

# EL POZOL: LA BEBIDA FERMENTADA DE ALTO CONTENIDO PROBIÓTICO CREADA POR LOS MAYAS

## POZOL: FERMENTED DRINK OF HIGH PROBIOTIC CONTENT CREATED BY THE MAYANS

Antonio Miguel-Barrera, Juan José Reneaum-Ramírez y Ismael Velazquez-Alba

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Biológicas

Licenciatura en Biotecnología

[barreranto@gmail.com](mailto:barreranto@gmail.com)

[reneaum.natlus@gmail.com](mailto:reneaum.natlus@gmail.com)

[isma.isveal@gmail.com](mailto:isma.isveal@gmail.com)

### Resumen

El pozol es una bebida fermentada no alcohólica a base de maíz de origen prehispánico en México que puede considerarse como un alimento funcional gracias a sus grandes aportes de probióticos para una flora microbiana intestinal saludable. Se han aislado grupos de *Lactobacillus* y *Streptococcus* del pozol, los cuáles se restablecen en el intestino sin importar el pH. La masa del pozol contiene gran cantidad de almidón, el cual provee la fuente de carbono para todos los microorganismos presentes en aquel medio, y también se han encontrado levaduras y hongos. El objetivo de este artículo es resaltar la importancia cultural y biológica de esta bebida fermentada autóctona de México.

Palabras clave: Pozol, Probióticos, Bebidas Fermentadas, Mayas

## Abstract

Pozol is a non-alcoholic fermented beverage based on pre-Hispanic maize in Mexico. It can be considered as a functional type of food due to its great probiotic contributions for a healthy intestinal microbial flora. Groups of *Lactobacillus* and *Streptococcus* from pozol have been isolated to be restored in the intestine regardless of pH level. Pozol maize dough contains a great amount of starch, which provides all microorganisms present in there with a carbon source. Additionally, yeasts and fungi have also been found in pozol maize dough. This paper aims to highlight the cultural and biological significance of this fermented drink indigenous to Mexico.

Keywords: Pozol, Probiotics, Fermented Drinks, Mayans

## Introducción

Los probióticos son microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas proporcionan un beneficio para la salud del huésped. Los alimentos probióticos son un grupo de alimentos funcionales que tienen un gran interés comercial y una demanda creciente (Song *et al.*, 2012). El término probiótico fue definido por un comité de expertos como: “Microorganismos vivos que, en ciertos casos, al ingerirlos ejercen beneficios para la salud más allá de la nutrición general inherente”.

Las actividades fermentativas se han utilizado en la producción de alimentos y bebidas fermentadas, definidos como aquellos productos que han sido subordinados del efecto de microorganismos o enzimas para provocar cambios bioquímicos deseables (Blandino *et al.*, 2003).

El pozol, del náhuatl “*pozolli*”, es una bebida ácida refrescante de origen maya, consumida desde la época prehispánica como parte de la alimentación de ciertos

grupos étnicos. Actualmente, el pozol se consume en el sureste de México en los estados de Campeche, Chiapas, Tabasco y Yucatán (Méndez-Albores *et al.*, 2004). El consumo entre los pobladores es de 80 a 1000 g por persona al día (Méndez-Albores *et al.*, 2004).

Esta bebida se elabora con maíz nixtamalizado, cacao tostado o molido y en algunas ocasiones se le añade canela para perfumarla y a veces se endulza con azúcar o panela.

El pozol tiene características fisicoquímicas diferentes a las de otros productos de fermentación de alimentos, como un alto contenido de almidón y bajo contenido de proteína (Cárdenas *et al.*, 2014). Además de estas características, el pozol tiene una gran variedad de microorganismos que contribuyen a la fermentación como hongos, levaduras y bacterias de ácido láctico y no láctico.

Además de su importancia cultural como alimento, también se utiliza en la medicina tradicional y como elemento ceremonial (Cárdenas *et al.*, 2014).

## Historia

“*Pochotl*”, como era conocido por los Mayas, fueron los creadores de esta gran bebida. En la época prehispánica, los Mayas elaboraban esta bebida de maíz con cacao, el cual era muy apreciado entre los antiguos habitantes de estas tierras por dar resistencia a los viajeros indígenas (Roman, 2012). En 1519, cuando los conquistadores españoles comenzaron a llegar a las regiones del sureste, estos conocieron el “*pochotl*”, cuyo nombre se deformó con el paso de los años hasta conocerse hoy como “*pozol*” (Roman, 2012).

Las mujeres y las niñas de la cultura maya eran las encargadas de elaborar esta bebida y estaban al pendiente de nuevos visitantes a sus ciudades por las rutas comerciales que existían. A través de estas rutas comerciales, el pozol se extendió de Tabasco hacia Chiapas y Oaxaca e incluso a la Península de Yucatán y Centroamérica

(Roman, 2012). En esa época el maíz nixtamalizado se molía en metate, una especie de mortero rudimentario que actualmente se sigue ocupando en algunas comunidades, y posteriormente se añadía cacao para ser disueltos en agua.

En 1579, en las Relaciones Histórico-Geográficas de la Alcaldía Mayor de Tabasco, se hace referencia al pozol de la siguiente manera: *“Tenían por costumbre, especialmente los indios chontales, no comer sino sólo beber, y si comían era muy poco, una bebida que se hace de la moneda suya, el cacao, de suerte que se hace un brebaje algo espeso, el cual requiere de gran mantenimiento. Asimismo, preparaban otra bebida de maíz cocido llamada pozol... hacen algo de ésta aceda para beber con los calores porque es fresca y esto es lo más sano”*.

