

ESTUDIO MICROBIANO Y CROMATOGRÁFICO
DEL TEJUINO DE JALISCO, MÉXICOPor Patricia Lappe*,
Miguel Ulloa* y
Jorge Gómez**MICROBIAL AND CHROMATOGRAPHIC STUDY
OF TEJUINO FROM JALISCO, MEXICO

SUMMARY

Five samples of tejuino (a dense, slightly acid and alcoholic beverage made with maize) from Guadalajara, Jalisco (Mexico) were studied in order to investigate some of the microbiological and chemical aspects related to its elaboration and fermentation. Three of these samples corresponded to the final product ready for sale, from which only 10 isolates were obtained, further determined as *Saccharomyces cerevisiae*. The other two samples were submitted to microbial and gas chromatography analysis in each stage of the process of elaboration and fermentation; during this process the most abundant microorganisms were *S. cerevisiae* (42 isolates) and *Geotrichum candidum* (37 isolates). The changes in concentration of lactic acid, ethanol, and acetic acid, as well as pH, were also determined, with average values in the final product of 0.36, 0.75, 0.127 (g/100 ml), and 3.5, respectively. The results showed some similarities between tejuino and some indigenous opaque maize beers of the world, such as *munkoyo* of Zambia, and *boza* of Turkey and other Balkan countries.

RESUMEN

Del tejuino, bebida espesa, ligeramente ácida y alcohólica, hecha de maíz, se estudiaron cinco muestras procedentes de Guadalajara, Jalisco, México, para conocer algunos aspectos microbiológicos y químicos de su elaboración y fermentación. De dichas muestras tres correspondieron al producto final listo para la venta, y de ellas sólo fueron obtenidos 10 aislamientos que se determinaron como *Saccharomyces cerevisiae*; a estas tres muestras no se les practicó un análisis cromatográfico. A las dos muestras restantes se les hicieron estudios microbianos y de cromatografía de gases en cada etapa del proceso de elaboración y fermentación; en

* Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM, Apartado Postal 70-233, México, D.F. 04510.

** Departamento de Biotecnología, UAM Iztapalapa, Apartado Postal 55-535, México, D.F. 09340.

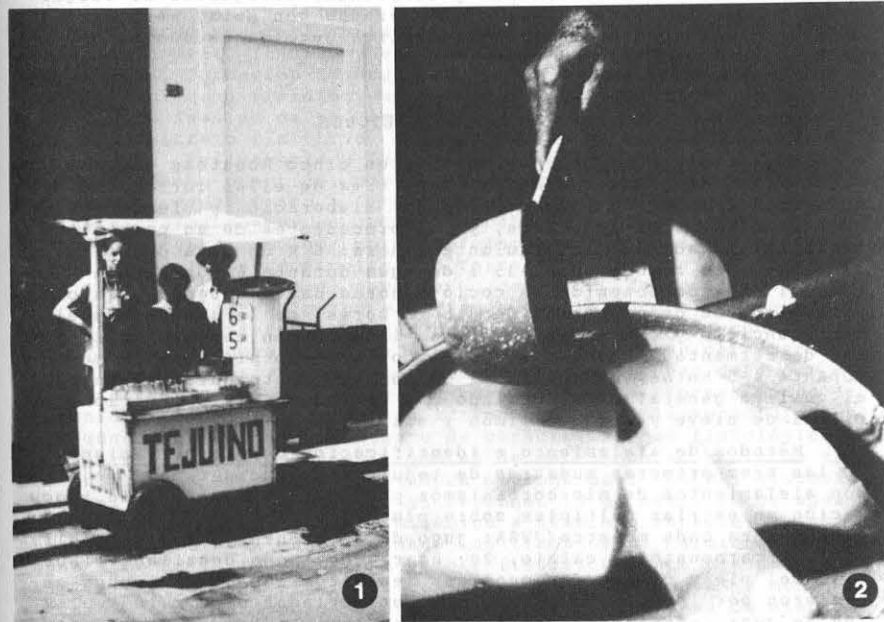
casi todo el proceso estuvieron presentes *S. cerevisiae* (42 aislamientos) y *Geotrichum candidum* (37 aislamientos). Además se determinaron los cambios en la concentración de ácido láctico, etanol y ácido acético, así como el pH, que en el producto final alcanza ron, en promedio, 0.36, 0.75, 0.127 (g/100ml) y 3.5, respectivamente. Los resultados obtenidos indican que el tejuino tiene algunas semejanzas con varias cervezas indígenas opacas de maíz de otros lugares del mundo, como el *munkoyo* de Zambia y el *boza* de Turquía y otros países balcánicos.

INTRODUCCIÓN

El tejuino es una bebida refrescante y alimenticia, ligeramente ácida y alcohólica, que se consume popularmente en los estados de Jalisco, Nayarit y Colima, donde se vende en refresquerías o en puestos tanto fijos como ambulantes (Figs. 1 - 2). Es una modalidad mestiza del tesgüino indígena, de menor tiempo de fermentación y por lo tanto con menor contenido alcohólico; generalmente se prepara con masa de maíz nixtamalizado, aunque en algunas localidades aún se conserva la tradición de elaborarlo con granos de maíz tostados o germinados (malteados), siguiendo un procedimiento similar al empleado en la elaboración del tesgüino indígena del norte y noroeste de México. La información detallada acerca de los aspectos etnológicos, microbiológicos y químicos del tesgüino tarahumara se presenta en el libro de Lappe y Ulloa (1989), en el que se describe el proceso de elaboración de esta bebida, la sucesión de la microbiota y los principales cambios bioquímicos que ocurren durante dicho proceso, y además establece el tipo de fermentación y los microorganismos esenciales que la llevan a cabo.

Para muchas personas, particularmente las de bajos o moderados recursos económicos, el tejuino constituye una parte importante de su dieta diaria, pues además de su precio accesible resulta ser una fuente alimenticia adecuada, tanto por los ingredientes que se usan en su elaboración y los productos de la fermentación (etanol, ácido láctico, etc.), como por los microorganismos mismos que llevan a cabo dicha fermentación y que, como en el caso de otras bebidas fermentadas tradicionales de México (pozol, tesgüino, pulque y otras), son consumidos vivos junto con el producto fermentado, pues éste no es filtrado, pasteurizado o sometido a un proceso que los excluya o mate. Aunque la cantidad de tejuino que una persona puede beber es variable, los fabricantes de esta bebida comunicaron a los autores que es común la ingestión de $\frac{1}{2}$ a 1 litro por día, principalmente como primer alimento, ya que por ser espeso y burbujeante (por el CO_2 producido) hace que el consumidor se sienta satisfecho durante la mayor parte del día.

Aun cuando no se ha hecho un estudio socioeconómico acerca del consumo del tejuino, se considera importante continuar las investigaciones relacionadas con los aspectos microbianos y químicos de esta bebida, pues solamente existen dos trabajos científicos publicados, el de Cravioto *et al.* (1959), sobre la bromatología del tejuino hecho de granos de maíz con y sin cascarilla, y el



Figs. 1-2: Tejuino a la venta en un puesto ambulante, Guadalajara, Jalisco. Fotografía tomada en 1980.

de Ulloa *et al.* (1977), acerca de las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *S. uvarum*) que intervienen en la fermentación.

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la microbiota del tejuino, y, por medio de cromatografía de gases, de terminar los cambios en la concentración de ácido láctico, etanol y ácido acético que ocurren durante el proceso de elaboración de la bebida. Esto último se hizo tomando en consideración que en diversas cervezas mesoamericanas y africanas, semejantes al tejuino y tejuino mexicanos, también elaboradas con maíz, se lleva a cabo una fermentación láctica-alcohólica seguida de una alcohólica-acética (ver Tabla 2).

