

## ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE LA MICROBIOLOGÍA DE BEBIDAS FERMENTADAS INDÍGENAS DE MÉXICO: POZOL, TEGÜINO, PULQUE, COLONCHE Y TEPACHE\*

MIGUEL ULLOA\*\*  
TEÓFILO HERRERA\*\*

### RESUMEN

Este trabajo consiste en una recopilación de información acerca de los estudios microbiológicos y etnológicos que han sido realizados hasta la fecha sobre el *pozol*, el *tesgüino*, el *pulque*, el *colonche* y el *tepache*, todas ellas bebidas fermentadas autóctonas de México, que tienen importancia para grandes grupos de la población indígena y mestiza. Además de registrar los aspectos microbiológicos y etnológicos sobre las bebidas citadas, la presente comunicación comprende lo más sobresaliente sobre las materias primas de origen vegetal y los procedimientos utilizados en la preparación de esas bebidas y, con excepción del *tepache*, contiene también datos acerca de sus principales componentes químicos, desde el punto de vista nutricional.

El *pozol* es una masa de maíz fermentada que desleída en agua es consumida como bebida ceremonial y alimenticia básica por poblaciones indígenas del sureste de México, y como bebida refrescante por los mestizos de la misma región del país. El *tesgüino* es una bebida alcohólica preparada por fermentación de granos de maíz germinados; es consumida principalmente por grupos indígenas del norte y noroeste de México, como bebida refrescante, embriagante y ceremonial. El *pulque* es una bebida alcohólica que se obtiene por fermentación del aguamiel, secreción azucarada de varias especies de magueyes pulqueros; es consumida, como bebida embriagante y complemento dietético, por indígenas y mestizos en las regiones del país en donde crecen dichos magueyes. El *colonche* es una clase de vino que se obtiene por fermentación del jugo de tunas de varias especies de nopales; es muy apreciado por algunos grupos indígenas de las zonas áridas del noroeste de México, aunque también es preparado y consumido rutinariamente por mestizos en la parte central del país. El *tepache* es una bebida fermentada, refrescante, de consumo general en México; aunque originalmente era preparada con maíz, en la actualidad se hace con frutas como la piña, la manzana y otras, las cuales son dejadas a fermentar en agua endulzada.

### ABSTRACT

This paper consists in a compilation of information about the microbiological and ethnological studies that have been done up to date on *pozol*, *tesgüino*, *pulque*, *colonche*, and *tepache*, which are fermented beverages autoctonous of

\* Manuscrito recibido el 7 de noviembre de 1978.

\*\* Laboratorio de Micología, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM.

Mexico, important to large groups of indigenous and mestizo populations. In addition to the microbiological and ethnological studies reported, this communication comprises the most relevant aspects about the prime materials of plant sources and the procedures utilized in the preparation of the above mentioned beverages; with the exception of tepache, it also contains data on their main chemical components from the nutritional point of view.

The pozol is a fermented maize dough that diluted in water is consumed as a basic food, as well as a ceremonial beverage, by indigenous groups in south-eastern Mexico, and as a refreshing drink by the mestizo population of the same region. The tesgüino is an alcoholic beverage, prepared by fermentation of germinated maize kernels, that is consumed as a refreshing inebriating, and ceremonial drink by indigenous groups of north and northwestern Mexico. The pulque is an alcoholic beverage obtained by fermentation of aguamiel, which is the sugary secretion of several species of magueyes (century plant), and is consumed as inebriating and alimentary drink by indigenous and mestizo groups in the regions of the country where those magueyes grow. The colonche is a sort of wine obtained by fermentation of the juice of tunas (prickly pears) of several species of nopales (prickly pear cacti); it is appraised by some indigenous groups of the arid regions of northwestern Mexico, although it is also routinely prepared and consumed by mestizos of central Mexico. The tepache is a fermented refreshing beverage of general usage in Mexico; although originally it was made with maize, nowadays is prepared by fermentation of fruits, such as pineapples, apples, and others, immersed in water with sugar.

## INTRODUCCIÓN

En México existen numerosos grupos indígenas que utilizan diversos alimentos y bebidas fermentados con fines nutricionales, estimulantes, medicinales y rituales.

En el presente trabajo se incluyen datos sobre los estudios microbiológicos de las bebidas fermentadas de origen indígena que han sido estudiadas hasta la fecha por los que esto escriben, y que son las siguientes: (1) *pozol*, (2) *tesgüino*, (3) *pulque*, (4) *colonche* y (5) *tepache*. También se indica lo más sobresaliente acerca de las materias primas de origen vegetal y los procedimientos utilizados en la preparación de las bebidas mencionadas. Además, se incluyen datos sobre su composición química, desde el punto de vista nutricional, con excepción del tepache, del cual todavía no han sido realizados los estudios correspondientes.

## ESTUDIOS REALIZADOS EN CADA UNA DE LAS BEBIDAS INCLUIDAS EN ESTE TRABAJO

(1) *Pozol*. Existe una serie de interesantes estudios etnológicos sobre los usos alimenticio, medicinal y ceremonial del pozol por la cultura maya desde antes de la conquista española; de dichos estudios se pueden citar los de De Landa (1560), Tozzer (1907), Blom (1944), Duby (1944), Salinas Ch. (1958), Morley (1961) y Frías (1964).

Estos trabajos presentan datos etnológicos sobre la preparación y los usos del pozol por mestizos y grupos étnicos del sur y sureste de México, tales como chontales y choles de Tabasco; mayas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo; lacandones, tzotziles o chamulas, tzeltales, zoques, choles y mames de Chiapas; y zapotecos de Oaxaca.

El pozol (del náhuatl *pozolli*, espumoso; Robelo, 1948) es un producto alimenticio de origen maya preparado por fermentación de masa de maíz, la cual, desleída en agua, es consumida como alimento básico por los grupos de población antes mencionados. Este alimento es preparado, ya sea en forma doméstica, en pequeñas cantidades, para el consumo por la misma familia que lo hace, o en una cantidad un poco mayor para ser vendido en el mercado, de acuerdo a la manera tradicional que ha sido pasada de generación en generación. El procedimiento de elaboración de una ración de pozol suficiente para complementar la dieta de un día o dos de una familia de tres o cuatro personas es el siguiente: aproximadamente un kilo y medio de granos de maíz, preferentemente blanco (*Zea mays* L.) son hervidos durante más o menos una hora en unos dos litros de agua conteniendo cal (alrededor de 10%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  peso/volumen). Cuando los granos se han hinchado y sus pericarpios se pueden quitar fácilmente con los dedos, los granos enfriados son frotados con las manos y enjuagados con agua varias veces para, una vez escurrido el exceso de agua, obtener el nixtamal. El nixtamal es molido en un metate o en un pequeño molino de mano para obtener una masa martajada. La masa es entonces moldeada en bolas de varias formas y tamaños, algunas de ellas hasta de un kilo, las cuales son envueltas, preferentemente, en hojas de plátano (*Musa* spp.), de platanillo (*Heliconia* spp.), o de hoja blanca (*Calathea lutea* (Aubl.) Mey.), con el objeto de reducir la desecación de la masa durante el tiempo que dure la fermentación, el cual varía de uno a cinco días o más; algunos grupos indígenas, como los lacandones y chamulas, dejan fermentar el pozol dos o más semanas y lo consumen ya enmohecido. El tiempo de fermentación de este alimento así como la manera en que es consumido varían entre los diferentes grupos étnicos. El pozol desleído en agua, en proporción de 1:2 ó 1:3, aproximadamente, es bebido solo o adicionado de sal, de azúcar, de miel, o de diversas clases de chiles secos (*Capsicum annum* L.) que han sido tostados y molidos. En Tabasco añaden semillas de cacao molidas a la masa de pozol recién hecha, antes de que fermente; esta variedad de pozol es denominada chorote.