Los piratas holandeses, ingleses y franceses, quienes durante la colonia asediaron el territorio mexicano, también escribieron sobre el pozol. Un ejemplo fue el pirata inglés William Dampier, quien escribió en 1680: *“Si viajan dos o tres días cargan con un poco de este maíz molido, envuelto en una hoja de plátano, y con guaje a la cintura para hacer su bebida; no se preocupan más por vituallas hasta que vuelven a casa. Esto se llama pozol—poorsoul para los ingleses. Es de tanta estima {...} que nunca falta en sus casas”*.

En 1763, en su Diario del viaje a la Nueva España, Francisco de Ajofrín escribió: *“En esta provincia usan los indios una bebida que llaman pozol, compuesta de cacao y maíz con algunos otros ingredientes, del que hacen una masa blanca que beben desleída en agua fría y tiene un sabor agrio. Llevan esta masa en los caminos con algunas tortillas de maíz, que es toda su prevención de viaje”*.

En el estado de Oaxaca en la Chinantla, se prepara pozol con hueso de mamey asado y molido, lo que da un tono almendrado.

El pozol, desde su origen, es parte de la cultura tabasqueña porque la población le sirve como soporte al agotamiento para aquellas personas que desempeñan trabajos pesados o de alto rendimiento (Roman, 2012).



Figura 1. Imagen prehispánica de dos personas tomando pozol en jícaras de barro (sin autor).

## Ingredientes

### Maíz

El maíz era fundamental en la época prehispánica desde su uso como intercambio comercial hasta su uso en la gastronomía. *“Es a partir de este cereal que se ha diversificado también la alimentación de sus pobladores, con la creación de bebidas y platillos representativos del estado como el pozol, blanco o de cacao, consumido desde la época prehispánica cuando los primeros pobladores iban a la milpa y llevaban consigo una bola de masa envuelta en hojas de maíz a la cual añadían un poco de agua de algún riachuelo y la convertían en una bebida que por sus características, no sólo saciaba la sed, sino además daba una sensación de plenitud en el estómago”* (Vazquez-Galdámez, 2017).

### Cacao

El cacao, en la civilización maya, tenía un alto valor comercial y se usaba como moneda para el trueque en el intercambio por otras mercancías. El cacao se consideraba uno de los cuatro árboles cósmicos situados en los rumbos del universo y tenía relación con el maíz (Vazquez-Galdámez, 2017).

### *Canela*

La canela en el pozol sirve para dar el aroma característico a madera y especia, además de sus propiedades antibacteriales que ayudan a conservar por más tiempo las características organolépticas de esta bebida. Aunque la canela fue introducida en México durante la conquista, fue muy bien aceptada en la cocina mexicana (Vazquez-Galdámez, 2017).

### *Azúcar*

En la civilización maya, el pozol era consumido sin azúcar, aunque existe la posibilidad de que lo endulzaran con miel de abeja o agave. Actualmente, el azúcar es un ingrediente opcional dependiendo del público al que va dirigido.

### *Vainilla*

Se usa en el pozol como aromático, aunque es poco común, pero por su introducción por los españoles es apreciada para hacer una mezcla junto con el cacao, por lo que actualmente se añade para mejorar el sabor y el aroma del pozol (Vazquez-Galdámez, 2017).

### *Preparación*

Las mazorcas de maíz blanco o amarillo se descascaran y los granos se cocinan en cal (hidróxido de calcio) al 1% (p/v) en un proceso llamado “nixtamalización” de 15 a 45 minutos a una temperatura superior a 68 °C (Cárdenas *et al.*, 2014).

La nixtamalización, aparte de facilitar la remoción del pericarpio, controla la actividad microbiana, mejora la absorción de agua, aumenta la gelatinización de los gránulos de almidón y mejora el valor nutricional al aumentar la niacina (Vazquez-Galdámez, 2017).

Los granos se dejan enfriar a temperatura ambiente en el líquido de cocción, conocido como “*nejayote*”, y luego los granos se lavan para eliminar la mayor parte del pericarpio y después se muele en masa (Cárdenas *et al.*, 2014).

La masa heterogénea resultante se moldea en bolas y se envuelve en hojas de plátano para dejar a temperatura ambiente en una fermentación que puede ser de 0.5 a 7 días. Cada bola de masa envuelta pesa aproximadamente 150 g (Méndez-Albores *et al.*, 2004).

La masa fermentada se suspende en agua y se bebe diariamente como una bebida refrescante (Omar *et al.*, 2000).

La masa de maíz también se puede mezclar con pasta de cacao tostado o granos de cacao molidos (Méndez-Albores *et al.*, 2004).

Para el pozol no fermentado, la masa fresca se dispersa en agua para producir una mezcla de atole (Méndez-Albores *et al.*, 2004).

La cultura es un factor importante en la preparación, pues algunas personas cambian o agregan pasos extras para una mejor textura, olor, sabor entre otras propiedades organolépticas. Por ejemplo, la población mestiza encuentra desagradables algunos componentes fibrosos que no están bien solubilizados, así que hacen un lavado extra antes de la molienda del nixtamal.

El pozol se sirve en recipientes llamados jícaras hechas de barro para conservar fresca esta bebida y por su singular forma, donde se “menea” o se mueve en forma circular para homogenizar la mezcla. Sin embargo, esto está cayendo en desuso, principalmente en las casas. Incluso cuando se pide para llevar, se pone en bolsas plásticas (Vazquez-Galdámez, 2017).





Figura 2. Imagen tomada de Vazquez-Galdámez, 2017. Evento de la pozoleada en el Estado de Chiapas.

