el potencial de las bacterias lácticas para modificar la microflora colónica y su metabolismo (Jiang y Savaiano, 1997), así como el efecto de la microflora en la salud humana (Noverr y Huffnagle, 2004). Se ha demostrado que la administración oral de bacterias lácticas puede mejorar el sistema inmune, la circulación y elevar los anticuerpos (Šušković *et al.*, 2001). Por otra parte, durante la fermentación del pozol, se modifica la composición nutrimental de la masa, aumentando la concentración de algunos de sus componentes, entre ellos los aminoácidos. Valores comparativos (en g/100g de proteína) del contenido de aminoácidos de las proteínas de una muestra de maíz y del pozol elaborado con el, fueron publicados por Cravioto *et al.* (1955), quienes indicaron contenidos de lisina 3,05 y 4,00; triptófano 0,46 y 0,71; arginina 3,17 y 3,32; y treonina 5,05 y 5,65, respectivamente para el maíz y el pozol. De esta forma, mediante la experiencia acumulada durante siglos en las comunidades indígenas se logra el “enriquecimiento natural” de sus pro-

ductos alimenticios (Wacher, 1999).

Debido a la introducción de bebidas carbonatadas azucaradas, se ha disminuido el consumo de bebidas tradicionales como el pozol fresco o fermentado (Vázquez-García *et al.*, 2004; Arroyo *et al.*, 2010). Los productos fermentados presentan ventajas en seguridad, conservación y valor nutritivo. Sin embargo, la aceptación y seguridad sanitaria no han sido suficientemente evaluadas en estos productos. Por lo expresado, el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios microbiológicos y sensoriales de pozol blanco, con cacao y coco fermentados naturalmente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron los cambios microbiológicos, sensoriales, de humedad y pH en pozol blanco y adicionado con cacao y coco fermentados en una región del trópico húmedo, donde la temperatura ambiental promedio es de 28 °C.

### Selección de los ingredientes

En la elaboración de pozol se utilizó maíz blanco en grano libre de infestación, cacao en grano, hojas de plátano asadas de buena apariencia y cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), adquiridos en un mercado local en Tenosique, Tabasco, México.

### Elaboración del pozol

Para la nixtamalización (cocimiento del maíz) de 1,0 kg de maíz se utilizaron 1,5 L de agua y 2 % de cal. Se mantuvo en ebullición durante 2 h. Se realizaron lavados hasta eliminar la cascarilla del grano de maíz e impurezas. Se molió (Molino manual para nixtamal y granos, marca Estrella®) y se amasó agregando agua purificada (aproximadamente 200 - 250 mL/kg) para obtener pozol blanco. Se eliminó la cascarilla de los granos de cacao y se molió; se adicionó 10 % al pozol blanco. La pulpa de coco se molió y secó en estufa

(BINDER, APT.line™, FD-53) durante 0,5 h a temperatura de 120 °C; se agregó 20 % al pozol blanco. Se prepararon 15 bolas de 50 g, de cada tipo de pozol. Cada una fue envuelta en las hojas de plátano asadas y se mantuvieron a temperatura ambiental durante 12 días, en fermentación natural. La toma de muestras se realizó cada tercer día, tomando tres muestras de cada tipo para los análisis correspondientes.

### **Determinación del pH, humedad y análisis microbiológicos**

En todas las muestras se determinó pH (NM, 1983a) y humedad (NOM, 1994). Los microorganismos evaluados fueron: aerobios mesófilos (en agar para métodos estándar), coliformes totales (en agar bilis y rojo violeta) mohos y levaduras (en agar papa dextrosa) y bacterias lácticas (en agar MRS - De Man Rogosa y Sharpe). El crecimiento se evaluó empleando un método modificado de siembra en superficie (Corona y Jiménez, 2004). Se depositaron en el agar correspondiente 5 µL de cada dilución. Para obtener las unidades formadoras de colonias (UFC) por dilución se contaron las colonias de la dilución mayor; se multiplicó por 200 y por el inverso de la dilución. Los microorganismos aerobios se incubaron a 37 °C durante 24 h y los anaerobios a 37 °C durante 48 h, en bolsa anaerobia (Rosenblatt y Stewart, 1975). Las evaluaciones se realizaron por triplicado.