La bebida hecha con la masa de pozol es consumida varias veces durante el día, aumentando la frecuencia durante el trabajo en el campo, en las horas más calientes. Es un alimento fundamental principalmente para los campesinos de bajos recursos económicos. Los lacandones y chamulas, por ejemplo, llevan bolas de pozol consigo, en sus morrales, a manera de provisión, para sus jornadas por la selva. Estos indígenas beben el pozol con agua y miel de abejas para reducir la fiebre cuando están enfermos; también lo utilizan como ofrenda en sus ceremonias relacionadas con el cultivo y la cosecha del maíz.

Las cantidades en que el pozol es bebido varían entre los consumidores, desde medio litro hasta dos litros o más por día. Algunas personas consumen hasta un kilo, o poco más, de pozol (peso fresco) diluido en agua por día. En ocasiones es utilizado para controlar la diarrea u otras afecciones intestinales, probablemente de manera semejante al uso que hacen otras personas de medicamentos o productos alimenticios que contienen levaduras o lactobacilos. En algunos registros históricos se indica el hecho de que las bolas de pozol enmohecidas eran utilizadas

por los antiguos mayas como cataplasmas para prevenir o curar infecciones superficiales y heridas.

Tomando en cuenta la importancia de esta bebida en la dieta de muchos miles de personas cada día, Cravioto *et al.* (1955) realizaron el primer estudio científico sobre el pozol, en el que hicieron un análisis químico comparativo entre éste y los granos de maíz usados en su preparación. El análisis mostró un aumento en nitrógeno proteico, en algunos aminoácidos como la lisina y el triptofano, en ciertas vitaminas como la niacina y la riboflavina, y en algunas otras sustancias, durante el proceso de fermentación; no obstante otras, como la tiamina y el fósforo disminuyeron (Tabla 1). Estos autores, además, comprobaron un mayor aumento de peso en ratas blancas alimentadas con pozol que con granos de maíz. Comentaron en su trabajo la necesidad de iniciar estudios microbiológicos sobre el pozol, ya que los cambios químicos favorables, como el mayor valor biológico de las proteínas de la masa de maíz fermentada, en relación con la masa de maíz no fermentada, se debían al desarrollo de microorganismos, algunos de los cuales, como los mohos, podían ser observados a simple vista en la masa fermentada. Sin embargo, pasaron varios años antes de que la microflora del pozol empezara a ser estudiada.

El primer estudio microbiológico del pozol fue hecho por Salinas Ch. (1958); en él fueron registradas dos especies de bacterias aisladas de este alimento: *Bacillus cereus* Frank & Frank y *Paracolobactrum aerogenoides* Borman, Stuart & Wheeler.

A partir de 1970 se iniciaron nuevos trabajos de investigación sobre la flora microbiana del pozol. Algunos de estos trabajos describen especies nuevas de microorganismos. Otros comunican el fenómeno de la fijación microbiana de nitrógeno atmosférico elemental, por primera vez encontrado en un alimento fermentado; posteriormente, este fenómeno fue también registrado en el tesgüino y en el pulque (Herrera, Taboada y Ulloa, 1972). Otras comunicaciones indican la presencia de diversas especies de levaduras y mohos, algunas de ellas conocidas por su capacidad para ocasionar enfermedades, leves o graves, en el hombre. Otro estudio trata sobre los fenómenos de antagonismo microbiano que muestran *in vitro* tanto el pozol como *Agrobacterium azotophilum* Ulloa y Herrera (una bacteria aislada del mismo) sobre varias especies de bacterias, levaduras y mohos, la mayoría de ellas patógenas o potencialmente patógenas del hombre, lo cual podría ser una explicación del uso medicinal que se le ha dado a este alimento. Y, finalmente, otro trabajo describe la sucesión de la microflora a través de los distintos estados de preparación y fermentación de este alimento (Herrera y Ulloa, 1970, 1971, 1973a, 1975a, 1975b; Herrera, Ulloa y Fuentes, 1973; Ulloa y Herrera, 1970, 1971, 1972, 1973a, 1973b; Ulloa, Herrera y de la Lanza, 1971; Taboada Herrera y Ulloa, 1971; Taboada y Herrera, 1972; Taboada, 1973; Taboada, Ulloa y Herrera, 1973; Salinas y Herrera, 1974; Fuentes, Herrera y Ulloa, 1974; Ulloa, 1974; Ulloa y Kurtzman, 1975).

Hasta el momento, en las comunicaciones citadas, de la compleja microflora del pozol han sido descritos o registrados los siguientes microorganismos:

Bacterias: *Agrobacterium azotophilum* Ulloa y Herrera (especie fijadora de nitrógeno), *Achromobacter pozolis* Ulloa y Herrera, *Escherichia coli* var. *neapoli-*

TABLA 1  
ANÁLISIS QUÍMICO COMPARATIVO ENTRE POZOL Y EL MAÍZ  
UTILIZADO EN SU ELABORACIÓN

Constituyentes	Maíz* g/100 g	Pozol* g/100 g	Diferencia en % entre maíz y pozol**
Humedad	11.20	61.20	+ 546.42
Cenizas	1.69	1.65	- 2.40
Nitrógeno	1.68	2.43	- 44.00
Proteína	10.50	15.18	+ 44.00
Extracto etéreo	4.73	8.60	+ 81.00
Fibra cruda	2.55	1.51	- 40.70
	mg/100 g	mg/100 g	
Calcio	28.00	249.00	+ 889.20
Fósforo	438.00	4.52	+ 99.00
Tiamina	0.40	0.27	- 32.50
Riboflavina	0.15	0.78	+ 420.00
Niacina	3.26	9.84	+ 201.00
	g/100 g	g/100 g	
<i>Aminoácidos esenciales</i>			
Arginina	3.08	3.34	+ 8.40
Histidina	2.54	2.07	- 18.51
Lisina	3.05	3.96	+ 29.80
Leucina	12.95	10.02	- 22.70
Isoleucina	5.00	5.16	+ 3.20
Treonina	5.05	5.69	+ 12.66
Valina	4.51	4.53	+ 0.40
Triptofano	0.46	0.71	+ 54.34
Metionina	1.54	1.48	- 0.38
Fenilalanina	5.34	4.30	- 19.47

\* Según datos de Cravito *et al.*, 1955.

\*\* Diferencias calculadas por los autores del presente trabajo.

*tana* (Topley & Wilson) Yale, *Pseudomonas mexicana* Fuentes, Herrera y Ulloa, y *Aerobacter aerogenes* (Kruse) Beijerinck (especie fijadora de nitrógeno).

Levaduras: *Candida krusei* (Cast.) Berkhout, *Trichosporon cutaneum* (de Beurm., Gougerot & Vaucher) Ota, *Hansenula fabianii* Wickerham, *Kluyveromyces fragilis* (Jorgensen) van der Walt, *Candida guilliermondii* var. *guilliermondii* (Cast.) Langeron et Guerra, *Candida tropicalis* (Cast.) Berkhout, y *Saccharomyces cerevisiae* Hansen.

Mohos: *Geotrichum candidum* Link, *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, *Epicoccum* sp., *Fusarium moniliforme* Sheldon, *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) Brown & Smith, *Mucor racemosus* Fres., *Mucor rouxianus* (Calmette) Wehmer, *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. ex Fr.) Lind., *Trichoderma viride* Pers.,

*Alternaria tenuis* Nees, *Aspergillus flavus* Link, *Aspergillus parasiticus* Speare, *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries, *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *Monilia sitophila* (Mont.) Sacc., *Penicillium claviforme* Bainier, *Penicillium cyclopium* Westling, *Penicillium expansum* Link, *Penicillium italicum* Wehmer, *Penicillium lanoso-viride* Thom, y *Phialophora richardsiae* (Melin & Nannf.) Conant.