### ¿Por qué sabe bien el pozol?

Los alimentos fermentados son muy apreciados por sus atributos sensoriales como el sabor, el aroma y la textura agradable, donde la fermentación se manifiesta como un proceso evidente que se ha usado desde hace mucho tiempo para la preservación y conservación de los alimentos (Romero-Luna *et al.*, 2017).

Durante siglos, el cereal ha sido uno de los alimentos más importantes de la dieta del mexicano, principalmente el maíz (Romero-Luna *et al.*, 2017). Uno de los alimentos fermentados a base de maíz consumidos actualmente es el pozol, el cual es un alimento a base de maíz cocido para nixtamal y posteriormente molido, pero debe ser más grueso que para la tortilla (Barros y Buenrostro, 2011). Este tipo de alimento fue creado por poblaciones mestizas al sureste de México y Guatemala (Wacher, Cañas, Cook, Barzana y Owens, 1993) y en algunos lugares se conoce como pushcagua por la extensión a un alimento que se lleva envuelto (Barros y Buenrostro, 2011).



Esta bebida es muy consumida en países latinoamericanos como Honduras y Nicaragua, apreciada por sus propiedades de sabor y consumida por mucha gente independientemente de la edad, el género y el estatus social o cultural (José y Romero, 2006). En México, los grupos indígenas usan alimentos y bebidas fermentados para fines estimulantes, rituales, nutricionales y medicinales. Esto se debe a los microorganismos asociados con la fermentación. (Romero-Luna *et al.*, 2017). Existen más de 200 tipos de alimentos y bebidas fermentados, pero sólo algunos de ellos han sido estudiados. El pozol es uno de ellos que también tiene importancia cultural en la comunidad indígena mexicana (Romero-Luna *et al.*, 2017).

El pozol, de origen maya, es producido a partir de maíz, leche y azúcar y tradicionalmente se sirve con hielo picado en un recipiente llamado huacal, el cual está hecho a base de la cáscara de un fruto del árbol de jícaro. Esta bebida presenta variaciones dependiendo del lugar. En diferentes ciudades de Honduras, Nicaragua y México existen puntos de venta del pozol, pero el sabor y la técnica de preparación es distinta entre ellos, aunque muchos gozan de la fama de prepararlo muy sabroso (José y Romero, 2006). Por ejemplo, en el municipio La Chinantla de Oaxaca, el pozol se prepara con hueso de mamey asado y molido, lo cual le da un tono almendrado, además se le añade azúcar y canela y la masa se envuelve en hojas de un árbol conocido como pozol agrio en Chiapas (Barros y Buenrostro, 2011).

Por lo tanto, las características sensoriales que el consumidor busca en un buen pozol se basan en el color, la viscosidad y el sabor (acidez y sabor residual). En un estudio sobre las características sensoriales del pozol elaborado con leche HTST (semidescremada) y UHT (descremada), se determinó que la formulación más aceptada fue la realizada con leche semidescremada (José y Romero, 2006).

La formulación de pozol más aceptada según Alejandro Romero de acuerdo con la evaluación realizada en un panel de investigadores de Honduras determinada por las características sensoriales es la siguiente:

<i>Ingredientes</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Leche semidescremada pasteurizada HTST</i>	1 L
<i>Masa</i>	80 g
<i>Azúcar</i>	110 g
<i>Canela en raja</i>	7 g
<i>Vainilla</i>	5 ml
<i>Canela molida</i>	1 g

Tabla 1. Tabla extraída del proyecto “Estudio de las características sensoriales del pozol elaborado con leche HTST y UHT”, donde se determina el tipo de leche y la formulación más aceptadas en Honduras en 2006 (José y Romero, 2006).

Los alimentos tradicionales fermentados, como el pozol, son producidos de manera artesanal y semicomercial por algunos grupos sociales o etnias, demostrando que son parte de una cultura gastronómica ancestral. La recomendación para rescatar el patrimonio cultural que los alimentos y las bebidas fermentadas representan es industrializar su producción, para lo cual sería necesario aislar, caracterizar y optimizar los cultivos iniciales y , de este modo, obtener un valor agregado de estos productos al utilizar los microorganismos con características probióticas, aportando beneficios para la salud (Romero-Luna *et al.*, 2017).

#### Probióticos en la mira

*“Los probióticos son microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud del huésped”* (Song, Ibrahim y Hayek, 2012). Algunos probióticos encontrados en el pozol son *Streptococcus genera*, *L. pseudomesenteroides* y *Weissella paramesenteroides* aislados, ya que estos microorganismos son capaces de sobrevivir a un pH bajo y sales biliares (Romero-Luna *et al.*, 2017).

El pozol tiene un sustrato de maíz nixtamalizado con propiedades sensoriales de sabor ácido, refrescante y sin alcohol. El tiempo de fermentación es de aproximadamente cuatro días (Romero-Luna *et al.*, 2017). Se ha encontrado que las fuentes de microorganismos en el pozol están determinadas por las prácticas que se llevan a cabo para su elaboración (Wacher *et al.*, 1993).

El uso de microorganismos para alimentos se ha conocido en todo el mundo, desde la producción de cerveza hasta la de pulque. Durante el proceso de fermentación, los microorganismos pueden proceder de la microbiota natural o ser inducidos como en el caso de la levadura en la producción de la cerveza. Las actividades metabólicas de estos mejoran las propiedades de seguridad nutricional y sensorial de distintas materias primas usadas para la producción del alimento (Romero-Luna *et al.*, 2017).

La fermentación de los cereales se lleva a cabo por acción de las bacterias del grupo ácido láctico y de las levaduras, entre las cuales destacan los géneros *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pedicoccus*, *Streptococcus* y *Weissella*. Estos géneros incluyen algunas especies probióticas (Romero-Luna *et al.*, 2017). La participación de bacterias en la fermentación del pozol es de vital importancia, pero también se ha encontrado que algunas cepas de bacterias son patógenas oportunistas, como las bacterias del género *Streptococcus* y *Enterococcus* presentes en el pozol (Antonio Becerril *et al.*, 2018).

