

69
29^o



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**CARACTERIZACION FISIOLÓGICA DE LAS
BACTERIAS LACTICAS AISLADAS DEL
POZOL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A

MARIA TERESA FLORES ESPINOSA



DIRECTOR DE TESIS: MARIA DEL CARMEN WACHER RODARTE



**MEXICO, D.F. FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR**

1995

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrin Barule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Caracterización Fisiológica de las Bacterias Lácticas Aisladas del
Pozol"

realizado por Flores Espinosa María Teresa

con número de cuenta 8316623-9 . pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario	Dra. Ma. del Carmen Wachter Rodarte	<i>Ma. del Carmen Wachter</i>
Propietario	Dra. Amelia Farrés González-Saravia	<i>Amelia Farrés González-Saravia</i>
Propietario	M. en B. José A. Escalante Lozada	<i>José A. Escalante Lozada</i>
Suplente	Dr. René Cárdenas Vázquez	<i>René Cárdenas Vázquez</i>
Suplente	Biól. Carlos A. Castillo Pompeyo	<i>Carlos A. Castillo Pompeyo</i>

Centro de Coordinación de Biología

COORDINACION GENERAL
DE BIOMERIA

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó bajo la asesoría de la Dra. María del Carmen Wachter Rodarte, en el Laboratorio 324 del Departamento de Alimentos y Biotecnología del Conjunto E de la Facultad de Química de la UNAM.

Durante el desarrollo de este trabajo se contó con el apoyo de:

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), proyecto 4688N
- Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), proyecto IN210194
- Facultad de Química mediante el subprograma 127 de Iniciación Básica en la Investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todo lo que tengo y he logrado.

A mis padres por todo el apoyo, ayuda y confianza que siempre me brindaron. ¡**Gracias** por haber creído en mí.

A mis hermanos Víctor, Ivonne y Alberto esperando que les sirva de motivación para seguir estudiando.

A Jesús por todo su amor, comprensión, paciencia y sobre todo por estar junto a mí en todo momento ¡**Gracias** ♥!.

A Carmen Wacher por haberme brindado la oportunidad, amistad y ayuda para la realización de este trabajo.

A Rocío Santillana por su asesoría, ayuda, paciencia y todas las atenciones prestadas para la realización de este trabajo.

A los Sinodales por sus críticas y comentarios que le dieron la forma final a este trabajo.

A Amelia Farrés por su amistad y colaboración en la realización de este trabajo.

A mis compañeros de laboratorio: Rocío, Andrea, Gloria, Rina, Martha, Laura, Esmeralda y Samuel por ser tan amables y buenas personas conmigo pero sobre todo por su amistad, apoyo y consuelo cuando lo necesitaba.

A Adelfo Escalante por haberme incursionado en el área de alimentos y brindarme su amistad

A Carlos Castillo por sus sugerencias, amistad, motivación y por ser un gran profesor.

A la memoria de mi gran amigo Alejandro por su amistad incondicional, compañía y motivación para seguir adelante ¡gracias!; en donde te encuentres.

A mi Facultad de Ciencias por albergarme los años que estuve estudiando Biología.

A todos mis amigos de la facultad: Eduardo, Gume, Alejandro, Paty, Marco, Francisco, Juan Carlos, Adriana, Don Chucho y muchos más por hacer esos momentos pesados y difíciles en algo más divertido.

A mis compañeros y amigos que se encuentran en el laboratorio 312: Alicia, Ma. Luisa, Elsa, Idalia, Maru, Cynthia, Carolina, Cristina, Marti, Tere, Ismael, Rodolfo, René, José Luis, Alberto y a Lety por su ayuda y amistad ¡gracias!

CONTENIDO.

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES	
1.1 Alimentos fermentados	3
1.2 Alimentos fermentados mexicanos	3
1.3 El pozol	5
1.4 Elaboración del pozol	6
1.5 Cambios en el maíz durante la elaboración del pozol	6
1.6 Carbohidratos constituyentes del maíz	7
1.7 Bacterias lácticas del pozol	8
1.8 Metabolismo de las bacterias lácticas	9
1.9 Bacterias lácticas amilolíticas	9
1.10 El xilano en la semilla de maíz	10
CAPITULO 2. OBJETIVOS	12
CAPITULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Microorganismos empleados	13
3.2 Medios y Condiciones de cultivo	13
3.3 Pruebas de pureza de las cepas	15
3.4 Fermentación de carbohidratos	15
3.5 Identificación de bacterias lácticas	16
3.6 Hidrólisis de almidón	17
3.7 Hidrólisis de xilano	17
CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Fermentación de azúcares	18
4.2 Hidrólisis de almidón	24
4.3 Hidrólisis de xilano	26
4.4 Identificación taxonómica de las bacterias lácticas	28
CAPITULO 5. CONCLUSIONES	31
RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33
APÉNDICE 1	38
APÉNDICE 2	42
APÉNDICE 3	68

INTRODUCCIÓN

El pozol es una bebida ácida refrescante, no alcohólica, de origen maya, que se consume en el sureste de México y se prepara diluyendo en agua masa de nixtamal previamente fermentada. Esta se produce básicamente mediante una fermentación láctica natural.