La frecuencia con la que ciertas especies, o por lo menos ciertos géneros, de microorganismos son encontradas en el pozol podría estar relacionada con el tipo de sustrato y las condiciones ambientales que prevalecen en los lugares en donde este alimento es preparado, además de que muy probablemente influye el manejo que se hace de los ingredientes durante el proceso de elaboración. Es muy significativo que *Geotrichum candidum*, *Trichosporon cutaneum* y varias especies de *Candida* estén muy frecuentemente asociados con el proceso de fermentación del pozol. También son comunes las especies de mohos *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Monilia sitophila* y *Mucor rouxianus*, además de algunas enterobacterias como *Aerobacter aerogenes* y *Escherichia coli*.

(2) *Tesgüino*. El tesgüino (del náhuatl *tecuin*, palpitar el corazón; Robelo, 1948), también llamado tejuino, es una bebida alcohólica semejante a la cerveza, por ser preparada mediante la fermentación de granos germinados de una graminea, sólo que en este caso son de maíz y no de cebada, y el producto no es filtrado, por lo que contiene tanto los microorganismos vivos causantes de la fermentación como las sustancias que se originan como consecuencia del metabolismo de los mismos.

Esta bebida es consumida principalmente por grupos indígenas del norte y del noroeste de México, tales como los yaquis, pápagos y pimas de Sonora, los tarahumares de Chihuahua, los tepehuanos de Durango, y los huicholes de Nayarit y Jalisco, para quienes tiene una gran importancia en su vida diaria; es la bebida preferida en cualquier celebración religiosa o deportiva, así como en las llamadas tesgüinadas, que son de los eventos más importantes en la vida de algunos grupos indígenas como los tarahumares, en las cuales se toman decisiones de índole política y económica (Pennington, 1963). Para la población mestiza de los estados antes mencionados, así como en Jalisco, el tesgüino, en este caso preparado en un menor tiempo de fermentación, y por lo tanto con un menor contenido alcohólico, es consumido sólo como bebida refrescante, en particular durante los días cálidos. En Oaxaca, los zapotecos no sólo consumen pozol, sino también tesgüino.

Los procedimientos para preparar el tesgüino varían entre los grupos étnicos; según éstos, y las diferentes plantas que pueden ser añadidas como catalizadores para proporcionar propiedades diferentes al producto y que se mencionan más adelante, se puede considerar que hay varias modalidades del llamado tesgüino (Pennington, 1963, 1969; Cruz Ulloa y Ulloa, 1973). Para preparar una olla grande de tesgüino, los tarahumares utilizan aproximadamente 10 kilos de granos suaves de maíz, los cuales son humedecidos para que germinen dentro de pequeños canastos colocados en los lugares oscuros de las habitaciones de los indígenas. Si los granos de maíz son duros, éstos son remojado en agua durante varios días antes de ser puestos en canastos o en un hoyo en el suelo para que germinen.

El propósito de hacer germinar los granos en la obscuridad es obtener plántulas incoloras que son las que, según lo que dicen los indígenas, producen un tesgüino dulce, y los granos germinados en presencia de la luz del sol producen plántulas verdes y amargas. Una vez que los granos han germinado son molidos en un molino de mano, o en un metate, y hervidos en agua durante unas ocho horas, hasta que la mezcla se torne de color amarillo. Después, la mezcla es transferida a otro recipiente, usualmente una olla de barro, en donde se le añaden uno o más catalizadoras. Los catalizadores que más comúnmente son utilizados en la región del Cañón Urique, en Chihuahua, son: corteza de "kakwara" (*Randia echinocarpa* Moc. y Sessé, *R. watsoni* Robinson y *R. laevigata* Standl.) y corteza de "kaya" (*Coutarea pterosperma* S. Wats. Standl.) las cuales son cortadas en pequeños trozos, molidas y hervidas en agua durante varias horas antes de ser añadidas al tesgüino. Como a la corteza de estas plantas los tarahumares le llaman "batari", este nombre es también usado para designar este tipo de tesgüino.

En las zonas altas de pinares, los catalizadores empleados son: hojas de "roninowa" (*Stevia serrata* Cav.), de "rojisuwi" (*Chimaphila maculata* (L.) Pursh.) y de "ubitakuwari" (*Datura meteloides* Dunal); tallos de "basiawi" (*Bromus arizonicus* (Shear.) Stebbins), raíces de "gotoko", "otoko", o "goto" (*Phaseolus metcalfei* Woot & Standl., y *Plumbago scandens* L.); "rawici kitakame" u "oreja de ratón" (*Hieracium fendleri* Sch. Bip.); y otras dos plantas no identificadas, una de ellas gramínea y la otra una legumbre, "gotoborisi". La mezcla de los granos de maíz germinados, molidos y hervidos, junto con los catalizadores antes mencionados, es dejada a fermentar hasta obtener el tesgüino listo para el consumo.

Para preparar tesgüino a partir de los tallos de maíz, éstos, ya sea frescos o secos, son machacados con un mazo en una depresión de una roca y colocados en un tamiz hecho de "awaka" (*Salix bonplandiana* H. B. K.) o de "baka" (*Arundo donax* L. o *Phragmites communis* Trin.); después es vertida agua lentamente sobre los tallos macerados y el jugo es recibido en una fruta de calabaza hueca. El jugo es mezclado con agua y hervido varias horas antes de añadirle algunos de los catalizadores antes indicados. La mezcla es dejada a fermentar en un lugar oscuro, durante dos o tres días, para que adquiera las características apreciadas por los consumidores.

Hay otra clase de tesgüino, que es el que preparan los tarahumares de la Barranca de Batopilas, Chihuahua, y que obtienen por fermentación del jugo de hojas de varias especies de magueyes (*Agave schottii* Engelm. y *A. patonii* Trel.) al que le añaden raíces molidas de *Phaseolus metcalfei* como catalizador. Los indígenas de dicha barranca también elaboran tesgüino con granos de maíz germinados.

En la región del río Conchos, Chihuahua, los indígenas preparan un tesgüino al que adicionan el jugo de *Lophophora williamsii* (Lem.) Coulter (el peyote), conocido como "jikuri", o de *Ariocarpus fissuratus* (Engelm.) Shum. El jugo de estas cactáceas no es considerado como un catalizador sino como un aditivo que provoca un efecto más agradable, para el gusto de los consumidores. Esto se explica porque dichas cactáceas contienen alcaloides alucinógenos.

Los tepehuanos preparan un tipo de tesgüino, al que llaman "navaitai", utilizando un procedimiento similar al descrito para los tarahumares, pero añaden

como catalizadores "levadura" (*Bromus arizonicus*, *B. molliformis* Lloyd y *Bromus* sp.), corteza de encino (*Quercus crassifolia* Humb. y Bonpl.) y las hierbas *Chimaphila umbellata* y *Ch. maculata* (L.) Pursh. La mezcla es dejada a fermentar durante tres o cuatro días antes de ser consumida.

● Otro grupo indígena bebedor de tesgüino es el de los pimas de Sonora, quienes preparan el tesgüino a partir de granos de maíz fermentados con la ayuda de hierbas y utilizan la bebida en festividades, llamadas yumari, al levantar sus cosechas.

Los mestizos preparan tesgüino tanto con granos de maíz germinados y molidos, como con granos de maíz nixtamalizados, pero no añaden los catalizadores ya citados. En Guadalajara y otras regiones de Jalisco, le añaden azúcar al tesgüino, preparado con granos de maíz no germinados, antes y después de la fermentación y, a veces, se le adiciona jugo de limón o nieve de limón antes de ser consumido.

Las bebidas hechas con el jugo de tallos de maíz, con el jugo de las hojas de varias especies de magueyes, con granos de maíz tostados, y con masa de granos de maíz no germinados, sino nixtamalizados, son denominadas también tesgüinos, pero debido a que sus materias primas y los procesos de elaboración son muy diferentes, en realidad corresponden a productos muy diversos que sólo coinciden en tener el mismo nombre.