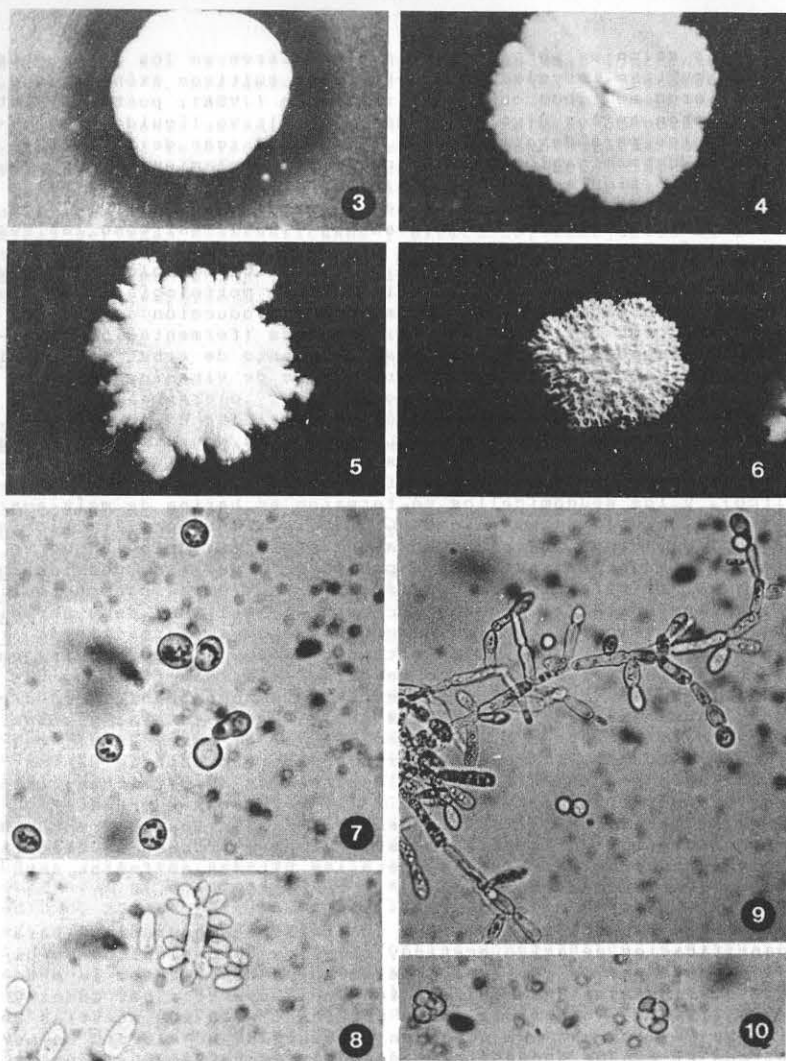
MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de tejuino. Se estudiaron cinco muestras de tejuino procedentes de Guadalajara, Jalisco, tres de ellas correspondientes al producto final, de proceso de elaboración y tiempo exacto de fermentación desconocidos, y dos procedentes de un puesto ambulante, preparadas de la siguiente manera: 6 k de masa de maíznix tamalizado se remojaron en 35 l de agua durante 6 horas y se colaron; el líquido obtenido se coció 3 horas hasta obtener un atole espeso que se dejó enfriar de 8 a 10 horas, se le adicionó miel de piloncillo y 8 k de azúcar, y se inoculó con tejuino de 24 horas de fermentación (cultivo iniciador llamado pie); se fermentó durante 4-5 horas, obteniéndose el tejuino listo para su venta, el cual es generalmente enfriado con trozos de hielo (adición opcional de nieve y jugo de limón y sal).

Métodos de aislamiento e identificación de microorganismos. De las tres primeras muestras de tejuino (producto final) se hicieron aislamientos de microorganismos por medio del método de inoculación en estrias múltiples sobre placas de V8 agar, utilizando 4 placas para cada muestra (JV8A: jugo de 8 verduras marca Campbell, 180 ml; carbonato de calcio, 2g; agar, 20g; agua destilada, 1000 ml). Del pie y de las dos muestras restantes los aislamientos se hicieron por inoculación de diluciones seriadas de 1×10^4 - 1×10^8 en JV8A, extracto de malta agar (EMA: extracto de malta, 20 g; peptona, 1 g; dextrosa 20 g; agar, 20 g; agua destilada, 1000 ml), medio de Rogosa (MR: triptona, 10 g; extracto de levadura, 5 g; dextrosa, 10 g; arabinosa, 5 g; sacarosa, 5 g; acetato de sodio, 15 g; citrato de amonio, 2 g; fosfato monopotásico, 6 g; sulfato de magnesio, 0.12 g; sulfato ferroso, 0.03 g; monoleato de sorbitán, 1 g; agar, 20 g; agua destilada, 1000 ml), y medio 77S para bacterias fijadoras de nitrógeno (77S: fosfato de potasio dibásico, 0.5 g; sulfato de magnesio, 0.2 g; cloruro de sodio, 0.2 g; sulfato de manganeso tetrahidratado, trazas; cloruro férrico sexahidratado, trazas; agar, 20 g; agua destilada, 1000 ml). Cinco placas de cada uno de los medios de cultivo mencionados fueron inoculadas con cada una de las diluciones seriadas. De las dos muestras de tejuino obtenidas en el puesto ambulante, pero cuyo proceso fue seguido en el sitio de elaboración, se obtuvieron aislamientos microbianos de cada etapa de dicho proceso.

De las colonias puras que se desarrollaron en los diferentes medios de cultivo inoculados se obtuvieron cultivos axénicos que se mantuvieron en tubos con medio inclinado (JV8A); posteriormente se resembraron en los diversos medios de cultivo líquidos y sólidos necesarios para determinar las características de los aislamientos. La determinación específica de los aislamientos de levaduras se logró siguiendo la metodología de van der Walt (1970) y de van der Walt y Yarrow (1984), las claves de Lodder (1970), de Barnett *et al.* (1979) y de Kreger-van Rij (1984), así como las descripciones de Yarrow (1984). A los aislamientos de levaduras se les estudiaron sus características macro y micromorfológicas (crecimiento en medio líquido y en medio sólido, morfología de células vegetativas, formación de pseudomicelio y reproducción asexual y sexual), así como fisiológicas y bioquímicas (fermentación y asimilación de fuentes de carbono, desdoblamiento de arbutina, asimilación de nitrato y nitrito, requerimientos de vitaminas para el crecimiento, resistencia a la cicloheximida, tolerancia a medios de alta presión osmótica, producción extracelular de compuestos amiloides y crecimiento a 37° C). Las colonias gigantes de levaduras se hicieron crecer en JV8A; las células vegetativas y las ascas se observaron en agar para morfología de levaduras (AML, marca Difco), y los pseudomicelios se formaron en harina de maíz agar (HMA, marca Difco). En el caso de *G. candidum*, de los 37 aislamientos obtenidos, cinco fueron estudiados con la metodología que se emplea para la determinación de especies de levaduras, considerando que este microorganismo es muy similar en ciertas características a las levaduras del género *Trichosporon*, del cual debe ser diferenciado no sólo por su tipo de conidiogénesis (formación de artroconidios en el primero, y de blastoconidios y blastoconidios en el segundo) sino por el conjunto de características fisiológicas y bioquímicas. Las colonias gigantes de este moho se hicieron crecer en glucosa extracto de levadura peptona agar (GELPA: glucosa, 20 g; extracto de levadura, 5 g; peptona, 10 g; agar, 20 g; agua destilada, 1000 ml). La determinación a género o especie de los mohos aislados se hizo utilizando los trabajos de Carmichael (1957), Raper y Fennell (1965), Zycha *et al.* (1969), Barnett y Hunter (1972) y Kreger-van Rij (1984). Además de las levaduras y mohos se aislaron bacterias en las distintas etapas del proceso de elaboración y fermentación del tejuino, pero las últimas no fueron estudiadas e identificadas.