### **Pruebas sensoriales afectivas**

Se evaluaron sensorialmente muestras de pozol fresco y fermentado (bebidas refrescantes). Se seleccionaron las muestras fermentadas de seis días, ya que de acuerdo a los resultados microbiológicos, en este tiempo las bacterias lácticas alcanzaron su máximo crecimiento y la concentración de coliformes disminuyó a cifras bajas. Mediante método afectivo se realizaron pruebas de nivel de agrado y preferencia (Pedrero y Pangborn,

1989). Para ambas pruebas se utilizaron 31 jueces consumidores. En el nivel de agrado se empleó una escala hedónica de 5 puntos (1- me disgusta mucho, 2- me disgusta, 3- ni me gusta ni me disgusta, 4- me gusta, 5- me gusta mucho). En la prueba de preferencia se utilizó un formato en donde se pidió a los jueces seleccionar la muestra de mayor preferencia, expresándose los resultados de manera porcentual.

### **Análisis estadísticos**

Los valores obtenidos fueron expresados mediante medidas de tendencia central. A los componentes humedad y pH, se les realizó análisis de varianza de una vía ( $n = 3$ ), siendo los tratamientos las materias primas analizadas (pozol blanco, pozol con cacao y pozol con coco) y se efectuó una prueba de comparación de medias (Tukey,  $p < 0,05$ ). Análisis de varianza y prueba de comparación de medias fueron realizados a los datos obtenidos en prueba sensorial de nivel de agrado. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete computacional Statgraphic® Plus, versión 5.1 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA) y de acuerdo a los métodos señalados por Montgomery (1991).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Humedad y variación del pH**

El contenido de humedad inicial en todas las muestras fue de 30 %. Durante la fermentación se encontró una ligera disminución en el porcentaje de humedad. Sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ). La pérdida de humedad no fue un factor significativo durante la fermentación. Durante el proceso de nixtamalización, el maíz fue sometido a calor, lo que ocasionó la gelatinización del almidón contenido en el

grano; el agua quedó fuertemente retenida en la estructura gelatinizada, expresándose en una pequeña disminución de la humedad del pozol almacenado a temperatura ambiental (Sahlin, 1999). Por otra parte, al utilizar hoja de plátano como cubierta, probablemente contribuyó a evitar dicha pérdida de humedad al paso del tiempo.

El Cuadro 1 muestra los valores de pH obtenidos durante los 12 días en que se llevó a cabo la fermentación natural. En los tres tipos de pozol se obtuvo el mismo comportamiento del pH, un decremento de los valores. A los seis días de fermentación, se alcanzaron valores de pH característicos de los alimentos fermentados.

Después de 12 días de almacenamiento a temperatura ambiental, en todas las muestras se encontró una disminución en el pH. Esta disminución del pH se explica por la acción de microorganismos ácido lácticos que utilizan el almidón gelatinizado como fuente de carbono para producir ácidos orgánicos, como cítrico, acético y láctico (Raimbault, 1998). De acuerdo a Sahlin (1999) el valor del pH normalmente encontrado en los productos fermentados es menor a 4,0. Por otra parte, se ha encontrado que el pH es un factor esencial en la conservación de alimentos. En los alimentos con pH menor de 4,6 los microorganismos patógenos presentan pocas posibilidades de supervivencia (Steinkraus, 2002). Esto hace que los alimentos fermentados sean seguros para ser consumidos, ya que además, pueden mejorar la flora microbiana benéfica compuesta principalmente por *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Bengmark, 2000).

### Crecimiento microbiano

En la Fig. 1 se observa el crecimiento de los grupos microbianos evaluados. Durante los tres primeros días de fermentación, todos los microorganismos aumentaron su concentración en los tres tipos de pozol evaluados. Sin embargo, al sexto día, las bacterias coliformes

disminuyeron su concentración. La menor concentración de coliformes se obtuvo en el pozol con cacao, seguida por el pozol blanco, y finalmente, el pozol con coco. A los nueve días de fermentación, la concentración de coliformes fue similar en los tres tipos de pozol y a los 12 días en el pozol con coco se obtuvo el valor más bajo (2,20 log UFC/g). La tendencia del crecimiento de los mohos y levaduras fue similar en los tres tipos de pozol, manteniendo su concentración durante los 12 días de fermentación. En las bacterias lácticas se observó el mayor crecimiento, ya que su concentración aumentó aproximadamente 5 unidades logarítmicas durante los tres primeros días de fermentación, logrando mantener esa concentración bacteriana durante los 12 días de la fermentación.