Según Santamaría (1959), existen también un tesgüino preparado con jugo de tuna sin dulce y mezclado con cáscara de timbre (*Acacia angustissima* Mill.), y otro llamado miel de tejuino, en Zacatecas, que es una especie de dulce concentrado hecho de maíz germinado y fermentado.

Los estudios microbiológicos sobre el tesgüino son aún más recientes que los del pozol. El primer microorganismo aislado del tesgüino fue *Saccharomyces cerevisiae* Hansen (Herrera y Ulloa, 1973b). Esta levadura fue aislada de dos muestras de tesgüino de Chihuahua, una fermentada con *Bromus* sp. como catalizador y otra sin él. Es probable que esta especie sea la más frecuente entre los microorganismos que producen la fermentación del tesgüino, pues volvió a ser encontrada en otra muestra de tesgüino de La Barca, Jalisco (Ulloa, Herrera y Taboada, 1977), aunque en este último caso la bebida no había sido elaborada por indígenas sino por mestizos. En una muestra de tesgüino mestizo procedente de Guadalajara, Jalisco fue encontrada *Saccharomyces uvarum* Beijerinck, una especie de levadura cercana a *S. cerevisiae* (Ulloa, Herrera y Taboada, 1977).

De otra muestra de tesgüino de Chihuahua fueron aisladas dos especies de levaduras: *Pichia membranaefaciens* Hansen y el estado asexual de ésta, *Candida valida* (Leberle) van Uden et Buckley (Herrera y Ulloa, 1977). Por otra parte, de una muestra de tesgüino de Chihuahua, hecho con jugo de *Agave* sp., fue aislada la bacteria *Bacillus megaterium* de Bary (Ulloa, Salinas y Herrera, 1974).

(3) *Pulque*. El pulque (del náhuatl *polihqui*, podrido, descompuesto; Robelo, 1948) es una bebida alcohólica que se obtiene por fermentación del aguamiel, que es la secreción azucarada de varias especies de magueyes pulqueros, principalmente *Agave atrovirens* Karw. Esta bebida típica de México es consumida por la población indígena y mestiza en muchas regiones del país, particularmente en los lugares en donde pueden ser cultivados los magueyes mencionados.

El proceso de elaboración del pulque, que en forma tradicional ha sido pasado hasta la época actual, presenta una variación acorde con el grupo étnico involucrado. Generalmente, el aguamiel, también llamado tlachique, es extraído de los magueyes por los tlachiqueros, nombre que se da a las personas que succionan el aguamiel con un guaje o acocote, hecho de un fruto hueco y seco de calabaza (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.); el aguamiel es entonces transportado dentro de recipientes peculiares, hechos de piel de becerro o de cerdo, para posteriormente ser vaciado en unos recipientes llamados tinacales. En estos recipientes de madera se realiza una fermentación espontánea durante unas horas o hasta varios días; desde luego que la principal fuente de microorganismos está en las paredes de los tinacales que son utilizados en las sucesivas fermentaciones del aguamiel para convertirlo en pulque.

Además del pulque común, existe una variedad de los llamados pulques curados, los cuales son elaborados en la forma antes descrita pero adicionando diversos vegetales, principalmente frutas, durante la fermentación; así se tienen pulques curados de apio, guayaba, piña, fresa, etc.

El pulque constituye además de una bebida embriagante, un complemento importante para la dieta diaria de grandes grupos de población, particularmente de recursos económicos escasos, ya que el costo de esta bebida es también relativamente modesto, comparado con el de otras bebidas de bajo contenido alcohólico, como la cerveza, que son elaboradas a nivel industrial y con un control de calidad más riguroso. Entre los consumidores habituales del pulque, la cantidad de éste que una persona llega a ingerir por día varía, quizá desde un cuarto de litro o medio litro hasta varios litros. Otras personas consumen esta bebida sólo esporádicamente.

El pulque es la bebida fermentada originaria de México que ha sido estudiada por más tiempo en el aspecto microbiológico, y también desde otros puntos de vista, debido a su gran importancia social y económica. Ruiz-Oronoz (1953) hizo una recopilación de los estudios hechos hasta entonces en México sobre levaduras, estudios que se iniciaron en 1870 y que dieron a conocer los resultados de las primeras observaciones de los microorganismos del pulque. Herrera (1953) presentó una compilación de los trabajos que desde 1891 hasta esa fecha habían sido hechos en México sobre bacterias de líquidos fermentados, con especial referencia al pulque. Entre las numerosas especies de bacterias encontradas en el pulque por varios investigadores (citados por Herrera, 1953) se encuentran: *Micrococcus luteus* (Schroeter) Cohn, *Mycoderma aceti* Pasteur (*Acetobacter aceti* (Pasteur) Beijerinck),<sup>1</sup> *Bacterium vermiforme* (Ward) Mayer (*Lactobacillus buchneri* (Henneberg) Bergey et al.), *Bacterium xylinum* Brown (*Acetobacter aceti* (Brown) Beijerinck), *Termobacterium mobile* Lindner (*Zymomonas mobilis* (Lindner) Kluyver & van Niel), *Leuconostoc mesenteroides* (Tsenkovskii) van Tieghem, y *L. dextranicum* (Beijerinck) Hucker & Pederson.

<sup>1</sup> Los binomios entre paréntesis corresponden a los nombres válidos actualmente y aceptados en la última edición de Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Buchanan y Gibbons, 1974). Los binomios que preceden a los que están entre paréntesis han pasado a ser sinónimos de los últimos, pero han sido incluidos porque son los nombres registrados en los trabajos originales.

De las especies bacterianas citadas, *Z. mobilis*, *L. mesenteroides* y *L. dextranicum* han sido consideradas como características del pulque. La primera es interesante por su capacidad de producir hasta un 10% de alcohol a partir del aguamiel, además de producir pequeñas cantidades de ácido láctico, lo que le da a la bebida sus características refrescantes. Las dos últimas producen ácido láctico, etanol, ácidos volátiles, CO<sub>2</sub> y, además, poseen una gran actividad dextranogénica que le proporciona al pulque su viscosidad típica. En el trabajo de Herrera (1953) están citadas una gran cantidad de publicaciones sobre el metabolismo y posibles aplicaciones industriales de numerosas bacterias aisladas del pulque.

Brechtel-Flohr (1953) cita las siguientes bacterias, aisladas por él del aguamiel y del pulque: *Sarcina flava* de Bary, *Micrococcus ruizii* Brechtel-Flohr, *Micrococcus roseus* Fluegge, *Micrococcus candidus* Cohn y *Bacillus teres* Neide.

Sánchez Marroquín (1962) hizo un análisis de los estudios que, durante 92 años, habían sido realizados en México sobre diversos aspectos relacionados con la microbiología del pulque; presentó, en orden cronológico de 1870 a 1957, una lista de trabajos sobre las levaduras del pulque hasta entonces aisladas y estudiadas por varios investigadores y, como parte fundamental de su publicación, incluyó los estudios sobre el metabolismo de cinco especies aisladas de dicha bebida: *Saccharomyces carbajali*, *Pichia barragani*, *Torulopsis aquamellis*, *T. hydromelitis* y *Candida parapsilosis*, las cuatro primeras estudiadas y descritas por Ruiz-Oronoz como especies nuevas para la ciencia (Ruiz-Oronoz, 1938, 1939, 1940, 1941). Ruiz-Oronoz (1942) describió otra especie nueva de levadura aislada por él del pulque, *Rhodotorula incarnata*.