Análisis cromatográficos. Los análisis cromatográficos para la cuantificación de ácido acético, etanol y ácido láctico se hicieron en cada una de las etapas del mencionado proceso. La metodología utilizada es una modificación de la descrita por Gómez y Viniegra (1980), y consistió en lo siguiente: las dos muestras de tejuino se fijaron con una solución concentrada de cloruro de mercurio, con el fin de detener el proceso fermentativo. La separación de ácido acético, etanol y ácido láctico se realizó en un cromatógrafo (Varian Aerograph, Modelo 1400) utilizando una columna de acero de 1/8 de pulgada de diámetro y seis pies de longitud, empacada con Chromosorb (80-100) y una mezcla de ácido fosfórico al 1% y Tween 80 al 10%, las dos últimas como fase estacionaria. Las temperaturas del inyector y del detector de ionización (de



Figs. 3-10. *Saccharomyces cerevisiae*. 3-6: Colonias gigantes de cuatro diferentes aislamientos, cultivadas un mes en JV8A, X 1.5. Nótese la diversidad morfológica de la especie. 7-8: Células vegetativas, una de ellas con gemación multipolar, cultivadas en AML, X 1 000. 9: Seudomicelio en HMA, X 800. 10: Ascas tetrasporangias, desarrolladas en AML, X 1 000.

flama) se mantuvieron a 120 y 140°C, respectivamente. El flujo de nitrógeno, hidrógeno y aire se ajustó a 35, 25 y 250 ml/min, respectivamente. El ácido acético y el etanol se cuantificaron en muestras de 5 ml, acidificadas con 0.5 ml de una mezcla 3:1 de ácido fórmico al 25% y ácido fosfórico concentrado.

Para determinar el ácido láctico fue necesario esterificarlo, por lo que a 1 ml de submuestra acidificada se añadieron 2 ml de metanol y 0.5 ml de ácido sulfúrico al 50%. La mezcla resultante se mantuvo en baño María a 55°C durante 30 min, después se dejó enfriar, se le añadió 1 ml de agua fría y se agitó vigorosamente durante 30 seg. El ácido láctico esterificado se extrajo agregando 1 ml de cloroformo y agitando durante medio min. La cuantificación de ácido acético y etanol se hizo inyectando en el cromatógrafo 3 µl de la fase acuosa de la submuestra acidificada, y la de ácido láctico se hizo inyectando 3 µl de la fase clorofórmica, comparando los picos de estos tres productos con los picos de dos soluciones patrón, una de ellas con ácidos acético, propiónico y butírico y etanol, todos al 1%, y otra con ácido láctico al 1% únicamente. La integración de los picos se efectuó utilizando un integrador (Variant, Modelo 1100). En todos los casos, el error cromatográfico fue menor de 8%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se indican las especies de mohos y levaduras, así como el número de aislamientos de cada especie obtenidos de las cinco muestras de tejuino estudiadas. De las tres muestras correspondientes al producto final solamente se obtuvieron 10 aislamientos que fueron determinados como *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex Hansen. De las otras dos muestras en diversas etapas de elaboración se aislaron distintos microorganismos, como *Aspergillus niger* van Tieghem, *Penicillium* spp. y *Rhizopus arrhizus* Fischer, que se encontraron sólo en las etapas iniciales del proceso de elaboración (masa de maíz y masa de maíz desleída en agua). No obstante, las especies que se hallaron presentes en casi todo el proceso, y que son las únicas ilustradas en este trabajo, fueron la levadura *S. cerevisiae* (Figs. 3 - 10) y el moho *Geotrichum candidum* Link ex Lemm (Figs. 11 - 15), que predominaron en el producto fermentado hasta 24 horas, que es cuando el tejuino se utiliza como pie o inóculo para una nueva fermentación. Además de estas dos últimas especies, se aislaron diversas bacterias en los medios selectivos para lactobacilos (RA) y 77S para bacterias fijadoras de nitrógeno, las que probablemente correspondían a bacterias lácticas y bacterias fijadoras de nitrógeno, según pudo deducirse por la morfología de las colonias desarrolladas en dichos medios selectivos. Ulloa *et al.* (1977) reportaron positiva la prueba de la reducción del acetileno en tejuino de Guadalajara, Jalisco y en atole de masa de maíz inoculado con dicho tejuino, lo que indicó la presencia del fenómeno de fijación de nitrógeno. En el tesguino tarahumara de Chihuahua también fue reportado dicho fenómeno (Herrera *et al.*, 1972). No obstante, en la presente investigación no fueron estudiadas las bacterias lácticas ni las fijadoras de ni-

trógeno. En relación con *S. cerevisiae* y *G. candidum* es importante señalar que el número de aislamientos obtenidos de cada especie (Tabla 1) indica una abundancia relativa pero no su concentración real en las muestras de tejuino estudiadas; no fue posible cuantificar las unidades formadoras de colonias en las placas de medio de cultivo inoculadas con las diluciones en serie, pues durante el transporte de las placas de Guadalajara a México el agua de condensación provocó el corrimiento de las colonias en desarrollo. Sin embargo, las colonias de *S. cerevisiae* y *G. candidum* aparecieron con mayor abundancia y frecuencia en las distintas etapas del proceso de elaboración del tejuino.

La presencia y actividad de otros microorganismos durante dicho proceso es un aspecto que debe ser investigado. Los mohos hallados en la masa de maíz (*Aspergillus niger*, *Penicillium* spp. y *Rhizopus arrhizus*) podrían intervenir en la transformación enzimática del almidón para la producción de azúcares fermentables. Estos mohos han sido registrados como amilolíticos en varias cervezas indígenas hechas de maíz, por ejemplo en el tesgüino de México, en la cerveza *kaffir* o bantú de Sudáfrica y en el *pito* de Nigeria (Platt y Webb, 1946; van der Walt, 1956; Ekundayo, 1969; Litzinger, 1983; Lappe y Ulloa, 1989). Durante la cocción del atole de masa de maíz, los mohos arriba citados fueron eliminados, por lo que durante la fermentación del atole para la obtención del tejuino sólo se desarrollaron bacterias lácticas y otras bacterias, además de *S. cerevisiae* y *G. candidum*. Poblaciones mixtas de bacterias lácticas y levaduras o mohos han sido reportadas para diferentes tipos de masa o atole de maíz u otros cereales, así como otros sustratos amiláceos fermentados, que se utilizan para preparar diversos alimentos y bebidas en África y América, como el *gari* y el *ogi* de Nigeria (Collard y Levi, 1959; Collard, 1963; Akinrele, 1970; Okafor, 1977b; Fields *et al.*, 1981), el *mbor* o *fanti*, el *koko* y el *kenkey* de Ghana (Christian, 1979), el *fuba* de Brasil y Angola (Carvalho, 1971) y el pozol de México (Ulloa, 1974; Silva Villarreal, 1984; Ramírez, 1987; Nuraida, 1988; Aguilera Franco, 1989).