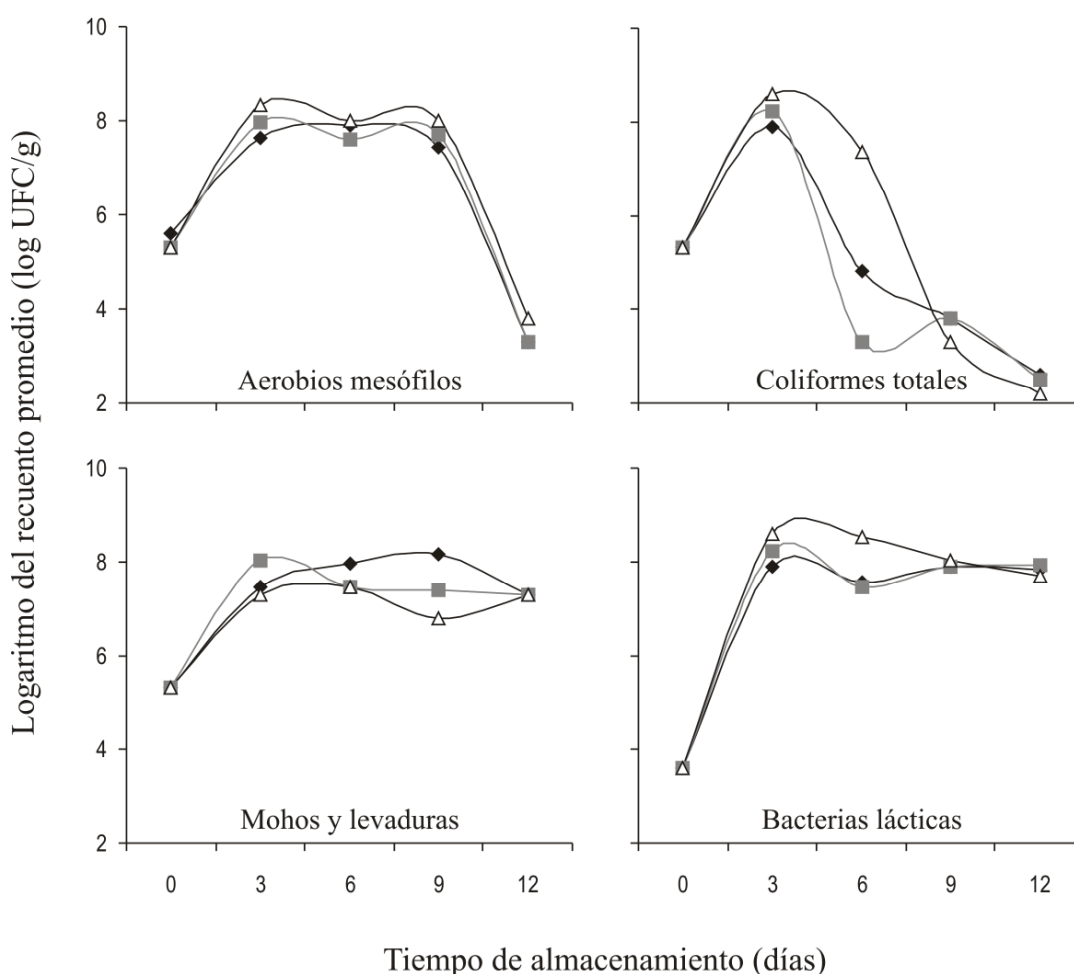
Manteniendo al pozol en fermentación a temperatura ambiental durante algunos días, se logró disminuir la concentración de bacterias coliformes. Este fenómeno es de gran importancia en la seguridad alimentaria, ya que las principales bacterias patógenas del ser humano se encuentran dentro de este grupo. La disminución de los coliformes se ha asociado a la disminución del pH en los productos fermentados. Ha sido demostrado que las bacterias patógenas reaccionan de maneras diferentes ante la presencia de bacterias ácido lácticas, en relación a las variaciones de pH (Gauthier, 2002). Lo anterior hace difícil que las patógenas puedan sobrevivir, haciendo a los alimentos fermentados más seguros para su consumo. En un estudio presentado por Eslava-Campos (2001) en México, se mostró que en pozol fresco fueron aisladas cepas de *Escherichia coli* (EPEC 018 y 088, ETEC 08, 011, 020 y 0173), mientras que en pozol fermentado, Wachter *et al.* (1993) han indicado su ausencia. Asimismo, en otros productos fermentados se han encontrado patrones similares, como los informados por Yang y Choi (2000) para productos de soya fermentados, Randazo *et al.* (2002) para quesos fermentados y Jiménez-Vera *et al.* (2008) en

**Cuadro 1.-** Tendencia del pH en pozol blanco, con cacao y con coco durante 12 días de fermentación a temperatura ambiental\*.