El mismo Sánchez Marroquín (*op. cit.*) hizo consideraciones sobre las identificaciones de las levaduras descritas por Ruiz-Oronoz como especies nuevas. En relación a *S. carbajali* señaló que esta especie podría ser sinónimo de *Saccharomyces cerevisiae* Hansen. Por otra parte, la cepa recibida por el Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS) de Delft, Holanda, como *S. carbajali*, fue considerada idéntica a *S. cerevisiae* (Lodder, 1970), aunque Yarrow (comunicación personal a Lodder, *op. cit.*) indicó que de acuerdo con la descripción de la cepa, ésta se aproximaba a *Saccharomyces capensis* van der Walt et Tscheuschner que, al parecer, es sinónimo de *S. cerevisiae*, tomando en cuenta el análisis de bases del ADN (comunicación personal de Sánchez Marroquín). Con respecto a *P. barragani* indicó que presentaba características morfológicas, y las características fisiológicas descritas, idénticas a *Pichia membranaefaciens*. En cuanto a *T. hydromelitis* apuntó la estrecha coincidencia metabólica de dicha especie con *Candida parapsilosis* aislada del pulque por el propio Sánchez Marroquín, por lo que este autor consideró a *T. hydromelitis* como sinónimo de *C. parapsilosis*, aclarando que la formación de micelio o pseudomicelio que caracteriza al género *Candida* se logró también para la cepa registrada como *T. hydromelitis*, haciendo las observaciones de microcultivos en gelosa papa y gelosa malta por el método de placas de Dalmau, según la modificación de Wickerham. Además, este autor sugirió que se hiciera la revisión taxonómica de las especies descritas como *T. aquamellis* y *R. incarnata* mediante el empleo de las técnicas actuales. Desafortunadamente, esta sugerencia no podrá ser satisfecha debido a que dichas cepas no se encuentran conservadas en ninguna

colección de cultivos. En la actualidad, los autores de la presente comunicación están estudiando varias cepas de levaduras aisladas de diversas muestras de pulque, algunas de las cuales quizá concuerden con las estudiadas por los autores antes mencionados.

Ulloa y Herrera (1973) describieron a *Kloeckera corticis* var. *pulquensis*, aislada del pulque, como una variedad nueva de la especie *K. corticis* (Klecker) Janke. Herrera y Ulloa (1975) aclararon la verdadera identidad de la variedad antes mencionada, indicando que se trataba de *Kloeckera apiculata* (Reess emend. Klecker) Janke.

(4) *Colonche*. El colonche es una bebida que se obtiene por fermentación del jugo de tunas de varias especies de nopales, principalmente *Opuntia streptacantha* Lem. (tuna cardona), *O. robusta* Wendl. (tuna tapona), *O. leucotricha* DC. (duraznillo) y *O. orbiculata* Salm-Dyck (tuna pintadera). Esta bebida alcohólica, cuando tiene pocas horas de fermentación, es de sabor dulce y agradable, ligeramente butiráceo, gaseosa, pero después de algunos días se vuelve ácida y ya no es consumida. Es muy apreciada por algunos grupos indígenas de las regiones áridas del noroeste de México, tales como los tarahumares de Chihuahua y los yaquis de Sonora, aunque también es preparada y consumida rutinariamente por la población mestiza de San Luis Potosí y Zacatecas (Diguét, 1928; Santamaría, 1959). El consumo de esta bebida está supeditado a la época en que los nopales mencionados producen tunas y, como sucede con el pulque, la cantidad que es ingerida varía entre los consumidores.

El origen de la palabra colonche parece ser desconocido aunque, probablemente, de manera similar a la palabra pulque, el término proceda del castellano. Los nahuas designaban al colonche con el nombre de *nochoctli*, que significa vino de cactus, y al pulque lo llamaban *metoctli*, que quiere decir vino de maguey. Según Diguét (1928) la elaboración del pulque se ha venido haciendo desde hace unos dos mil años, y es probable que lo mismo haya sucedido con el colonche.

En la actualidad el colonche se prepara fundamentalmente como se hacía hace mucho tiempo, lo que indica que es una costumbre que ha persistido durante siglos. La tarea la realizan principalmente las mujeres, quienes exprimen el jugo de las tunas, previamente peladas, a través de un tamiz hecho de paja, o bien obtienen el jugo al triturar las tunas en un molino de mano. El jugo es puesto a hervir lentamente durante dos o tres horas, añadiendo de vez en cuando un poco de jugo para compensar el agua que se evapora. Posteriormente, el jugo es dejado enfriar y abandonado a una fermentación espontánea. Otras veces, se añade un poco de colonche viejo, algunas cáscaras de tunas, o pequeños trozos de los artículos de los nopales, en los cuales están adheridos los llamados tibicos, que son masas gelatinosas constituidas por bacterias y levaduras; tanto el colonche obtenido de una fermentación anterior como los tibicos pueden constituir el inóculo de microorganismos que llevan a cabo la fermentación del jugo de las tunas para la obtención del colonche.

Ulloa y Herrera (1978) describieron a *Torulopsis taboadae* como una especie nueva de levadura, y al parecer ha sido ésta el primer microorganismo aislado y descrito del colonche. Según Lutz (1898, 1899a, 1899b), la fermentación del

colonche era debida a la acción combinada de bacterias, del tipo de los bacilos, y levaduras que se encuentran en los tibicos (que él denominó tibi) que se desarrollan sobre los artículos o sobre los frutos de varias especies de nopales. Estos tibicos han sido también utilizados en México desde hace mucho tiempo en la elaboración del tepache y de otras bebidas fermentadas hechas con frutas. De acuerdo a lo registrado por Lutz, las bacterias, que él describió como de la especie *Bacillus mexicanus* Lutz, son aerobias y al desarrollarse y consumir el oxígeno en el substrato crean un medio anaerobio que permite el crecimiento de las levaduras ascospórogenas, descritas por el mismo autor como *Saccharomyces Radaisii* Lutz, las cuales realizan la fermentación en anaerobiosis. Según los estudios de Lutz, sólo cuando se desarrollan juntas ambas especies de microorganismos en un medio con azúcar pueden realizar una fermentación alcohólica. Es importante hacer notar que Lutz no aisló las bacterias y levaduras que describió a partir del colonche mismo, sino del tibi, que según él constituye el inóculo para elaborar dicha bebida.

Ruiz-Oronoz (1932), en un estudio micológico de los tibicos, registró la levadura aislada de éstos como *Pichia Radaisii* (Lutz) Guilliermond, pasando *Saccharomyces Radaisii* a sinónimo. No obstante, Lodder (1970), en su tratado taxonómico sobre levaduras, no acepta a *P. Radaisii* en el género *Pichia*, por lo que la clasificación de la misma queda por lo pronto pendiente, hasta que se haga una revisión de ella.

Mascott y Terrés (1952) realizó un estudio de dos especies de levaduras aisladas de una muestra de tibicos comprada en el mercado de La Merced, México, D. F. Dichas levaduras fueron identificadas como *Saccharomyces oviformis* Osterwalder y *Pichia chodati* var. *trumpyi* (Zender et Bevan) Dekker. Con los nuevos estudios, la primera especie pasó a ser sinónimo de *Saccharomyces bayanus* Sacc., y la segunda sinónimo de *Pichia membranaefaciens* Hansen (Lodder, 1970). La misma autora también realizó aislamientos de bacterias a partir de los tibicos y, aunque no las identificó, indicó que la bacteria clasificada como *Bacillus mexicanus* por Lutz no podía pertenecer al género *Bacillus* por haber señalado aquél que era Gram negativa.

Por la discrepancia entre los registros de Lutz y Ruiz-Oronoz en relación a los de Mascott y Terrés, puede deducirse que la microflora de los tibicos es variable según el hábitat, la procedencia y el momento de desarrollo de los mismos.

(5) *Tepache*. El tepache es una bebida fermentada, refrescante, de consumo general en México. Por su etimología, la palabra tepache significa bebida de maíz (del náhuatl *tepiatl*: Santamaría, 1959).