Si las masas del pozol se fermentan, sus cualidades nutritivas aumentan totalmente debido a que además de los valores alimenticios propios adquiridos del maíz y el cacao, el proceso de fermentación de éste aumenta la presencia de aminoácidos, como la licina y el triptófano, y vitaminas importantes, como la niacina y la riboflavina (Barros y Buenrostro, 2011). En la fermentación del pozol se modifica la composición nutrimental de la masa, aumentando la concentración de algunos de sus componentes, entre ellos los aminoácidos, como se mencionó anteriormente (Cravioto *et al.*, 1955).

Debido al valor bajo de pH y la presencia de ácidos de fermentación, los alimentos fermentados son menos susceptibles a la infección por bacterias que envenenan los alimentos similares no fermentados (Wacher *et al.*, 1993). El grupo de bacterias del ácido láctico se caracteriza por la producción de ácidos orgánicos durante el proceso de la fermentación del alimento o la bebida, disminuyendo el pH del sustrato, lo cual ocasiona la inhibición del crecimiento de otros microorganismos, principalmente patógenos. (Romero-Luna *et al.*, 2017).

Al analizar la distribución espacial de microbios en una bola de masa de pozol, se demostraron los gradientes de población y las actividades microbianas en este alimento. En la periferia donde el oxígeno tuvo más contacto con la superficie de la masa, la actividad metabólica microbiana fue mayor que la del centro (Ampe *et al.*, 1999), lo cual se relacionó a que la microflora dentro y fuera de la bola de masa del **pozol** aumentó durante la fermentación (Ben Omar y Ampe, 2000).

El aumento en la biodiversidad involucra la disponibilidad de fuentes de carbono. Los azúcares libres que se han encontrado en la masa del pozol están presentes en pequeñas cantidades debido a los lavados repetidos de los granos de maíz y la masa antes de la fermentación; por lo tanto, el almidón es una de las fuentes importantes de carbono y energía (Ben Omar y Ampe, 2000).

Los grupos bacterianos predominantes en el pozol en las distintas etapas de su fermentación son bacterias de ácido láctico, una de ellas es *Leuconostoc* spp. Estas bacterias ácido lácticas participan directamente en la fermentación del pozol y tienen propiedades probióticas (Olvera *et al.*, 2017). Debido a la tipificación de las bacterias presentes en el pozol, se ha demostrado que el género más abundante es *Streptococcus* (Antonio Becerril *et al.*, 2018), el cual representa entre 25 y 50% de la población activa total en el pozol (Ampe *et al.*, 1999). En el pozol originario de Villahermosa, Tabasco, se han detectado bacterias de este grupo bacteriano, las cuáles incluyen a las cepas *S. Infantarius*, *S. Progenies* y *S. Macedonicus* (Antonio Becerril *et al.*, 2018).

Además de los miembros del género *Streptococcus*, los lactobacilos son otros miembros dominantes del pozol, los cuales representan aproximadamente 50% de la población activa. Las especies encontradas más importantes son *L. plantarum* y *L. fermentum* (Ampe *et al.*, 1999). Por lo tanto, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. casei*, *S. bovis*, *B. mínimum* y *E. aurantiacum* son especies que desempeñan un papel específico en la fermentación del pozol y sugieren que ésta es una microflora típica responsable de la fermentación (Ben Omar y Ampe, 2000).

La primera etapa de la fermentación de la masa del pozol presenta una flora microbiana inicial grande debido a la inoculación natural de la masa del maíz durante la molienda. Esta flora incluye miembros del género *Streptococcus* y *Enterococcus* y especies aerobias estrictas como *Exiguobacterium* (Ben Omar y Ampe, 2000) La interrogante es cuáles procesos suceden en esta primera etapa de la fermentación del **pozol** El primer proceso para preparar el pozol es el remojo del nixtamal durante una noche para permitir el crecimiento de bacterias lácticas, mesófilos aerobios y *Enterobacteriaceae*, las cuales constituyen la flora microbiana primaria del pozol (Wacher *et al.*, 1993).

Otros procesos, que incluyen el contacto con la madera de la mesa (dependiendo del lugar donde se esté manipulando la masa), el amasado con las manos y la exposición al aire, contribuyen sólo a un menor número de microbios comparado con las dos mayores fuentes de microbios, las cuáles son la molienda y el remojo del maíz (Wacher *et al.*, 1993).

En la segunda etapa de la fermentación que va de 24 a 48 horas, las bacterias ácido lácticas heterofermentativas, que incluyen especies como *Leuconostoc* y *L. fermentum*, se desarrollan y alcanzan su nivel máximo a las 48 horas (Ben Omar y Ampe, 2000).

Dentro de las 24 a 48 horas de fermentación, muy pocos organismos degradan el almidón presente; sin embargo, mientras ésta se desarrolla, las bacterias ácido

lácticas aminolíticas liberan amilasas y éstas degradan el almidón a dextrinas y maltosa, lo cual provoca que haya más biodisponibilidad de azúcares para otros microorganismos como las cepas no amilolíticas (Ben Omar y Ampe, 2000).

Las bacterias ácido lácticas encontradas en el pozol, como *lactococos* y miembros del grupo *Leuconostoc-Weissella*, contribuyen a las primeras etapas de la fermentación vegetal, donde principalmente ocurre la acidificación (Ampe *et al.*, 1999). *L. fermentum* es un microorganismo de mucho interés, pues esta especie heterofermentativa está involucrada en muchas fermentaciones de productos con almidón (Ampe *et al.*, 1999).