Tipo de pozol	Tiempo de fermentación (días)				
	0	3	6	9	12
Blanco	6,05 <sup>a,b</sup>	5,74 <sup>b</sup>	4,50 <sup>a</sup>	4,50 <sup>a</sup>	4,36 <sup>b</sup>
Con cacao	6,04 <sup>a</sup>	5,57 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>	4,39 <sup>b</sup>	4,15 <sup>a</sup>
Con coco	6,15 <sup>b</sup>	5,95 <sup>c</sup>	4,62 <sup>b</sup>	4,30 <sup>c</sup>	4,50 <sup>c</sup>

Los valores son promedios de 3 muestras.

\* Letras diferentes en superíndices de una misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 1.-** Crecimiento microbiano en pozol blanco (◆), con cacao (■) y coco (△) durante 12 días a temperatura ambiental.

queso “de poro” artesanal de Tabasco, de 7 días de maduración; lo que confirma nuevamente, la seguridad en el consumo del pozol fermentado. Las diferencias entre las poblaciones microbianas que se establecieron durante la fermentación del pozol pudieron deberse principalmente al método de procesamiento más que al periodo fermentativo (Wakil y Onilude, 2010).

En el yogur, la concentración de bacterias lácticas debe ser como mínimo de 6,30 log UFC/g (NM, 1983b) y en los tres tipos de pozol analizados se encontraron, a los tres días, concentraciones superiores a 8,0 log UFC/g, lo que convierte al pozol en una importante fuente de bacterias lácticas, que pudieran funcionar como probióticos.

En los productos lácteos fermentados como el yogur, su consumo ha ido aumentando gradualmente hasta llegar a ser hoy un producto aceptado en muchas poblaciones alrededor del mundo (Biacs, 2002). Entre las bondades de los productos fermentados se encuentra que funcionan como fuente de probióticos, reductores de la flatulencia, poseen efecto anticolesterolémico, así como anticancerígeno (Sahlin, 1999). El efecto probiótico es uno de los más estudiados en la actualidad en productos lácteos fermentados y poco ha sido tomado en cuenta en el pozol, alimento que ha sido consumido por nuestros antepasados contribuyendo a mejorar el balance de la flora intestinal, entre otros beneficios (Bengmark, 2000) y por otra parte, el proceso de elaboración de pozol fermentado es muy sencillo y de bajo costo económico, lo que per-

mite que la ingestión de este producto pueda realizarse con frecuencia.

### Pruebas sensoriales de consumidores (nivel de agrado y preferencia)

Los resultados de las pruebas de nivel de agrado y preferencia realizadas a los tres tipos de pozol, frescos y fermentados se presentan en el Cuadro 2. La adición de cacao y coco no tuvo efecto significativo en el nivel de agrado ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, fue estadísticamente significativa la diferencia entre pozol fresco y fermentado ( $p < 0,05$ ), siendo menor el nivel de agrado del pozol fermentado. En cuanto a la prueba de preferencia, se encontró que el pozol blanco fue el de mayor preferencia tanto fresco (32 %) como fermentado (23 %) y cabe agregar que, en esta prueba, el pozol con cacao fermentado tuvo mayor preferencia que el pozol con coco fresco. En líneas generales, tanto en la prueba de preferencia como en la de nivel de agrado, el pozol fresco fue el favorito de la población consumidora. El sabor ácido característico de los alimentos fermentados limitó su preferencia. La adición de ingredientes como el cacao y el coco no mejoraron la preferencia por el pozol blanco, no obstante, en el caso del cacao se observó un efecto positivo, aunque menor en pozol fermentado, y en este sentido, es posible que especies microbianas, además de las evaluadas y que se encuentran presentes en la microflora natural del cacao hayan desmejorado la calidad sensorial en el fermentado natural (Huerta-Conde *et al.*, 2010).