Saccharomyces cerevisiae, especie de distribución mundial muy amplia, es una levadura fermentadora que ha sido aislada de todos los alimentos y bebidas fermentados tradicionales de México (tesgüino, pozol, pulque, tuba, colonche, tepache, y tibicos), además de la madre del vinagre (Taboada *et al.*, 1987; Ulloa *et al.*, 1987a, 1987b; Lappe y Ulloa, 1989). El aislamiento de *S. cerevisiae* del tejuino hecho por los autores del trabajo viene a corroborar lo encontrado por Ulloa *et al.* (1977), de que dicha especie es, entre las levaduras, la principal fermentadora de esta cerveza de maíz.

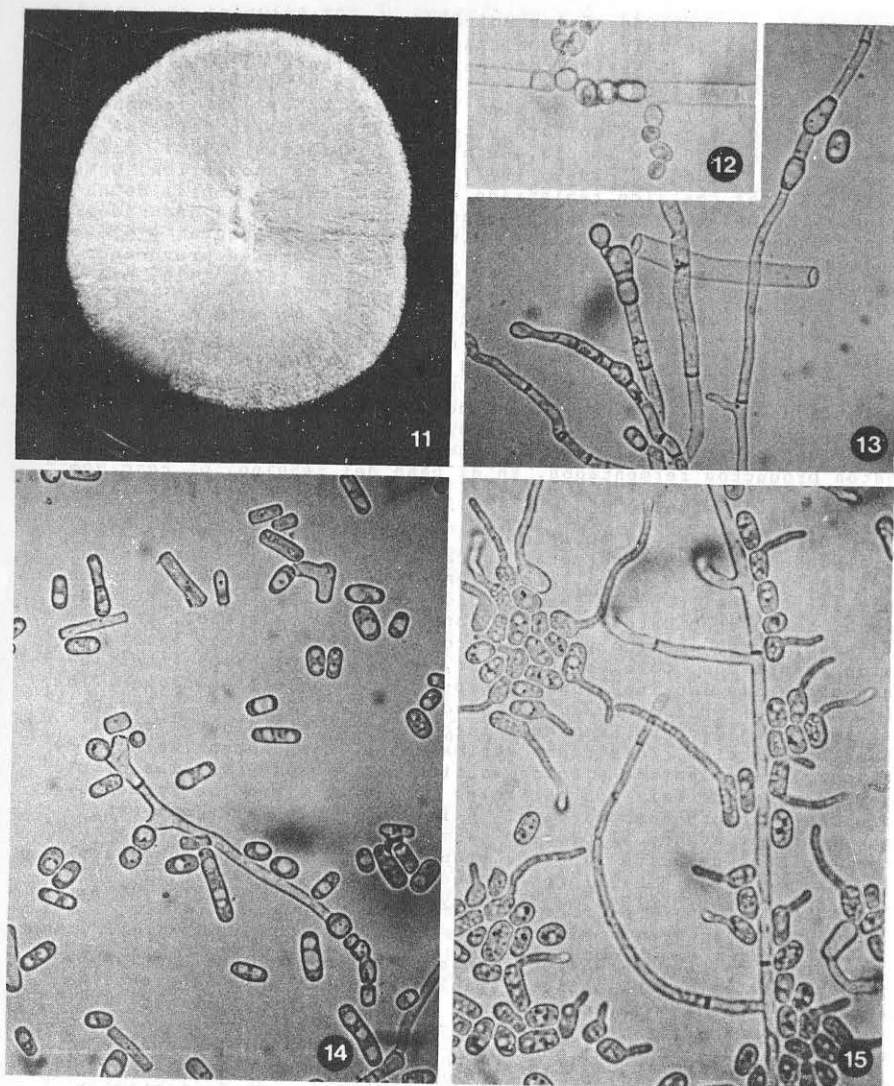
Geotrichum candidum es un moho de distribución mundial, común en suelo, aire, agua, alimentos lácteos (leche y sus derivados, incluyendo los productos lácteos fermentados), jitomates maduros y masa de maíz o de trigo recién elaborada o fermentada, entre otros muchos sustratos; (Carmichael, 1957; Butler, 1960; Butler *et al.*, 1965; Pelhate, 1975; Diener *et al.*, 1976); ha sido

constantemente hallado en las bolsas de pozol (alimento fermentado hecho con masa de maíz nixtamalizado, consumido por indígenas y mestizos del sur de México como parte importante de su dieta diaria), en las que forma una cubierta butirosa o pulverulenta y blanca (Ulloa, 1974); también ha sido reportado en el *gari* (cazabe fermentada de Nigeria, Collard y Levi, 1959), en las cervezas denominadas *munkoyo* (de Zambia, Bernier y Lambrechts, 1959), *pito* (de Nigeria, Ekundayo, 1969, 1977) y *chicha* (de Sudamérica, Gómez, 1949). Además, ha sido registrado en heces, esputo y piel de humanos y animales, y como agente causal oportunista de geotricosis tanto endógena, que afecta los epitelios oral, bronquial y broncopulmonar, como exógena, afectando la piel, y también provocando reacciones alérgicas (Carmichael, 1957; Morenz 1963, 1970; Lincoln y Adcock, 1968; Fishbach *et al.*, 1973).

Geotrichum candidum tiene la capacidad de asimilar ácido láctico y lactatos producidos por las bacterias lácticas y ciertas levaduras durante la fermentación de las raíces de cazabe para la obtención del *gari*, y de la masa de maíz para la del pozol (Collard y Levi, 1959; Nuraida, 1988), produciendo diversos aldehídos y ésteres que contribuyen a dar el aroma y sabor característicos de estos productos fermentados. En el caso del tejuino, *G. candidum* podría desempeñar un papel similar, que queda por ser estudiado.

En la tabla 2 se enlistan los microorganismos que han sido aislados de diversas cervezas opacas de maíz que se consumen en África, América y Europa, similares al tejuino y tesgüino de México, así como el tipo de fermentación que se lleva a cabo en cada caso, incluyendo datos sobre la concentración de etanol, ácido láctico, ácido acético y pH del producto final, cuando éstos han sido reportados. Como se puede ver, en todos los casos intervienen bacterias lácticas, casi siempre de los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus*, y levaduras, principalmente de los géneros *Candida* y *Saccharomyces*; en algunos casos también han sido registrados varios mohos. Las concentraciones de etanol, ácido láctico y ácido acético registradas para las distintas cervezas de maíz son variables porque su tiempo de fermentación es distinto en cada caso. En la Tabla 3 se puede observar que conforme avanzó el proceso fermentativo del tejuino, las concentraciones de ácido láctico, etanol y ácido acético aumentaron, alcanzando a las 4 h valores promedio de 0.36, 0.75 y 0.127 g/100 ml, respectivamente; el pH disminuyó y su valor promedio fue de 3.5.