El almidón es la fuente principal de azúcar del maíz; por lo tanto, la mayor cantidad de bacterias ácido lácticas que se han aislado en el pozol son amilolíticas, las cuales pertenecen a distintas especies que se han aislado de productos no lácteos (Ampe *et al.*, 1999).

Otras fuentes de carbono presentes en el almidón son el lactato, el formiato y el etanol, los cuáles son productos de la fermentación que sirven como alimento para algunos microorganismos, como las levaduras (Ben Omar y Ampe, 2000), que aislados del pozol son capaces de usar lactato como única fuente de carbono (Ampe *et al.*, 1999).

Algunas de las bacterias aisladas del pozol en la segunda etapa de la fermentación con interés biotecnológico en la medicina son *Leuconostoc citreum*, ya que produce una enzima llamada inculasa asociada con las células (Olvera *et al.*, 2017), y *Agrobacterium azotophilum*, la cual puede producir un compuesto antimicrobiano de amplio espectro (Romero-Luna *et al.*, 2017).

Otros microorganismos que tienen un papel importante en la fermentación del pozol son *L. plantarum* y *L. pentosus*, (Ampe *et al.*, 1999) y se distribuyen por igual en la masa del pozol (Ben Omar y Ampe, 2000). *L. plantarum* es un organismo que se ha encontrado en una gran variedad de productos vegetales fermentados, que puede terminar las fermentaciones de la planta debido a su gran capacidad de mantener un



gradiente de pH en presencia de altas concentraciones de ácidos orgánicos y su bajo pH interno limitante del crecimiento (Ampe *et al.*, 1999).

La etapa final de la fermentación de 48 a 96 horas se caracteriza por la disminución de bacterias ácido lácticas heterofermentativas y el desarrollo de bacterias ácido lácticas homofermentativas, que son parientes cercanas de *L. plantarum*, *L. casei*, *L. delbrueckii* y especies de *Bifidobacterium* y que ninguna de ellas se detectan en la primera etapa de la fermentación (Ben Omar y Ampe, 2000). Algunas de estas bacterias ácido lácticas desempeñan un papel importante en la disponibilidad de carbono en el almidón, pero se necesitan evidencias directas de esta actividad amilolítica *in situ* (Ampe *et al.*, 1999). Los microorganismos como las bifidobacterias y los hongos presentes en la masa del pozol coexisten en la periferia de la masa donde hay más oxígeno que **de**tro de la masa (Ben Omar y Ampe, 2000).

La masa del pozol con una fermentación de 48 a 96 h muestra una disminución **de** los niveles de pH, particularmente en el centro de la masa. Las bacterias ácido lácticas homofermentativas resisten estos niveles de pH que se encuentran en valores menores a 4 y continúan el proceso de acidificación (Ben Omar y Ampe, 2000).

Por último, en términos microbiológicos la cantidad presente de enterobacterias en el pozol representan 1% de la flora activa de la periferia de la bola de pozol y apenas son detectables en el centro. Este problema debe ser tomado en cuenta pues es una preocupación importante relacionada con patógenos de control en alimentos tradicionales (Ampe *et al.*, 1999). Estas enterobacterias corresponden a microorganismos fecales humanos típicos, como *Bifidobacterium* y *Enterococcus*, y están presentes a pesar de las altas concentraciones de ácido láctico debido a la existencia de microambientes o a la resistencia de algunas cepas resistentes a un pH ácido, así que es necesario mejorar las condiciones sanitarias de la producción de pozol (Ben Omar y Ampe, 2000).

¡México no se queda atrás!

El 16 de octubre de 2017, el grupo de investigación del Departamento de Alimentos y Biotecnología, perteneciente al Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó una investigación sobre las bacterias presentes en la preparación del pozol. Para esta investigación, Marisol López-Hernández, autora principal de *Evaluation of xylan as a carbon source for Weissella spp.: a predominant strain in pozol fermentation*, se enfocó en el proceso de nixtamalización, donde el maíz se somete a un proceso térmico alcalino (Spitaliner, 2008) que libera compuestos XOS (xilololosacáridos), los cuales son polímeros del azúcar xilosa. Estos se producen a partir de la fracción de xilano en fibra vegetal y son de interés al usarse como prebióticos para modular la microbiota intestinal con el objetivo de mejorar la salud intestinal (Lasrado y Gudipati, 2013).

Carbohidratos/glucósidos	Sepas				
	W. confusa L9	W. confusa L17	W. confusa spe 40	W. paramesenteroides 3a	W. cibaria 3LA
<i>l-Arabinosa</i>	-	-	-	-	-
<i>D-Arabinosa</i>	-	-	-	-	-
<i>Ribosa</i>	-	-	-	+	-
<i>D-Xilosa</i>	+	+	+	+	+
<i>l-Xilosa</i>	-	-	-	-	-
<i>D-Galactosa</i>	-	+	-	+	+
<i>Glucosa</i>	+	+	+	+	+
<i>D-fructosa</i>	+	+	+	+	+
<i>D-manosa</i>	+	+	+	+	+
<i>Amigdalina</i>	-	+	-	-	+
<i>Arbutina</i>	-	+	-	-	+
<i>Citrato Ferrico de Esculina</i>	-	+	-	+	-
<i>Salicina</i>	-	+	-	-	+
<i>D-Celobiosa</i>	+	+	-	+	+
<i>D-Maltosa</i>	+	+	+	+	+
<i>D-Lactosa (origen bovino)</i>	-	-	-	-	-
<i>D-sucrosa</i>	+	+	+	+	+
<i>Inulina</i>	-	-	-	-	-
<i>Almidon</i>	-	-	-	-	-