Pese a que esta bebida es muy conocida en México desde tiempos precortesianos, parece no haber datos fidedignos acerca de su origen, y tan sólo se le atribuye una semejanza, por su origen, a la chicha del Perú. Aunque hay diversas maneras de preparar el tepache, la más frecuente es aquélla en la que se obtiene no de maíz, como se hacía en tiempos pasados, sino de diversas frutas como la piña, la manzana, la naranja y otras, las cuales son puestas a fermentar, durante un tiempo variable, en barriles de madera, llamados tepacheras, en agua endulzada con piloncillo. Las tepacheras son tapadas con tela de manta de cielo u otro dispositivo. Después de uno o varios días se obtiene una bebida refrescante de sabor dulce y

agradable, pero si la fermentación se prolonga demasiado tiempo, se vuelve una bebida embriagante y posteriormente adquiere un sabor agrio desagradable, debido a la formación de vinagre. En raras ocasiones, el tepache también puede ser preparado con el jugo de la caña de azúcar o con pulque (Santamaría, 1942, 1959). Este es otro caso en el que varias bebidas elaboradas con diferentes ingredientes y procedimientos coinciden sólo en el nombre.

El primer estudio microbiológico del tepache trata del aislamiento e identificación, de *Torulopsis inconspicua* Lodder et Kreger-van-Rij y de *Saccharomyces cerevisiae* a partir de una muestra obtenida de un expendio de tepache en México, D. F. (Nava-Garduño, 1953).

Herrera y Ulloa (1978), a partir de una muestra de tepache de Querétaro, México, aislaron y describieron una especie nueva de levadura, *Candida queretana* Herrera y Ulloa.

Ruiz-Oronoz (1932) y Mascott y Terrés (1952) no enfocaron su atención al aislamiento de microorganismos del tepache ni del colonche, sino sólo de los tibicos que suelen ser usados como inóculo en la preparación de estas bebidas. Es oportuno hacer notar que Mascott y Terrés, en su trabajo sobre levaduras de los tibicos, se refiere a éstos como los tibicos del arroz, no porque éstos hayan sido obtenidos a partir de arroz sino debido a que a simple vista aparecen como masas blanquecinas, translúcidas y de consistencia gelatinosa, semejantes a los granos de arroz cocidos, aunque mucho más compactas y, además, con vetas muy finas que las atraviesan irregularmente. Supuestamente, los tibicos se forman en el tepache de piña cuando éste es dejado a la intemperie, porque después que aparece en la superficie una nata blanca, la cual tiende a sedimentare, en el fondo se forman las masas blanquecinas mencionadas. También se dice que estas últimas proceden de otras que en un medio propicio (generalmente agua con piloncillo) se reprodujeron activamente, como lo hicieron sus predecesoras, y así sucesivamente. Como se indicó anteriormente, el investigador francés Lutz (1898, 1899a, 1899b) se ocupó de la microbiología de los tibicos que crecen en los artículos y frutos de varias especies de nopales, lo cual indica que parecen existir varias clases y orígenes de los llamados tibicos.

Moreno y Díaz (1932) expuso en su trabajo una somera descripción de la microbiología y análisis químico del vinagre de los tibicos. Entre las bacterias citó las siguientes especies: *Escherichia coli* (Migula) Cast. & Chalmers, *Proteus vulgaris* Hauser, *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Bacillus graveolens* Meyer & Gottheil (posible sinónimo de *Bacillus megaterium* de Bary).

En relación con la composición química del tesguino, del pulque y del colonche, Cravioto *et al.* (1951) y Massieu *et al.* (1959) registraron el contenido, en la mayor parte de los casos, de los siguientes constituyentes: humedad, cenizas, proteínas, extracto etéreo, fibra cruda, calcio, fósforo, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C. Según estos autores, desde el punto de vista de su composición en vitaminas, el pulque es superior a la cerveza por contener cantidades mayores de tiamina y vitamina C que ésta. No obstante, las muestras de pulque envasado contienen cantidades menores de esta última vitamina, si se compara con pulque sin envasar. El colonche parece ser más pobre en vitaminas que el

pulque, y el tesgüino o tejuino presenta la particularidad de un contenido considerable de proteínas, al compararlo con las demás bebidas en discusión (Tabla 2). Del tepache no hay información sobre sus componentes químicos. Y en cuanto al pozol, hay que hacer notar que es el alimento fermentado más nutritivo, entre los alimentos indígenas de México que han sido analizados hasta la fecha (Tabla 1).

## DISCUSIÓN

La elaboración de las bebidas fermentadas indígenas incluidas en este trabajo está basada en recetas antiguas que han sido transferidas por generaciones hasta la época actual. No obstante, los estudios microbiológicos de las mismas se iniciaron apenas hace poco más de un siglo, al menos en el caso particular del pulque (Barragán, 1870); y puede considerarse que el conocimiento de los microorganismos de estas bebidas es todavía incompleto o aun incipiente. Según esto, en la mayoría de los casos no puede precisarse el papel que desempeña cada uno de los microorganismos en la fermentación y poco se sabe de la sucesión de los mismos y de la relación de ésta con el producto final, excepto en el caso de un estudio de la sucesión de la micoflora en un tipo de pozol de Tabasco (Ulloa, 1974).

Todas las bebidas fermentadas indígenas mencionadas son elaboradas sin un control preciso, especialmente desde el punto de vista microbiológico, por lo que los tipos de microorganismos que se desarrollan en los diferentes substratos, para la obtención de dichas bebidas, son variables, frecuentemente impredecibles y su presencia es determinada por la clase de ingredientes utilizados, las modalidades en los procesos de elaboración y las condiciones ecológicas de los lugares donde dichas bebidas son preparadas y consumidas. Como consecuencia de esto, es muy difícil obtener productos higiénicamente controlados y que presenten las características apreciadas por los grupos indígenas y mestizos que los consumen habitualmente.

En la mayoría de los casos, los microorganismos involucrados en la fermentación de las bebidas en cuestión, producen cambios favorables en los productos finales, para el gusto de los consumidores; por ejemplo, variación en textura, sabor y aroma, aumento en el tiempo de almacenamiento (preservación), y mejoramiento de las propiedades nutritivas debido al aumento de proteínas y vitaminas, como en el caso del pozol (Cravioto *et al.*, 1955; Ulloa, Herrera y de la Lanza, 1971). Por otra parte, pueden desarrollarse a veces microorganismos patógenos o potencialmente patógenos para los consumidores, o por lo menos causantes de cambios indeseables que afecten la calidad del producto final, por ejemplo, la producción de sabores o de aromas desagradables.

La elaboración de las bebidas fermentadas en discusión es una tradición muy difundida en México, particularmente entre los grupos humanos de bajos recursos económicos; dichos grupos humanos probablemente prefieren las bebidas fermentadas porque éstas contribuyen a satisfacer mejor sus necesidades alimentarias y, además, porque las usan con otros propósitos, como son los medicinales, los estimulantes y los rituales.

TABLA 2  
ANÁLISIS QUÍMICO DE TESCOINO (TEJUINO), PULQUE Y COLONCHE\*

Bebida	Constituyentes											
	Humedad g%	Cenizas g%	Proteína g%	Extracto etéreo g%	Fibra cruda g%	Calcio mg%	Fósforo mg%	Hierro mg%	Tiamina mg%	Riboflavina mg%	Niacina mg%	Vitamina C mg%
Tejuino <sup>1</sup>	73.9	--	2.0	0.26	0.21	--	--	2.52	0.03	0.03	0.29	0.0
Tejuino con cascarrilla <sup>1</sup>	79.5	--	2.94	1.04	0.43	8	81	1.32	0.11	--	0.64	--
Aguamiel <sup>2</sup>	91.7	0.25	0.44	--	--	14	35	1.80	0.03	0.02	0.47	4.5
Pulque	97.0	0.20	0.44	--	--	10	10	0.70	0.02	0.02	0.30	6.2
Pulque tlachique envasado	89.2	0.20	0.31	--	--	11	33	0.58	0.02	0.03	0.42	2.7
Pulque envasado	97.9	0.27	0.37	--	--	12	34	0.65	0.02	0.01	0.41	2.7
Colonche <sup>1</sup>	90.0	0.27	0.31	--	--	16	34	2.36	0.01	0.02	0.18	6.2

<sup>1</sup> De estas bebidas no se incluyen los análisis químicos de los substratos sin fermentar por no haber sido realizados.