En el tejuino de México (Tabla 3), el *munkoyo* de Zambia y el *boza* de los países balcánicos (Tabla 2) la cantidad de etanol es semejante debido a su corto tiempo de fermentación, el cual es aproximadamente de 4 a 6 horas al momento de ser consumidos (0.70 en tejuino, 0.43-2.86 en *munkoyo* y 0.60 % en *boza*). En cuanto a la concentración de ácido láctico, ésta es parecida en las distintas cervezas y, aunque variable según el tiempo de fermentación, generalmente es entre 0.3 y 1.0%. El pH final de estas bebidas se halla entre 3 y 4. En el caso del *busaa* de Kenya se ha reportado una desestabilización de la bebida cuando el pH baja de 3.3, lo



Figs. 11-15. *Geotrichum candidum*. 11: Colonia de un mes en GELPA, X 1. 12-14: Micelio con artrosporas, en GELPA, X 1 000. 15: Micelio con artrosporas, muchas de ellas en proceso de germinación, en HMA, X 1 000.

que provoca la ruptura de la estructura coloidal y la sedimentación de los sólidos, ocasionando el rechazo del producto por los consumidores habituales (Nout, 1980a, 1980b). Por esto, tanto en este caso como en el de otras bebidas fermentadas similares (cerveza *kaffir*, *pito* y otras), no se prolonga demasiado el tiempo de fermentación, pues la cantidad de ácido acético no debe ser mayor de 0.5%, con la que la cerveza se considera inaceptable por su sabor acre (van der Walt, 1956; Ekundayo, 1969). En el caso de las muestras de tejuino estudiadas, el ácido acético alcanzó una concentración de 0.12 y 0.13% a las 4 h de fermentación (tabla 3), que es cuando generalmente se consume; no se detectaron ácidos propiónico y butírico.

Se considera que es necesario realizar estudios adicionales para determinar la incidencia de los microorganismos y si existe una sucesión de los mismos, así como los cambios bioquímicos correspondientes durante el proceso de elaboración y fermentación del tejuino, particularmente los relativos a su valor nutricional, con objeto de obtener un mayor conocimiento acerca de estos aspectos, como se ha hecho en el caso del pozol y del tesguino (Ulloa, 1974; Litzinger, 1983; Ramírez, 1987; Álvarez y López, 1987; Nuraida, 1988; Lappe y Ulloa, 1989; Aguilera Franco, 1989). Por lo pronto, la presencia en el tejuino de bacterias lácticas y fijadoras de nitrógeno, así como de *S. cerevisiae*, no representa ningún problema sanitario, pues hasta la fecha no se conocen efectos patógenos o tóxicos para estos microorganismos, excepto para las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*, las cuales son potencialmente patógenas bajo ciertas condiciones (Buchanan y Gibbons, 1974). Por otro lado, *G. candidum* tiene la potencialidad de causar micosis en el hombre y los animales superiores, por lo que sería conveniente estudiar su frecuencia y abundancia en distintas muestras de tejuino, así como su capacidad patógena.

Finalmente, es importante señalar que el proceso tradicional de fermentación del tejuino podría ser desarrollado hasta alcanzar un nivel industrial, como se hizo con la cerveza *kaffir* de Sudáfrica, con la que el primero presenta varias semejanzas.

TABLA 1. ESPECIES Y NÚMERO DE AISLAMIENTOS DE MOHOS Y LEVADURAS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS DE TEJUINO ESTUDIADAS

Muestra	Etapa de preparación del tejuino	Especies y número de aislamientos					Total
		<i>Aspergillus niger</i>	<i>Geotrichum candidum</i>	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	
1. Refresquería "Polo Norte", sucursal 1	Final					5	
2. Refresquería "Polo Norte", sucursal 2	Final					2	
3. Refresquería "Polo Norte",	Final					3	
4. Puesto ambulantes	Masa de maíz		3	3			
	Masa de maíz desleída en agua y colada		3	2	3	2	
	Atole cocido y frío						
	Tejuino de 2 horas de fermentación		4			5	
	Tejuino de 4 horas de fermentación		5			7	
5. Puesto ambulantes	Tejuino de 24 horas de fermentación (pie)		9			12	
	Masa de maíz	4	3	2		2	
	Masa de maíz desleída en agua y colada	2	2	1		2	
	Atole cocido y frío						
	Tejuino de 2 horas de fermentación		3			6	
	Tejuino de 4 horas de fermentación		5			8	
		6	37	8	3	54	Total 108

TABLA 2. MICROBIOTA DEL TEJUINO Y DE OTRAS CERVEZAS DE MAÍZ INDÍGENAS

Nombre de la cerveza	País o región donde se consume	Sustrato principal	Estudios realizados	Referencia
ÁFRICA				
<i>Busaa</i>	Kenya	Malta de mijo y maíz tostado y molido	Étnicos Microbianos Bacterias lácticas <i>Lactobacillus brevis</i> (Orla-Jensen) Bergey <i>et al.</i> <i>Lactobacillus salivarius</i> var. <i>salicinarius</i> Rogosa <i>et al.</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> (Orla-Jensen) Bergey <i>et al.</i> <i>Lactobacillus viridescens</i> Niven <i>et Evans</i> <i>Lactobacillus casei</i> var. <i>rhamnosus</i> Rogosa <i>et al.</i> <i>Lactobacillus buchneri</i> (Henneberg) Bergey <i>et al.</i> <i>Pediococcus damnosus</i> Claussen (actualmente sinónimo de <i>Pediococcus cerevisiae</i> Bolcke) <i>Pediococcus parvulus</i> Günther <i>et White</i> (actualmente sinónimo de <i>Pediococcus pentosaceus</i> Mess) Mohos <i>Mucor</i> sp. <i>Rhizopus</i> sp. Levaduras <i>Candida krusei</i> (Cast.) Berkhout <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Meyen <i>ex Hansen</i>	Nout, 1980a, 1980b
Cerveza opaca de maíz	Zambia	Maíz malteado o mezcla de maltas de sorgo, maíz y mijo	Étnicos Químicos Fermentación alcohólica (0.96 - 2.86% de etanol)	Lovelace, 1977

Continuación de la Tabla 2

Cerveza <i>kaffir</i> , cerveza bantú, <i>mqombothi</i> o <i>utyala</i>	Sudáfrica Rhodesia	Malta de sorgo, maíz o mijo y harina de sorgo o maíz	Étnicos Microbianos Bacterias lácticas <i>Lactobacillus delbrückii</i> (Leich) Beij. <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Lactobacillus fermentum</i> Beij. <i>Leuconostoc mesenteroides</i> (Tsenk) van Tieghem <i>Leuconostoc dextranoides</i> (Beij.) Hucker et Pederson <i>Pediococcus damnosus</i> <i>Streptococcus</i> spp. Levaduras <i>Brettanomyces intermedius</i> (Krumb. et Tausch.) van der Walt et van Kerken <i>Candida guilliermondii</i> (Cast.) Langeron et Guerra <i>Candida krusei</i> <i>Candida tropicalis</i> (Cast.) Berkhout <i>Hansenula anomala</i> (Hansen) H. et P. Sydow <i>Kloeckera apiculata</i> (Reess emend. Klöcker) Janke <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Platt y Webb, 1946 van der Wait, 1956 Schwarz, 1956 Aucamp et al., 1961 Novellie, 1968, 1986
Munkoyo	Zambia	Atole de maíz, sorgo o mijo y raíces de <i>Rhynchosia venu- losa</i> K. Schum. (<i>munkoyo</i>)	Étnicos Microbianos Bacterias lácticas Mohos <i>Geotrichum candidum</i> Link ex Leman Levaduras <i>Candida krusei</i> <i>Hansenula anomala</i> <i>Trichosporon cutaneum</i> (de Beurm., Gougerot et Vaucher) Ota Químicos Fermentación láctica-alcohólica, eventual- mente alcohólica-acética (0.164 - 0.60% de ácido láctico, 1.8 - 4.0% de etanol, 0.012 - 0.019% de ácido acético, pH 3.2 - 3.9) Bromatológicos	Bernier y Lam- brechts, 1959 Miracle, 1965 Lovelace, 1977 Mbugua, 1977