**Cuadro 2.-** Nivel de agrado\* y preferencia de pozol fresco y fermentado.

Análisis sensorial	Pozol fresco			Pozol fermentado		
	Blanco	Cacao	Coco	Blanco	Cacao	Coco
Nivel de agrado	4,09 <sup>a</sup>	4,03 <sup>a</sup>	3,80 <sup>a</sup>	3,03 <sup>b</sup>	2,87 <sup>b</sup>	2,70 <sup>b</sup>
Preferencia (%)	32	29	6	23	10	0

\* Letras diferentes en superíndices de una misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) e iguales indican que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El pozol fresco fue el favorito de la población consumidora. La adición de cacao y coco no afectó significativamente el crecimiento de los grupos bacterianos comparando con el pozol blanco y en relación a la evaluación sensorial no mejoró la preferencia por el pozol blanco, no obstante, en el caso del cacao (en pozol fresco) se observó un efecto positivo, aunque menor en pozol fermentado. Con la fermentación natural a temperatura ambiental se observó un decremento de la concentración de bacterias coliformes (en los tres tipos de pozol) a partir del tercer día de fermentación que persistió hasta alcanzarse una concentración de 2,20 log UFC/g (en pozol con coco). El mayor crecimiento fue el de las bacterias lácticas, obteniéndose una concentración similar a la encontrada en el yogur; aunque de manera sencilla y económica. En el futuro, estos resultados pueden ser utilizados para clasificar al pozol como una bebida funcional debido a la presencia de bacterias lácticas y su efecto inhibitorio en el crecimiento de bacterias coliformes. Se recomienda buscar alternativas tecnológicas y evaluar atributos sensoriales para continuar mejorando las características organolépticas del pozol fermentado, así como realizar análisis en la composición proximal y producción de metabolitos como ácidos grasos de cadena corta y compuestos aromáticos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Alimentos de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por las facilidades para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre-Alonso, Rubén Onofre. 2010. Caracterización sensorial del queso

“de poro” de Balancán, Tabasco, artesanal y estandarizado. En Archivos del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica-VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica-VIII Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular. 24-26 Marzo. Acapulco, Guerrero, México. <http://biomedbiotec.homelinux.org/congreso2010/Trabajos/Alimentos/ALI4312820091204.pdf>