Tabla 2. Traducida de Hernández, 2017. Perfil de consumo de carbohidratos y glucósidos de *Weissella* spp. evaluada usando -kit Api50CH

Enzima estudiada	Sepas				
	W. confusa L9	W. confusa L17	W. confusa sne. 40	W. paramesenteroides 3a	W. cibaria 3LA
Fosfatasa alcalina	3	2	2	1	2
Esterasa (C4)	0	1	1	1	0
Lipasa esterasa (C8)	0	1	1	1	0
Lipasa (C14)	0	0	0	1	0
Leucina arilamidasa	3	4	2	5	3
Valina arilamidasa	5	2	5	3	2
Cistina arilamidasa	1	1	1	1	0
Tripsin	0	0	0	0	0
$\alpha$ -quimotripsina	1	0	0	1	0
Fosfatasa acida	5	5	5	5	5
Naftol-AS-BI-fosfohidrolasa	4	3	3	4	3
$\alpha$ -galactosidasa	0	1	0	2	0
$\beta$ -galactosidasa	0	3	0	5	3
B-glucoronidasa	0	0	0	1	0
$\alpha$ -glucosidasa	0	0	0	0	0
$\beta$ -glucosidasa	0	2	0	4	2
$\alpha$ -manosidasa	0	0	0	0	0
$\alpha$ -fucosidasa	0	0	0	0	0

Tabla 3. Traducida de Hernández, 2017. Control de la actividad enzimática utilizando Apizym. Los números indican la intensidad de cambio de color; 0 = no hay cambio de color, 5 = cambio de color muy intenso.

La Dra. López-Hernández evaluó los sustratos que son asimilados por las cepas microbianas que están presentes en el proceso de elaboración y realizó un estudio donde evaluó la participación de las enzimas que interactúan para transformar los azúcares y generar energía para llevar a cabo el proceso de fermentación.

La Dra. López-Hernández buscó determinar la actividad fermentativa de diferentes especies de *Weissella*. Los resultados mostraron que en un grupo de especies de *Weissella* aisladas del pozol ninguna pudo fermentar el almidón ni mostrar actividad de  $\alpha$ -glucosidasa. Todas las cepas de *Weissella* fueron capaces de crecer en xilano, pero claramente las especies de *W. confusa* sobresalen del resto de los microorganismos evaluados. *Weissella confusa* L9 pudo crecer en xilano. Esta cepa usó los compuestos XOS, pero la xilobiosa y la xilotriosa fueron los más fáciles de consumir. La presencia de microorganismos capaces de interactuar con *W. confusa* L9, hidrolizando xilano a XOS durante la fermentación, sería importante. De acuerdo con estos resultados, durante el proceso de elaboración del **pozol** se liberan los

compuestos XOS al ambiente. Los microorganismos como *W. confusa* L9 pueden utilizar estos compuestos como alternativa al almidón y a los maltooligosacáridos. Además, se ha descubierto que los xilooligosacáridos, así como las cepas implicadas en su consumo, pueden conferir múltiples efectos beneficiosos para la salud del consumidor (Hernández, 2017).

La relevancia de esta investigación fija el interés en los compuestos que se liberan en el proceso de elaboración. Como resultado se muestra la formación de ácido láctico, el cual es un compuesto que se puede usar con propósitos industriales. Actualmente, el Instituto de Biotecnología de la UNAM está llevando a cabo procesos donde utilizan este producto para generar ácido poliláctico biodegradable (APL), el cual es un biopolímero (Finkenstadt, 2007).

La actividad fermentativa alta de las bacterias puede tener un uso industrial si se tiene una visión a futuro y se implementan metodologías de laboratorios de vías metabólicas para aprovechar la capacidad de estos microorganismos, pero sin olvidar el potencial aplicable a la industria alimenticia, donde el pozol puede ser una bebida de mayor actividad probiótica que las actuales en el mercado.

¿Cómo vemos al pozol?

México ha logrado mantener sus tradiciones a lo largo de los años gracias a las comunidades étnicas que aún sobreviven. Estas comunidades se han esforzado por heredar estas tradiciones a las generaciones siguientes, brindándoles el conocimiento milenario de los Mayas para la preparación del pozol e inculcando que esta magnífica bebida tiene propiedades energéticas e incluso podría ser ocupada para algunos malestares.

Mantener esta herencia milenaria ha resultado complicado debido al enorme impacto de las culturas extranjeras que imponen su propia cultura en nuestra sociedad y al desinterés que tiene la sociedad por su propia cultura. Las nuevas generaciones

ven a nuestra cultura como algo primitivo, algo que sólo las clases bajas poseen y no como algo que deberían preservar y de lo cual sentirse orgullosos.

Steinkraus, un científico estadounidense en alimentos (1918-2007) dijo: “Si conoces la historia de la alimentación, conoces la historia del hombre”. Preservar la receta del pozol ha estado a cargo de estados como Chiapas y Monterrey, donde la herencia cultural ha prevalecido al encargarse de contar la historia de nuestros ancestros.

Los indígenas chiapanecos daban el nombre de *pochotl* a esta bebida y los españoles adoptaron al idioma castellano como *pozol*. Originalmente, los indígenas le llamaron *pochotl* por el uso de semillas de *pochtl* en su preparación. Pero también se dice que se le denominó *pochotl* en memoria del príncipe tolteca Pochotl, gran divulgador de las propiedades del maíz entre la población indígena de Tenochtitlán.