Continuación de la Tabla 2

Pito	Nigeria	Malta de maíz o sorgo, o una combinación de ambas	Étnicos Microbianos Bacterias lácticas <i>Lactobacillus</i> spp. <i>Leuconostoc</i> spp. Mohos <i>Aspergillus flavus</i> Link <i>Botryodiplodia theobromae</i> Pat. (actualmente sinónimo de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griff. et Maubl.) <i>Geotrichum candidum</i> <i>Giberella fujikuroi</i> (Sawada) Ito ap. Ito et Kimura <i>Penicillium citrinum</i> Thom <i>Penicillium funiculosum</i> Thom <i>Rhizopus oryzae</i> Went et Gerlings Levaduras <i>Candida</i> spp. <i>Saccharomyces</i> spp. Químicos Fermentación láctica-alcohólica (3.8 - 4.45% de etanol, pH 3.68 - 3.9)	Christian, 1966 Ekundayo, 1969, 1977
Chicha	Argentina, Boli- via, Brasil, Co- lombia, Ecuador, Perú	Maíz germinado o molido y ensa- livado; camote o yuca masticada, granos de quinua (<i>Cheno- podium quinoa</i> Willd.) germi- nados, o pláta- no maduro	Étnicos Microbianos Bacterias lácticas <i>Lactobacillus</i> <i>Leuconostoc</i> Bacterias acéticas <i>Acetobacter</i> Mohos <i>Aspergillus</i> spp. <i>Oidium lactis</i> Fres. (actualmente sinónimo de <i>Geotrichum candidum</i>) <i>Penicillium</i> spp. Levaduras <i>Candida tropicalis</i> <i>Mycoderma vini</i> Desmazières ex Lodder (actualmente sinónimo de <i>Candida vini</i> (Desm. ex Lodder) van Uden et Buckley)	Cutler y Cárde- nas, 1947 Gómez, 1949 Nicholson, 1960 Cruz Ulloa y Ulloa, 1973 Escobar, 1977 Escobar et al. 1977 Antúñez de Ma- yolo, 1984

			<p><i>Saccharomyces apiculatus</i> Reess (actualmente sinónimo de <i>Kloeckera apiculata</i>) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces pastorianus</i> Hansen (actualmente sinónimo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</p> <p>Químicos Fermentación láctica-alcohólica, seguida de una alcohólica-acética (0.55% de ácido láctico, 2-12% de etanol, pH 3.9) Bromatológicos</p>	
<i>Sendeño o sende</i>	Región central de México	Maíz germinado y chile pa silla	<p>Étnicos</p> <p>Químicos Fermentación láctica-alcohólica, seguida de una alcohólica-acética</p>	Mendoza, 1870 Cruz Ulloa y Ulloa, 1973
<i>Tejuino</i>	México	Maíz nixtamalizado, maíz tostado o maíz germinado más azúcar y piloncillo	<p>Étnicos</p> <p>Microbianos Levaduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces uvarum</i> (actualmente sinónimo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</p> <p>Químicos Bromatológicos</p>	Cravioto <i>et al.</i> 1959 Ulloa <i>et al.</i> , 1977
<i>Tesquino</i>	México	Maíz malteado más espigas de <i>Bromus arizonicus</i> (Shear) Stebbins	<p>Étnicos</p> <p>Microbianos Bacterias lácticas <i>Lactobacillus</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Pediococcus</i> <i>Streptococcus</i></p> <p>Mohos <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler <i>Aspergillus niger</i> van Tieghem <i>Aspergillus flavus</i> Link <i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi <i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries <i>Cladosporium colocasiae</i> Swada <i>Epicoccum purpurascens</i> Ehrenb. ex Schlecht <i>Eurotium repens</i> De Bary <i>Eurotium rubrum</i> König, Spiekermann <i>et</i> Bremer <i>Fusarium moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i> Wr. <i>et</i> Reink.</p>	Lumholz, 1902 Bennett y Zingg, 1935 Pennington, 1963, 1969 Kennedy, 1963, 1978 Herrera y Ulloa, 1973 Bye, 1976 Ulloa <i>et al.</i> , 1977 Merrill, 1978 Litzinger, 1983 Lappe y Ulloa, 1989

			<p><i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom <i>Penicillium mintoluteum</i> Dierckx <i>Phoma glomerata</i> (Cda.) Wollenw. <i>et</i> Hochapf <i>Rhizopus arrhizus</i> Fischer <i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenberg</p> <p>Levaduras <i>Brettanomyces intermedius</i> <i>Candida guilliermondii</i> <i>Candida lusitanae</i> van Uden <i>et</i> do Carmo Sousa <i>Candida pulcherrima</i> (Lindner) Windish <i>Candida valida</i> (Leberle) van Uden <i>et</i> Buckley <i>Cryptococcus albidus</i> var. <i>albidus</i> (Saito) Skinner <i>Hansenula anomala</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Saccharomyces kluyveri</i> Phaff, Miller <i>et</i> Shifrine</p> <p>Químicos Fermentación láctica-alcohólica seguida de una alcohólica-acética (0.46% de ácido láctico, 2.6-3.7% de etanol, 0.1% de ácido acético, pH 3.0) Bromatológicos</p>	
EUROPA	Turquía, Hungría, región balcánica, algunos países árabes	Mijo, aunque puede utilizarse maíz, cebada, centeno, trigo, avena o arroz	<p>Étnicos</p> <p>Microbianos Bacterias lácticas <i>Lactobacillus</i> spp. <i>Micrococcus</i> spp. <i>Streptococcus</i> sp.</p> <p>Levaduras <i>Candida mycoderma</i> (Reess) Lodder <i>et</i> Kreger-van Rij (actualmente sinónimo de <i>Candida valida</i>) <i>Torulopsis candida</i> (Saito) Lodder (actualmente sinónimo de <i>Candida famata</i> (Harrison) Meyer <i>et</i> Yarrow <i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</p> <p>Químicos Fermentación láctica-alcohólica, eventualmente en la fase final hay una fermentación acética (0.35-0.46% de ácido láctico, 0.6% de etanol)</p>	Pamir, 1961 Pederson, 1979

Penicillium aurantiogriseum Dierckx
Penicillium chrysogenum Thom
Penicillium minioluteum Dierckx
Phoma glomerata (Cda.) Wollenw. et Hochapf
Rhizopus arrhizus Fischer
Rhizopus nigricans Ehrenberg

Levaduras
Brettanomyces intermedius
Candida guilliermondii
Candida lusitanae van Uden et do Carmo Sousa
Candida pulcherrima (Lindner) Windish
Candida valida (Leberle) van Uden et Buckley
Cryptococcus albidus var. *albidus* (Saito) Skinner
Hansenula anomala
Saccharomyces cerevisiae
Saccharomyces kluyveri Phaff, Miller et Shifrine

Químicos
 Fermentación láctica-alcohólica seguida de una alcohólica-acética (0.46% de ácido láctico, 2.6-3.7% de etanol, 0.1% de ácido acético, pH 3.0)

Bromatológicos

EUROPA

Baza o busa

Turquía, Hungría, región balcánica, algunos países árabes

Mijo, aunque puede utilizarse maíz, cebada, centeno, trigo, avena o arroz

Étnicos

Microbianos

Bacterias lácticas
Lactobacillus spp.
Micrococcus spp.
Streptococcus sp.