- Arroyo, Pedro; Pardío-López, Jeanette; Loria, Alvar and Fernández-García, Victoria. 2010. The modernization of cooking techniques in two rural mayan communities of Yucatán: the case of lard frying. *Ecology of Food and Nutrition*. 49(1): 61-71.
- Barros, C. y Buenrostro M. 1998. I quim, bu'ul, chay (maíz, frijol, chaya). *Cuadernos de Nutrición*. 21(5):14.
- Bengmark, S. 2000. Bacteria for optimal health. *Nutrition*. 16(718):611-615.
- Biacs, Peter A. 2002. Probiotics and prebiotics. In *Abstracts Ninth Seminar on Inulin*. April 18-19. (pp. 8). Budapest, Hungary.
- Cárdenas, M.C.; Wachter, C.; Barkla, B. Ruiz, B. and Rodríguez-Sanoja, R. 2010. Depletion of zeins, a strategy to simplify a fermented corn dough sample to proteomic study. In *Abstracts 7<sup>th</sup> International Symposium of Industrial Microbiology and Biotechnology*. July 1-3. (pp. 39). Melbourne, Australia.
- Castillo-Morales, Marisol; Wachter-Rodarte, María del Carmen and Hernández-Sánchez, Humberto. 2005. Preliminary studies on chorote – a traditional Mexican fermented product. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 21:293-296.
- Corona, A. y 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.
- Cravioto, René O.; Massieu, G. y Guzmán-G., Jesús. 1955. Investigaciones bromatológicas en alimentos mexicanos. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 30(1):26-33.
- De la Rosa-Angulo, Gloria Y.; Peñaloza-Espinoza, Josué; Farrera-Rebollo, Reynold, R.; Mora-Escobedo, Rosalba y Calderón-Domínguez, Georgina. 2010. Cambios en la calidad biológica y panadera en pan de masa ácida adicionado con aislado de soya y cultivo iniciador de diferente nivel de acidez. En *Extensos del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica-VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica-VIII Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular*. 24-26 Marzo. Acapulco, Guerrero, México. <http://biomedbiotec.homelinux.org/congreso2010/Extensos/Alimentos/ALI313YAN20091227.pdf>
- Díaz, Gloria; Ruiz, Francisco; Morlon-Guyot, Juliette y Wachter, Carmen. 1999. Diversidad de bacterias lácticas amilolíticas del pozol. En *Memorias del VIII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería y IV Congreso Latinoamericano de Biotecnología y Bioingeniería*. 12-17 Septiembre. (pp. 40). Huatulco, Oaxaca, México.
- Eslava-Campos, Carlos A. 2001. Enterobacterias causantes de enfermedad intestinal en niños. En *Primer Taller Nacional: la salud del niño(a) y el ambiente*. Junio, 2001. (Documento técnico). Secretaría de Salud, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, Dirección General de Salud Ambiental. México.
- Fermán-Romero, Alejandro José. 2006. Estudio de las características sensoriales del pozol elaborado con leche HTST y UHT. Proyecto de graduación del programa de ingeniería agroindustrial. Escuela Agronómica Panamericana-Zamorano, Honduras, 18 p. [http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2006/T2238.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2006/T2238.pdf)
- Gauthier, R. 2002. La salud intestinal, clave de la productividad. *Los Avicultores y su Entorno*. 5(27):84-90.
- Hesseltine, C.W. and Wang, Hwa L. 1980. The importance of traditional fermented foods. *BioScience*. 30(6):402-404.
- Huerta-Conde, José Ángel; Suárez-Quiroz, Mirna L.; Shorr-Galindo, Sabine y González-Ríos, Oscar. 2010. Impacto de los microorganismos en la fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.) de la región de Tabasco. En *Extensos del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica-VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica-VIII Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular*. 24-26 Marzo. Acapulco, Guerrero, México. <http://biomedbiotec.homelinux.org/congreso2010/Extensos/Alimentos/ALI50JAH20091204.pdf>
- Jiang, T. and Savaiano, D.A. 1997. *In vitro* lactose fermentation by human colonic bacteria is modified by *Lactobacillus acidophilus* supplementation. *The Journal of Nutrition*. 127:1489-1495.
- Jiménez-Vera, Román; Magaña-Contreras, Arturo; González-Cortés, Nicolás; Vázquez-Jiménez, Mauro y Acosta-Flores, Herlin. 2008a. Microflora asociada al proceso de maduración del queso de poro. En *Memorias de Semana de Divulgación y Video Científico*. 3-7 Noviembre. (pp. 841-846). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. <http://www.archivos.ujat.mx/dip/divulgaci>

- on%20y%20video%20cinetifico%202008/DAMRIOS/RJimenezV1.pdf
- Jiménez-Vera, Román; González-Cortés, Nicolás; Magaña-Contreras, Arturo y Mosqueda-Juárez, Horacio. 2008b. Calidad microbiológica de yogur elaborado con sustratos agroindustriales. En Memorias de Semana de Divulgación y Video Científico. 3-7 Noviembre. (pp. 852-857). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. <http://www.archivos.ujat.mx/dip/divulgación%20y%20video%20cinetifico%202008/DAMRIOS/RJimenezV2.pdf>
- Martín-Juárez, Belén. 2005. Estudio de las comunidades microbianas de embutidos fermentados ligeramente acidificados mediante técnicas moleculares. Estandarización, seguridad y mejora tecnológica. Tesis Doctoral. Universitat de Girona, España, 329 p. [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UdG/AVAILABLE/TDX-0627105-091136//Tbmj.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UdG/AVAILABLE/TDX-0627105-091136//Tbmj.pdf)
- Molina-Rodríguez, Juan Francisco; Daquilema, María y Gómez-Bautista, Cecilia. 1992. Participación social en salud. Una experiencia en Simojovel, Chiapas. Salud Pública de México. 34(6):660-669.
- Montgomery, C.D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Narváez-Zapata, J.A.; Rojas-Herrera, R.A.; Rodríguez-Luna, I.C. and Larralde-Corona, C.P. 2010. Culture-independent analysis of lactic acid bacteria diversity associated with mezcal fermentation. Current Microbiology. 61(2): On-line first-Article 61.
- Nava-Arenas, Deni; Nava-Arenas, Ixchel y Hernández-Sánchez, Humberto. 2010. Estudio del comportamiento *Lactobacillus plantarum* y *Saccharomyces cerevisiae* durante la fermentación de tesguino de maíz azul (*Zea mays*). En Extensos del XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica-VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica-VIII Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular. 24-26 Marzo. Acapulco, Guerrero, México. <http://biomedbiotec.homelinux.org/congreso2010/Extensos/Alimentos/ALI243DEN20091214.pdf>
- NM. 1983a. Norma Mexicana NMX-F-245-1983. Alimentos. Método de prueba en azúcares e hidrolizados de almidón. pH.
- NM. 1983b. Norma Mexicana NMX-F444-1983. Alimentos. Yoghurt o leche búlgara.
- NOM. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
- Noverr, M.C. and Huffnagle, G.B. 2004. Does the microbiota regulate responses outside the gut?. Trends in Microbiology. 12(12):562-568.
- Pedrero, F.D.L. y Pangborn, R.M. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. México: Alhambra. pp. 15-18.
- Raimbault, M. 1998. General and microbiological aspects of solid substrate fermentation. Electronic Journal of Biotechnology. 1(3):174-188.
- Ramón-Canul, Lorena G; Martín-Pantoja, Blanca R.; Sauri-Duch, Enrique y Tamayo-Canul, Elsy N. 2006. Elaboración de una bebida fermentada de ciruelas (*Spondias*) típicas de la región de Yucatán. En Memorias del III Simposio Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos y IV Congreso Internacional de Evaluación Sensorial. 30 Agosto-01 Septiembre. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México. <http://promepca.sep.gob.mx/archivospdf/produccion/Producto1003079.PDF>
- Randazo, L.C.; Torriani, S.; Akkermans, A.; de Vos, W.M. and Vaughan, E. 2002. Diver-