En Chiapas preparan tres tipos de pozol, los cuales han sido modificados por las comunidades del lugar, pero no existen registros exactos de quién y por qué se han llevado a cabo estas variantes. La primera variedad de pozol es de cacao, que a principios del siglo XX se consumía al tiempo y sin azúcar y era famoso entre la población porque se decía que era una bebida refrescante y energética. Posteriormente, en 1908 aproximadamente, se le adicionó azúcar y hielo en las ciudades de Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristóbal de las Casas y Comitán. La segunda variedad es el pozol blanco, que se puede tomar con panela y frío o a temperatura ambiente. Finalmente, la tercera variedad de pozol es el agrio, que para su elaboración se deja agriar la masa durante tres días y se toma con sal y chile seco o fresco. Esta variedad ha servido para que gente joven se interese en tomarlo al considerarlo como una clásica michelada (cerveza con limón, sal y chile).



Figura 3. La Chiapaneca y el Parachico tomando pozol de cacao. Foto: Miguel Castanedo, 10 julio, 2014.

Chiapas es organizador de la feria de San Roque, que es la celebración en nombre del Santo Patrono “San Roque”, quien según la historia fue uno de los santos protectores que se dispuso a ayudar con devoción a enfermos de la peste, animales y peregrinos. Por esta razón, el pueblo tuxtleco organiza esta feria con el propósito de convivir con los habitantes de la región.

En 2015 se celebró esta feria con la presentación de la jícara de pozol más grande del mundo, donde más de 8,000 personas estuvieron presentes y donde se difundió la preparación de la bebida para repartirla por la tarde entre los participantes locales y extranjeros, quienes tuvieron la fortuna de paladear esta bebida.

Óscar Morales Chanona, el encargado de realizar esta festividad, tenía la intención de lograr el registro de la jícara más grande del mundo en el récord Guinness, pero desafortunadamente no pudo conseguirlo por la falta de fondos que implica el registro. De haberlo logrado, habría colocado al pozol como una bebida tradicional en México y habría logrado que todo el mundo se piese de él.





Figura 4. Tuxtla Gutiérrez. Por noveno año consecutivo miles de personas se dieron cita en la plaza de San Roque para presenciar el llenado de la jícara de pozol más grande del mundo y degustar gratuitamente esta bebida milenaria.

Otra festividad importante es el Festival del Cacao en Monterrey, evento que está dirigido para productores, artesanos y empresarios de cacao con el fin de activar la economía de la región. Durante el festival se realizan bebidas a base de cacao y, por supuesto, **pozol** al que se le adiciona cacao para tener un sabor tradicional de Monterrey, donde lo sirven cómo lo hacían los mayas: en una vasija de barro. Los habitantes de la región han agregado hielo a la bebida para hacerla aún más refrescante (Barros y Buenrostro, 2011).

En este festival se puede observar principalmente a las mujeres preparar pozol con vestimentas tradicionales. Ellas sugieren que el pozol es una bebida energética, tradicionalmente bebida por sus padres y abuelos cuando realizaban trabajos pesados y también comentan que se le daba de beber a los niños para proporcionarles defensas y evitar así problemas intestinales.



Figura 5. El pozol, una bebida tradicional maya que proporciona energía. Segundo Festival del Cacao en Monterrey. Fotografía tomada por: Roberto Uriel Torres TV Azteca Noroeste (31 de julio, 2015).

Estos dos estados han tenido que cumplir con la tarea de continuar con la elaboración del pozol, presentándolo en eventos que atraigan al turismo nacional y extranjero y logrando una respuesta positiva en la degustación de la bebida.

Sin embargo, mucha gente aún desconoce el alto valor probiótico del pozol y sólo conoce una mínima parte de su historia.

## Conclusiones

El pozol es una bebida ancestral que debe ser preservada por sus características culturales y de alto valor nutricional. No es solamente una bebida refrescante que aporta la energía necesaria a personas que laboran largas jornadas, sino representa una tradición cultural llevada a cabo con pasión por las mujeres que se dedican a su preparación, al hacerlo de manera rudimentaria con metates y leña para cocer el maíz, lo cual brinda el sabor característico de esta bebida.

Las diferentes formas de elaboración dependen de las regiones donde se prepara, pero la textura y el sabor también cambian de acuerdo al gusto de las

generaciones de familias que lo preparan. Por ejemplo, en la pozoleada se prepara un tipo de pozol tradicional elaborado sin azúcar o miel hasta un tipo de pozol elaborado con un proceso de fermentación más prolongado.

El pozol aporta una gran cantidad de probióticos tales como las bacterias ácido lácticas, que son de gran importancia para tener una flora bacteriana intestinal sana. Se ha encontrado que el número de bacterias aumenta tanto en número como en especie en las distintas etapas de fermentación del pozol. Estos probióticos representan una gran área de oportunidad para la investigación científica al analizar y reconocer la gran diversidad de microorganismos presentes en el pozol.

A lo largo de este artículo se ha planteado que el pozol es una bebida con alto valor nutricional debido a su gran capacidad probiótica en comparación con otras bebidas en el mercado. Sin embargo, el verdadero potencial de esta bebida aún puede conocerse más si se llevan a cabo más investigaciones con el fin de describir completamente su valor nutricional y evaluar las bebidas a las cuales se han añadido más ingredientes como cacao, panela, sal y limón.

#### Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Dr. Enrique González Vergara por el tiempo dedicado a la orientación en la estructuración, redacción y revisión de este artículo y a nuestra máxima casa de estudios, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por proporcionarnos los espacios y las herramientas de investigación necesarios para la realización de este artículo.