Levaduras

Candida mycoderma (Reess) Lodder et Kreger-van Rij (actualmente sinónimo de *Candida valida*)
Torulopsis candida (Saito) Lodder (actualmente sinónimo de *Candida famata* (Harrison) Meyer et Yarrow
Saccharomyces cerevisiae

Químicos

Fermentación láctica-alcohólica, eventualmente en la fase final hay una fermentación acética (0.35-0.46% de ácido láctico, 0.6% de etanol)

Pamir, 1961
 Pedersen, 1979

TABLA 3. CAMBIOS EN LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO, ETANOL Y ÁCIDO ACÉTICO (g/100 g o g/100 ml) DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL TEJUNINO

Muestra	Etapas del proceso	Ácido láctico	Etanol	Ácido acético	pH
4. Puesto am-bulante	Masa de maíz	0.186	0.036	0.000	5.0
	Masa desleída en agua y colada	0.240	0.030	0.000	4.5
	Atole cocido y frío	0.166	0.040	0.050	4.0
	Tejuno de 2 horas de fermentación	0.300	0.460	0.080	3.8
	Tejuno de 4 horas de fermentación	0.340	0.700	0.120	3.5
	Tejuno de 24 horas de fermentación (pie)	0.400	1.000	0.160	3.3
	Masa de maíz	0.226	0.000	0.000	5.0
	Masa desleída en agua y colada	0.280	0.030	0.000	4.5
	Atole cocido y frío	0.220	0.460	0.062	4.0
	Tejuno de 2 horas de fermentación	0.360	0.600	0.080	3.7
Tejuno de 4 horas de fermentación	0.380	0.800	0.134	3.5	
Valores promedio de ambas fermentaciones		0.36	0.75	0.127	3.5

5. Puesto am-bulante

LITERATURA CITADA

- Aguilera Franco, D., 1989. *Estudio microbiológico y bioquímico de la fermentación del pozol*. Tesis de Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos, Universidad Iberoamericana, México, D.F.
- Akinrele, I. A., 1970. Fermentation studies on maize during the preparation of a traditional African starch-cake food. *J. Sci. Food Agric.* 21:619-625.
- Álvarez Suárez, M. E. y M. A. López Rodríguez, 1987. *Fermentación láctica de materiales feculentos para la producción de alimentos para monogástricos*. Tesis profesional. Escuela de Química, Universidad La Salle, México, D.F.
- Antúnez de Mayolo, S. E., 1984. *Reseña de la nutrición del Perú precolombino*. Parte II. Bebidas. (Editado por el autor). Apdo. Postal 18-5469, Lima 18, Perú.
- Aucamp, M. C., J. T. Grieff, L. Novellie, B. Papendick, H. M. Schwarz y A. G. Steer, 1961. Kaffircorn malting and brewing studies. VIII. Nutritive value of some kaffircorn products. *J. Sci. Food Agric.* 12:449-456.
- Barnett, H. L. y B. B. Hunter, 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, 3a. ed. Burgess Pub. Co., Minneapolis.
- Barnett, J. A., R. W. Payne y D. Yarrow, 1979. *A Guide to Identifying and Classifying Yeasts*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.
- Bennett, W. C. y R. M. Zingg, 1935. *The Tarahumara*. University of Chicago Publications, Anthropology and Ethnology Series, Chicago.
- Bernier, G. y A. Lambrechts, 1959. Étude sur les boissons fermentées indigènes du Katanga. *A.R.S.C., Bruselas, Nuevas Series* 9:12-45.
- Buchanan, R. E. y N. E. Gibbons (eds.), 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8a. ed. The Williams & Wilkins, Baltimore.
- Butler, E. E., 1960. Pathogenicity and taxonomy of *Geotrichum candidum*. *Phytopathology* 50:665-672.
- Butler, E. E., R. K. Webster y J. W. Eckert, 1965. Taxonomy, pathogenicity, and physiological properties of the fungus causing sour rot of citrus. *Phytopathology* 55:1262-1268.
- Bye, R. A., 1976. *Ethnoecology of the Tarahumara of Chihuahua, México*. Tesis Doctoral, Universidad de Harvard, Massachusetts.
- Carmichael, J. W., 1957. *Geotrichum candidum*. *Mycologia* 49:820-830.
- Carvalho, A. J., 1971. *Fuba de milho*. Estudio laboratorial de diagramas de fabrico. *Ser. Cient. Inst. Inv. Agr. Angola* 27:1-7, 16-17.
- Collard, P., 1963. A species of *Corynebacterium* isolated from fermenting cassava roots. *J. Appl. Bacteriol.* 26:115-116.
- Collard, P. y S. Levi, 1959. A two stages fermentation of cassava. *Nature* 183:620-621.
- Cravioto, M. H., R. O. Cravioto, J. Guzmán G. y H. Olvera B., 1959. Contribución adicional al estudio de la composición de alimentos mexicanos. *Ciencia Méx.* 19:53-65.
- Cruz Ulloa, S. y M. Ulloa, 1973. Alimentos fermentados de maíz consumidos en México y en otros países latinoamericanos. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34:423-457.

- Cutler, H. C. y M. Cárdenas, 1947. *Chicha*, a native South American beer. *Bot. Mus. Leaflet. Harv. Univ.* 13:33-60.
- Christian, W. F. K., 1966. *Fermented Foods of Ghana*. Food Res. Inst. Accra Ghana (mimeografiado).
- Christian, W. F. K., 1970. Lactic acid bacteria in fermentig maize dough. *Ghana Jour. Sci.* 10:22-28.
- Diener, U. L., R. E. Wagener, G. Morgan-Jones y N. D. Davis, 1976. Toxicogenic fungi from cotton. *Phytopathology* 66:514-516.
- Ekundayo, J. A., 1969. The production of *pito*, a Nigerian fermented beverage. *J. Food Technol.* 4:217-225.
- Ekundayo, J. A., 1977. *Nigerian pito*. *Symposium on Indigenous Fermented Foods*, Bangkok.
- Escobar, A., 1977. *The South American Maize Beverage, Chicha*. Tesis de Maestría, Universidad de Cornell, Ithaca.
- Escobar, A., A. Gardner y K. H. Steinkraus, 1977. Studies on South American *chicha*. *Symposium on Indigenous Fermented Foods*, Bangkok.
- Fields, M. L., A. M. Hamad y D. K. Smith, 1981. Natural lactic acid fermentation of corn meal. *J. Food Sci.* 46:1290-1294.
- Fishbach, R. S., M. L. White y S. M. Finegold, 1973. Bronchopulmonary geotrichosis. *Am. Rev. Respir. Dis.* 108:1388-1392.
- Gómez, P. J., 1949. La *chicha*, su fabricación y algunas sugerencias técnicas adicionales a las disposiciones legales en actual vigencia. *Notas Agronómicas, Estación Agrícola Experimental de Palmira*, Colombia, 2:20-42.
- Gómez, J. y G. Viniegra G., 1980. Orientation of sugar fermentation inoculated with heterogeneous microbial populations. *VJth International Fermentation Symposium*, London, Ontario, Canadá.
- Herrera, T., J. Taboada y M. Ulloa, 1972. Fijación de nitrógeno en el tesgüino y el pulque. *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. México Ser. Biol. Exp.* 43:77-78.
- Herrera, T. y M. Ulloa, 1973. *Saccharomyces cerevisiae*, una levadura fermentadora del tesgüino de los indios tarahumaras. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7:33-38.
- Kennedy, J. G., 1963. Tesgüino complex: the role of beer in Tarahumara culture. *Amer. Anthropol.* 55:620-640.
- Kennedy, J. G., 1978. *Tarahumara of the Sierra Madre. Beer, Ecology and Social Organization*. AHM Publishing Co., Arlington Heights, Illinois.
- Kreger-van Rij, N. J. W., 1984. Keys. In: N. J. W. Kreger-van Rij (ed.). *The Yeasts. A Taxonomic Study*, 3a. ed., Elsevier, Amsterdam.
- Lappe, P. y M. Ulloa, 1989. *Estudios étnicos, microbianos y químicos del tesgüino tarahumara*. Publicación especial, Inst. de Biología, UNAM (en prensa).
- Lincoln, S. D. y J. L. Adcock, 1968. Disseminated geotrichosis in a dog. *Pathol. Vet.* 5:282-289.
- Litzinger, W., 1983. *The Ethnobiology of Alcoholic Beverage Production by the Lacandon, Tarahumara and other Aboriginal Mesoamerican Peoples*. Tesis Doctoral, Universidad de Boulder, Colorado.
- Lodder, J., 1970. Introduction to the Chapters IV, V, VI and VII, and key to the genera. In: J. Lodder (ed.), *The Yeasts. A Taxonomic Study*, 2a. ed., North Holland, Amsterdam, pp. 114-120.
- Lovelace, C. E. A., 1977. Estimation of the nutrient content of two fermented beverages from zambia, opaque maize beer and *munkoyo*. *Symposium on Indigenous Fermented Foods*, Bangkok.