<sup>2</sup> Aunque el aguamiel no es una bebida fermentada, se incluye para que la composición de éste pueda ser comparada con la del pulque que resulta de la fermentación.

\* Según datos de Cravioto *et al.*, 1951, y de Massieu *et al.*, 1959.

Se considera que no es adecuada la actitud de mucha gente de menospreciar este tipo de bebidas ya que ofrece un amplio campo de estudio para la ciencia básica de la cual, a su vez, pueden derivar perspectivas de aplicación en la elaboración de nuevos productos útiles para el hombre y los animales domésticos; sobre todo, si se piensa en la necesidad de proporcionar en el futuro, a la creciente población humana, alimentos, antibióticos y otras sustancias derivados de los mismos alimentos fermentados o de los microorganismos aislados de ellos. En relación a lo antes expuesto, es importante comentar que Sánchez-Posada (comunicación personal) obtuvo, a partir del aguamiel procesado y tratado con una técnica microbiológica especial usando microorganismos aislados, seleccionados y condicionados, que se encuentran en ciertos tipos de aguamielos, un producto que él denominó "xococ necutli" (que en náhuatl significa miel agria), también conocido con el nombre de Naturacid AB, capaz de curar algunos padecimientos del aparato digestivo, en particular úlceras gastroduodenales, gastritis y esofagitis.

Además, con el objeto de conocer las condiciones de nutrición y el estado de salud de las poblaciones que consumen las bebidas fermentadas mencionadas, es recomendable profundizar, sobre éstas, en el conocimiento de su composición química y de sus integrantes microbianos, pues aunque la mayor parte de sus especies de bacterias, levaduras y mohos registrados hasta la fecha pueden ser considerados benéficos o inocuos, se han encontrado algunas especies de microorganismos conocidas por su capacidad para ocasionar en el hombre y los animales superiores varios trastornos y estados patológicos leves o severos. Así, por ejemplo, del pozol han sido aislados algunos microorganismos benéficos, tales como *Saccharomyces cerevisiae* y otras levaduras que sintetizan proteínas y vitaminas que enriquecen el producto, o como *Agrobacterium azotophilum* y *Aerobacter aerogenes*, bacterias que fijan nitrógeno atmosférico y que son responsables del aumento en nitrógeno total del pozol, comparado con el de la masa de maíz sin fermentar; no obstante, en el pozol también han sido encontrados microorganismos patógenos o potencialmente patógenos, tales como *Candida krusei*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *Trichosporon cutaneum*, *Geotrichum candidum*, *Aspergillus flavus* y *Phialophora richardsiae*, los cuales pueden causar candidiasis, piedra blanca, geotricosis, aspergilosis y aflatoxicosis, y feosporotricosis, respectivamente (Emmons, Binford & Utz, 1970; Herrera y Ulloa, 1971; Ulloa y Herrera, 1973b; Fuentes, Herrera y Ulloa, 1974; Ulloa y Kurtzman, 1975).

Es interesante comentar algo sobre la coincidencia de algunas especies de levaduras en varias de las bebidas discutidas en este trabajo. *Saccharomyces cerevisiae* ha sido aislada del pozol, del tesguino, del pulque y del tepache; *Candida parapsilosis* del pozol y del pulque; y *Pichia membranaefaciens* del tesguino, del pulque y de los tibicos que son utilizados en la elaboración del tepache.

A pesar de que los estudios microbiológicos del pulque se iniciaron desde 1870 y de que existe un buen número de trabajos relacionados con las diversas especies de bacterias y levaduras que han sido aisladas y descritas, todavía hay incertidumbre en cuanto a la identificación y significación de las especies encontradas en dicha bebida, sobre todo si se toma en cuenta el hecho de que, en la actualidad, los métodos para estudiar y clasificar bacterias y levaduras han cambiado conside-

rablemente; por lo tanto, parece necesario realizar una revisión de la microflora del pulque. Lo mismo se puede decir para la microflora del tepache, sobre la cual se iniciaron algunos estudios en 1953.

Con respecto a las demás bebidas fermentadas tratadas en esta comunicación, hay que hacer notar que los estudios microbiológicos del pozol se comenzaron en 1958, los del tesguino en 1973, y los del colonche en 1978. De estas bebidas, el pozol ha sido el más estudiado, seguido en orden decreciente por el tesguino el tepache y el colonche. Si se considera, además, que existen otras bebidas fermentadas indígenas de México que aún no han comenzado a ser estudiadas científicamente, se puede concluir que todavía queda mucho por investigar sobre dichas bebidas. El objeto de conocer mejor la variada e interesante flora microbiana de las mismas es el de constituir una base para el enfoque de nuevos estudios que permitan obtener una tecnología adecuada para lograr la aplicación de la información obtenida, en este amplio campo: el de las fermentaciones aprovechadas por las poblaciones indígenas y mestizas, en diversos aspectos económicos que pueden ser de beneficio para éstas y, en general, para el país al que pertenecen.

#### LITERATURA CITADA

- BARRAGÁN, J., 1870. El *Cryptococcus* del pulque. *La Naturaleza*, 1a. serie I: 228-233.
- BLOM, F., 1944. *La vida de los mayas*. Biblioteca Enciclopédica Popular 25. Secretaría de Educación Pública, México, D. F., pp. 12-13.
- BRECHTEL-FLOHR, P., 1953. Breve historia de los estudios hechos acerca de las bacterias del aguamiel y del pulque. IV Centenario de la Universidad de México (1551-1951). Memoria del Congreso Científico Mexicano Vol. VI, pp. 54-84.
- BUCHANAN, R. E. y N. E. GIBBONS (Co-Eds.), 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 8th Ed. Williams and Wilkins. Baltimore, 1,246 p.
- GRAVIOTO, R. O., G. MASSIEU H., J. GUZMÁN y J. CALVO DE LA TORRE, 1951. Composición de alimentos mexicanos. *Ciencia, Mex.* 11: 129-155.
- GRAVIOTO, R. O., O. Y. GRAVIOTO, G. MASSIEU H. y J. GUZMÁN G., 1955. El pozol, forma indígena de consumir el maíz en el sureste de México y su aporte de nutrientes a la dieta. *Ciencia, Méx.* 15: 27-30.
- CRUZ ULLOA, S. y M. ULLOA, 1973. Alimentos fermentados de maíz consumidos en México y otros países latinoamericanos. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34: 423-457.
- DE LANDA, D., 1560. *Relación de las cosas de Yucatán* (edición 1959). Porrúa. México, D. F., p. 36.
- DIGUET, L., 1928. *Les cactacées utiles du Mexique*. Archives D'Histoire Naturelle. Société Nationale D'Acclimatation de France. Paris, pp. 139-142.
- DUBY, G., 1944. *Los lacandones, su pasado y su presente*. Biblioteca Enciclopédica Popular 30. Secretaría de Educación Pública. México, D. F., p. 18.
- EMMONS, C. W., C. H. BINFORD y J. P. UTZ, 1970. *Medial mycology*. Lea and Febiger. Filadelfia, 508 p.
- FRÍAS L., M. A., 1964. *El ritual entre los mayas antiguos y sus supervivencias actuales*. Tesis profesional. Fac. de Filosofía y Letras, Univ. Nal. Autón. México, México, D. F., pp. 115-118, 124.
- FUENTES, I., T. HERRERA y M. ULLOA, 1974. Descripción de una especie nueva de *Pseudomonas*, *P. mexicana*, y determinación de *Escherichia coli* var. *neapolitana* aisladas del pozol. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 16: 99-103.
- HERRERA, T., 1953. Trabajos que se han hecho en México sobre bacterias de líquidos fermentados (con especial referencia al pulque). IV Centenario de la Universidad de México (1551-1951). Memoria del Congreso Científico Mexicano Vol. VI, pp. 36-53.
- HERRERA, T. y M. ULLOA, 1970. Aspectos generales sobre la microbiología del pozol. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 12: 103-108.