#### Referencias

20 Minutos Editora S.L. NOTIMEX (10 de septiembre de 2017). Monterrey. Monterrey realizará Festival del Cacao al Chocolate, Tabasco y Chiapas. <https://www.20minutos.com.mx/noticia/281701/0/monterrey-realizara-festival-del-cacao-al-chocolate-tabasco-y-chiapas/#xtor=AD-1&xts=513356>

Ampe, F., Ben Omar, N., Moizan, C., Wachter, C. y Guyot, J. P. (1999). Polyphasic study of the spatial distribution of microorganisms in Mexican pozol, a fermented maize dough, demonstrates the need for cultivation-independent methods to investigate traditional fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(12), 5464-5473.

Antonio Becerril, Luis Sainz, Teresita y Teresa Flores, Ma Díaz, Gloria Wachter, C. (2018). Tipificación de Cepas de *Streptococcus* y *Enterococcus* Aisladas del Pozol, 69(8), 5622. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/267716914\\_TIPIFICACION\\_DE\\_CEPAS\\_DE\\_Streptococcus\\_y\\_de\\_Enterococcus\\_AISLADAS\\_DEL\\_POZOL](https://www.researchgate.net/publication/267716914_TIPIFICACION_DE_CEPAS_DE_Streptococcus_y_de_Enterococcus_AISLADAS_DEL_POZOL)

Barros, C. y Buenrostro, M. (1996). Itacate, la sorprendente comida mexicana. México, D. F: s. n. ISBN 970-05-0712-2.

Barros, C. y Buenrostro, M. (2011). Pozol, Popo, Champurrado. *Revista Digital Universitaria*, 12(4), 1-9. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num4/art41/art41.pdf>

Ben Omar, N. y Ampe, F. (2000). Microbial community dynamics during production of the Mexican fermented maize dough pozol. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(9), 3664-3673. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.9.3664-3673.2000>

Blandino A., Al-Aseeri M.E., Pandiella S.S., Cantero D. y Webb C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36(6): 527-543. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(03\)00009-7](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(03)00009-7)

Cárdenas C., Barkla B.J., Wachter C., Delgado-Olivares L. y Rodríguez-Sanoja R. (2014). Protein extraction method for the proteomic study of a Mexican traditional fermented starchy food. *Journal of Proteomics*, 111, 139-147.

Duran-Avila, A. (2009). Pozol: una bebida para refrescarse. El Universal. <http://archivo.eluniversal.com.mx/articulos/53002.html>

Finkenstadt *et al.* (2007). Evaluation of Poly(lactic acid) and Sugar Beet Pulp Green Composites. *J Polym Environ*, 15, 1-6. DOI: 10.1007/s10924-006-0038-z

Jean-Pierre. Pozol, a popular Mexican traditional beverage made from a fermented alkaline cooked maize dough. Guyotl. Artículo de divulgación. Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM.

José, A. y Romero, F. (2006). Estudio de las características sensoriales del pozol elaborado con leche HTST y UHT.

López Ruiz (1 de mayo de 2008). Todo Chiapas en un mismo sitio. El Pozol de Chiapas. <http://todochiapas.mx/chiapas/el-pozol-de-chiapas/426>

Méndez-Albores, J. A., Arámbula-Villa, R. E., Preciado-Ortiz, R. E. y Moreno-Martínez E. (2004). Aflatoxins in Pozol, a Nixtamalized, maize-based food. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 211-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.02.009>.

Najera M. (19 de mayo de 2012). Llénate de Chiapas Magazine. El pozol, el orgullo de los chiapanecos. <http://llenatedechiapas.com.mx/el-pozol-el-orgullo-de-los-chiapanecos/>

Olvera, C., Santamaría, R. I., Bustos, P., Vallejo, C., Montor, J. J., Wachter, C. y Lopez Munguia, A. (2017). Draft Genome Sequence of *Leuconostoc citreum* CW28 Isolated from Pozol, a Pre-Hispanic Fermented Corn Beverage. *Genome Announcements*, 5(48), e01283-17. <https://doi.org/10.1128/genomeA.01283-17>

Omar N. y Ampe F. (2000). Microbial Community Dynamics during Production of the Mexican Fermented Maize Dough Pozol. *Applied and Environmental Microbiology*. 66(9), 2664-3673. DOI: 10.1128/AEM.66.9.3664-3673.2000

Román V. (2012). El Pozol: Bebida Ancestral. Sabores de México y el Mundo. <http://lossaboresdemexico.com/el-pozol-bebida-ancestral/>

Romero-Luna, H. E., Hernández-Sánchez, H. y Dávila-Ortiz, G. (2017). Traditional fermented beverages from Mexico as a potential probiotic source. *Annals of Microbiology*, 67(9), 577-586. <https://doi.org/10.1007/s13213-017-1290-2>

Song D., Ibrahim S. y Hayek S., 2012. Recent Application of Probiotics in Food and Agricultural Science. Probiotics Everlon Rigobelo, IntechOpen. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/50121>

Spitaliner, F. Cultural Armella. (2008). Gastronomía prehispánica en México. Primera Edición. México, D. F: Cacciani. ISBN 9789689342441.

Vázquez-Galdámez L. (2017). Reseña fotográfica de la cultura del pozol, Chiapa de Corzo (Tesis de Licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Wacher C., Cañas A., Bárzana E., Lappe P., Ulloa M. y Owens D. (2000). Microbiology of Indian and Mestizo Pozol Fermentations. *Food Microbiology*, 17(3), 251-256. DOI: <https://doi.org/10.1006/fmic.1999.0310>

Wacher, C., Cañas, A., Cook, P. E., Barzana, E. y Owens, J. D. (1993). Sources of microorganisms in pozol, a traditional Mexican fermented maize dough. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 9(2), 269-274. <https://doi.org/10.1007/BF00327853>