- Lumholtz, C., 1902. *Unknown Mexico*, Vol. 1, Scribner's Sons, Nueva York.
- Mbugua, S. K., 1977. Munkoyo consumption survey in zambian towns and cities. *Symposium on Indigenous Fermented Foods*, Bangkok.
- Mendoza, G., 1870. *Sendachó*. *Bol. Soc. Mex. Geog. Est.* Vol. II: 25-28.
- Merrill, W. L., 1978. Thinking and drinking: A Raramuri interpretation. In: R.I. Ford (ed.), *The Nature and Status of Ethnobotany*. Ann. Arbor, Mi.: Museum of Anthropology, University of Michigan, Anthro. Papers 67:101-117.
- Miracle, M. P. 1965. Food technology in tribal Africa. In: M. S. Peterson y D.K. Tressler (eds.), *Food Technology the World Over*. Ed. Avi Publ. Co., Westport, Connecticut, Vol. 2, Cap. 16, pp. 107-154.
- Morenz, J., 1963. *Geotrichum candidum* Link. *Taxonomie, Diagnose und medizinische Bedeutung*. Mykol. Schrriehe, Leipzig.
- Morenz, J. 1970. *Geotrichosis*. *Hand. Spez. Path. Anat. Hist.* 3: 919-952.
- Nicholson, G. E., 1960. Chicha maize types and chicha manufacture in Peru. *Econ. Bot.* 14:290-299.
- Nout, M. J. R., 1980a. Microbiological aspects of the traditional manufacture of busaa, a Kenyan opaque maize beer. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebens.* 6:137-142.
- Nout, M. J. R., 1980b. Process development and preservation of busaa, a Kenyan opaque maize beer. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebens.* 6:175-182.
- Novellie, L., 1968. Kaffir beer brewing, ancient art and modern industry. *Wallerstein Comm.* 31:17-32.
- Novellie, L., 1986. Sorghum beer and related fermentations of South Africa. In: C.W. Hesseltine y H. L. Wang (eds.), *Indigenous Fermented Food of Non-Western Origin*. Mycologia Memoir No. 11, J.C. Cramer, Berlín, pp. 219-225.
- Nuraida, L., 1988. *Studies on microorganisms isolated from pozol, a Mexican fermented maize dough*. Tesis de Maestría en Ciencias, en Microbiología de Alimentos, Facultad de Agricultura y Alimentos, Departamento de Ciencias y Tecnología de Alimentos, Universidad de Reading, Inglaterra.
- Okafor, N., 1977b. Microorganisms associated with cassava fermentation for gari production. *J. Appl. Bacteriol.* 42:279-284.
- Pamir, M. N., 1961. *Microbiological and chemical investigations on boza (millet beer)*. ziraat Fakültesi Yayinlari 176, Universidad de Ankara, Turquía.
- Pederson, C. S., 1979. *Microbiology of Food Fermentations*. Ed. Avi Publ. Co., Westport, Connecticut, pp. 211-215.
- Pelhate, J., 1975. Mycoflora des maïs-fourrages ensiles. *Rev. Mycol.* 39:65-95.
- Pennington, C. W., 1963. *The Tarahumara of Mexico. Their Environment and Material Culture*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Pennington, C. W., 1969. *The Tepehuan of Chihuahua. Their Material Culture*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Platt, B. S. y R. A. Webb, 1946. Fermentation and human nutrition. *Proc. Nutr. Soc.* 4:132-140.
- Ramírez, J. F., 1987. *Biochemical Studies on a Mexican Fermented Corn Food-Pozol*. Tesis Doctoral, Universidad de Cornell, Ithaca.

- Raper, K. B. y D. I. Fennell, 1965. *The Genus Aspergillus*. Robert E. Krieger, Huntington.
- Schwarz, H. M., 1956. Kaffircorn malting and brewing studies. I. The kaffir beer brewing industry in South Africa. *J. Sci. Food Agric.* 7:101-105.
- Silva Villarreal, E. C., 1984. *Estudios preliminares sobre la fermentación de pozol en Tapachula, Chiapas*. Tesis de Químico Farmacobiólogo, Universidad Autónoma de Chiapas, Tapachula.
- Taboada, J., M. Ulloa, L. Estrada-Cuéllar y J. Díaz-Garcés. 1987. Estudio de las levaduras de los tibicos y prueba de alimentación con aves y roedores utilizando estas zoogeas en la dieta. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 29:73-83.
- Ulloa, M., 1974. Mycofloral succession in pozol from Tabasco, Mexico. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 8:17-48.
- Ulloa, M., T. Herrera y J. Taboada, 1977. *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces uvarum* aisladas de diferentes muestras de tes güino del estado de Jalisco, México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 11: 15-22.
- Ulloa, M., J. Díaz-Garcés, L. Estrada-Cuéllar y J. Taboada, 1987a. Estudio de las levaduras de la madre del vinagre, y pruebas de alimentación con aves y conejos utilizando esta nata en la dieta. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 29:245-252.
- Ulloa, M., T. Herrera y P. Lappe, 1987b. *Fermentaciones tradicionales indígenas de México*. Instituto Nacional indigenista, Serie de Investigaciones Sociales, Núm. 16. México.
- van der Walt, J. P., 1956. Kaffircorn malting and brewing studies. II. Studies on the microbiology of kaffir beer. *J. Sci. Food Agric.* 7:105-113.
- van der Walt, J. P., 1970. Criteria and methods used in classification. In: J. Lodder (ed.), *The Yeasts. A Taxonomic Study*, 2a. ed. North Holland, Amsterdam, pp. 34-113.
- van der Walt, J. P. y D. Yarrow, 1984. Methods for the isolation, maintenance, classification and identification of yeasts. In: N. J. W. Kreger-van Rij (ed.), *The Yeasts. A Taxonomic Study*, 3a. ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 45-104.
- Yarrow, D. 1984. *Saccharomyces Mayen ex Reess*. In: N. J. W. Kreger-van Rij (ed.), *The Yeasts. A Taxonomic Study*, 3a. ed. Elsevier, Amsterdam, pp. 379-395.
- Zycha, H., R. Siepmann y G. Linnemann, 1969. *Mucorales*. J. Cramer, Lehre.