- , 1971. Estudio de *Candida krusei* y *Trichosporon cutaneum* aislados del pozol. *Rev. lat-amer. Microbiol.* 13: 255-261.
- HERRERA, T., J. TABOADA y M. ULLOA, 1972. Fijación de nitrógeno en el tesgüino y el pulque. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 43, Ser. Biol. Exp. (1): 77-78.
- HERRERA, T., M. ULLOA e I. FUENTES, 1973. Descripción de una especie nueva de *Hansenula* y de una variedad nueva de *Candida parapsilosis* aisladas del pozol. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 17-26.
- HERRERA, T. y M. ULLOA, 1973a. Estudio de *Hansenula fabianii* aislada del pozol. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 44, Ser. Botánica (1): 1-8.
- , 1973b. *Saccharomyces cerevisiae*, una levadura fermentadora del tesgüino de los indios tarahumares. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 33-38.
- , 1975a. Reconsideraciones sobre dos trabajos anteriores, para la identificación de *Kluyveromyces fragilis* y *Candida guilliermondii* en el pozol, y de *Kloeckera apiculata* en el pulque. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 9: 13-15.
- , 1975b. Antagonismo del pozol y de *Agrobacterium azotophilum* sobre diversas especies de bacterias y hongos, algunas patógenas del hombre. *Rev. lat-amer. Microbiol.* 17: 143-147.
- , 1977. *Pichia membranaefaciens* y su estado asexual, *Candida valida*, aisladas del tesgüino de Chihuahua, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 47-53, Ser. Botánica: 107-119.
- , 1978. Descripción de una especie nueva de levadura, *Candida queretana*, aislada del tepache de Querétaro, México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 12: 13-18.
- LODDER, J., 1970. *The yeasts, a taxonomic study*. North Holland. Amsterdam, 1,385 p.
- LUTZ, M. L., 1898. Recherches biologiques sur la constitution du tibi. *Compt. rend. Soc. de Biol.* 5: 1124-1126.
- , 1899a. Recherches biologiques sur la constitution du tibi. *Bull. Trim. Soc. Mycol. de France* 15: 68.
- , 1899b. Nouvelles recherches sur le tibi. *Bull. Trim. Soc. Mycol. de France* 15: 157.
- MASCOTT y TERRÉS, M., 1952. *Contribución al conocimiento de las levaduras de los tibicos del arroz*. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. México, D. F., 26 p.
- MASSIEU H., R. O. CRAVIOTO, J. GUZMÁN G. y H. OLIVERA B., 1959. Contribución adicional al estudio de la composición de alimentos mexicanos. *Ciencia, Méx.* 19: 53-66.
- MORENO y DÍAZ, M. DEL P., 1932. *Contribución al estudio bacteriológico y al análisis químico del vinagre que produce el tibico*. Tesis profesional. Fac. de Química y Farmacia, Univ. Nal. Autón. México, D. F.
- MORLEY, S. G., 1961. *La civilización maya*. 4a. ed. Fondo de Cultura Económica. México, p. 227
- NAVA GARDUÑO, D., 1953. *Contribución al estudio de las levaduras del tepache*. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. México, D. F., 51 p.
- PENNINGTON, C. W., 1963. *The Tarahumar of Mexico*. Univ. of Utah Press. Salt Lake City, pp. 149-153, 155, 167, 169.
- , 1969. *The Tepehuan of Chihuahua. Their material culture*. Univ. of Utah Press. Salt Lake City, pp. 90, 107, 110.
- ROBELO, A. C., 1948. *Diccionario de aztequismos*. Ediciones Fuente Cultural. México, D. F. 548 p.
- RUIZ-ORONÓZ, M., 1932. Estudio micológico de las zoogreas conocidas vulgarmente como tibicos. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 3: 183-190.
- , 1953. Estudios realizados en México sobre levaduras. IV Centenario de la Universidad de México (1551-1951). Memoria del Congreso Científico Mexicano, Vol. VI, pp. 127-149.
- SALINAS CHAPA, C. 1958. *Etnobiología e introducción a la bacteriología del pozol*. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México, D. F., 63 p.
- SALINAS, C. y T. HERRERA, 1974. Aislamiento de *Aerobacter aerogenes* del pozol del estado de Campeche. *Rev. lat-amer. Microbiol.* 16: 95-98.
- SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A., 1962. Aspectos metabólicos de las levaduras del pulque. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 23: 1-20.
- SÁNCHEZ-POSADA, E., 1978. Comunicación personal. Director de la División de Investigaciones Biológicas y Bioquímicas. Patronato del Maguay, Axapusco, México.

- SANTAMARÍA, F. J., 1942. *Diccionario general de americanismos*. 3 tomos. Pedro Robredo. México, D. F.
- , 1959. *Diccionario de mejicanismos*. Porrúa. México, D. F., 1,197 p.
- TABOADA, J., T. HERRERA y M. ULLOA, 1971. Prueba de la reducción del acetileno para la determinación de microorganismos fijadores de nitrógeno aislados del pozol. *Rev. lat.-amer. Quím.* 2: 188-191.
- TABOADA, J. y T. HERRERA, 1972. Efecto de aminoácidos sobre la fijación de nitrógeno por *Agrobacterium azotophilum*. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México* 43, Ser. Biol. Exp. (1): 35-42.
- TABOADA, J., 1973. *Estudio de la fijación de nitrógeno en bebidas y alimentos mexicanos*. Tesis de Maestría en Ciencias. Univ. Nal. Autón. México. México, D. F., 26 p.
- TABOADA, J., M. ULLOA y T. HERRERA, 1973. Fijación de nitrógeno *in vitro* por *Agrobacterium azotophilum* en diversos sustratos, principalmente tierra y derivados de la industria azucarera. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 15: 143-146.
- TOZZER, A. M., 1907. *A comparative study of the Mayas and Lacandones*. Macmillan. Nueva York, pp. 117-123, 145-148.
- ULLOA, M. y T. HERRERA, 1970. Persistencia de las aflatoxinas durante la fermentación del pozol. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 12: 19-25.
- , 1971. Mohos aislados del pozol en medios con deficiencia o carencia de nitrógeno. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 5: 13-21.
- ULLOA, M., T. HERRERA y G. DE LA LANZA, 1971. Fijación de nitrógeno atmosférico por microorganismos del pozol. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 13: 113-124.
- ULLOA, M. y T. HERRERA, 1972. Descripción de dos especies nuevas de bacterias aisladas del pozol: *Agrobacterium azotophilum* y *Achromobacter pozolis*. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 14: 15-24.
- , 1973a. Características generales y algunos datos sobre pruebas de antibiosis de cinco especies de *Penicillium* aisladas del pozol. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 15: 191-198.
- , 1973b. *Phialophora richardsiae*, un hongo causante de feosporotricosis en el hombre, aislado del pozol. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 15: 199-202.
- ULLOA, M., 1974. Mycofloral succession in pozol from Tabasco, Mexico. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 8:17-48.
- ULLOA, M., C. SALINAS y T. HERRERA, 1974. Estudio de *Bacillus megaterium* aislado del tesguino de Chihuahua, México. *Rev. lat.-amer. Microbiol.* 16: 209-211.
- ULLOA, M. y C. P. KURTZMAN, 1975. Occurrence of *Candida parapsilosis* C. *tropicalis* and *Saccharomyces cerevisiae* in pozol from Tabasco, Mexico. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 9:7-12.
- ULLOA, M., T. HERRERA y J. TABOADA, 1977. *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces uvarum* aislados de diferentes muestras de tesguino de Jalisco, México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 11: 15-22.
- ULLOA, M. y T. HERRERA, 1978. *Torulopsis taboadae*, una nueva especie de levadura aislada del colonche de Zacatecas, México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 12: 5-12.