- sity, dynamics and activity of bacterial communities during production of an artisanal Sicilian cheese as evaluated by 16S rRNA analysis. *Applied and Environmental Microbiology*. 68(4):1882-1892.
- Romero, A. 2001. Casting a glance at life in Chiapas: an assay. *Sustainable Communities Review*. 4(2):23-24.
- Rosenblatt, J. and Stewart, P. 1975. Anaerobic bag culture method. *Journal of Clinical Microbiology*. 1(6):527-550.
- Sahlin, Peter. 1999. Fermentation as a method of food processing. Production of organic acids, pH-development and microbial growth in fermenting cereals. Licentiate Thesis. Lund University, Sweden, 63 p. [http://www.eden-foundation.org/project/articles\\_fermentation\\_thesis.pdf](http://www.eden-foundation.org/project/articles_fermentation_thesis.pdf)
- Soleri, Daniela and Cleveland, David A. 2007. Tejate: *Theobroma cacao* and *T. bicolor* in a traditional beverage from Oaxaca, Mexico. *Food and Foodways*. (15):1&2:107-118.
- Steinkraus, K.H. 2002. Fermentations in world food processing. *CRFSFS: Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 1:23-27.
- Šuškovčić, J.; Kos, B.; Goreta, J. and Matošić, S. 2001. Role of lactic acid bacteria and bifidobacteria in symbiotic effect. *Food Technology and Biotechnology*. 39(3):227-235.
- Vázquez-García, Verónica; Godínez-Guevara, María de Lourdes; Ortíz-Gómez, Ana Silvia and Montes-Estrada, Margarita. 2004. Uncultivated foods in southern Veracruz, Mexico: Establishing the links between ecosystem health, food availability, and human nutrition. *EcoHealth*. 1:131-143.
- Wacher, C. 1999. El Pozol. *Cuadernos de Nutrición*. 22(3):125-127.
- Wacher, C.; Cañas, A.; Cook, P.E.; Barzana, E. and Owens, J.D. 1993. Sources of microorganisms in pozol, a traditional mexican fermented maize dough. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 9:269-274.
- Wacher-Rodarte, Carmen. (1993). Alimentos y bebidas fermentados tradicionales. En *Bioteología Alimentaria*. (pp. 312-349). México: Limusa.
- Wakil, Sherifah Monilola and Onilude, Abiodun Anthony. 2010. Monitoring the effect of fortification on bacterial population dynamics in malted and fermented maize based weaning foods using PCR-DGGE. *Journal of Applied Biosciences*. 26:1604-1613.
- Yang, J.H. and Choi, H.E. 2000. Enumeration of coliform bacteria in various fermented soybean products and comparison of enumeration methods using chungkookjang. *Food Science and Biotechnology*. 9(2):104-110.