La fermentación de la masa de nixtamal se lleva a cabo en estado semisólido, con la intervención de una microbiota mixta o compleja compuesta por diferentes grupos de bacterias, mohos y levaduras; un sustrato cuya composición también es compleja, al incluir varios tipos de sustancias susceptibles de degradación microbiana (carbohidratos simples y complejos, grasas, proteínas, fibra). Además al fermentarse en forma semisólida presenta heterogeneidad en cuanto al grado de aireación y en cuanto a la composición química, lo cual posiblemente da lugar a la formación de microambientes (Wacher, 1995).

El maíz (*Zea mays*) es la principal fuente de calorías, proteínas y otros nutrientes para los habitantes de las zonas rurales de México. Este cereal es deficiente en los aminoácidos esenciales lisina y triptófano, en niacina, riboflavina, ácido pantoténico y vitamina B₁₂ (Mertz, 1970). Estudios realizados por Cravioto et al. (1955) demostraron que el pozol tiene mayor contenido de proteína, niacina, riboflavina, lisina, triptófano y otros nutrientes que los granos de maíz que se utilizan en su preparación. Asimismo, demostraron un mejoramiento de la calidad de la proteína del maíz. De esta manera se logra mejorar el valor nutritivo de este cereal mediante un proceso de fermentación que se lleva a cabo de forma sencilla a nivel rural.

Ulloa y col. (1987) han realizado estudios extensos sobre la micología de la fermentación, así como del fenómeno de fijación de nitrógeno que se presenta en la misma, en tanto que solo trabajos recientes se han destinado al estudio sobre la

participación de las bacterias en el proceso de fermentación del pozol (Wacher, 1995).

Las bacterias que participan en esta fermentación han sido poco estudiadas, por lo que es necesario avanzar en el conocimiento de las propiedades y actividades de estos microorganismos en este medio ambiente natural y en particular en la forma como se aprovechan los sustratos presentes. De tal manera, es necesario determinar la capacidad de hidrólisis de los diversos carbohidratos que incluyen polímeros como el almidón y el xilano presentes en el maíz, los cuales podrían representar la fuente principal para la acidificación de la masa.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Alimentos fermentados.

Los alimentos producidos por acción de microorganismos han existido desde tiempos muy antiguos. Entre estos alimentos se pueden mencionar el pan, la cerveza, el vino, el queso, que tuvieron sus orígenes en la antigüedad en diferentes lugares y que ahora se consumen prácticamente en todo el mundo. Existen, sin embargo, muchos que se producen en forma regional y que no se conocen fuera de su lugar de origen. Éstos se denominan como alimentos fermentados tradicionales y han formado parte importante de la dieta de muchos grupos étnicos desde tiempos inmemoriales. Los métodos tradicionales de producción de estos alimentos son sencillos, económicos, no requieren equipo complicado y utilizan materias primas disponibles y de bajo costo. Por medio de estos procedimientos se producen sabores, aromas y texturas agradables que proporcionan variedad a la dieta; conservan los productos animales y vegetales y además mejoran su valor nutritivo (Wacher, 1990).

1.2 Alimentos fermentados mexicanos.

Antes de la llegada de los españoles, México contaba con una gran variedad de productos alimenticios y entre las técnicas que utilizaban para preparar sus alimentos se encontraba la fermentación. Casillas y Vargas (1984) reportan que aunque no todos los alimentos fermentados que se consumen en México son de origen prehispánico, la idea de fermentar el maíz parece serlo. En México existen más de 70 grupos étnicos, muchos de los cuales hacen uso de estas técnicas para preparar sus alimentos y bebidas. Además utilizan los productos fermentados con fines estimulantes, medicinales y religiosos (Ulloa y col. 1987).

Siendo el maíz la base de la alimentación en México, resulta evidente que la mayoría de los alimentos fermentados sean preparados a base de este cereal.

Entre estos se pueden mencionar el atole agrio, el tescüino, el ostoché, el sendechó, el tepache de maíz y el pozol siendo este último el objeto de estudio. En la tabla 1 se presenta una breve descripción de algunos alimentos fermentados mexicanos.

Tabla 1. Algunas bebidas de maíz fermentadas mexicanas.

Nombre	Descripción	Estados donde se consume
Agua agria	Bebida no embriagante preparada con maíz molido, mezclada con agua y fermentado.	San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Guerrero, Distrito Federal, Tlaxcala, Michoacán, Jalisco y Oaxaca.
Atole (del náhuatl <i>atl</i> , agua; <i>olli</i> , líquido viscoso o hule)	Bebida no embriagante preparada con masa de maíz o tortillas y mazorcas.	San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Guerrero, Distrito Federal, Tlaxcala, Michoacán, Jalisco y Oaxaca.
Atole agrio	Bebida no embriagante preparada con maíz negro hecho masa y fermentado durante 4 o 5 días.	San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Guerrero, Distrito Federal, Tlaxcala, Michoacán, Jalisco y Oaxaca.
Pozol (del náhuatl <i>pozalli</i> , espumoso)	Bebida ácida no embriagante, preparada diluyendo en agua masa fermentada de maíz nixtamalizado.	Tabasco, Chiapas, Yucatán, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Quintana Roo.
Sendechó	Bebida alcohólica (especie de cerveza), preparada a partir de maíz germinado, molido con "chiles colorados". La harina se mezcla con agua para formar un atole, que se hierva, se cuele, se enfía, se le añade el fermento y se deja fermentar. El fermento se prepara a partir de un sendechó anterior.	Estado de México.
Tepache (del náhuatl <i>tepiatl</i> , bebida de maíz)	Bebida alcohólica preparada con granos de maíz y piloncillo o panela, dejándose fermentar con cierta cantidad de agua.	Veracruz, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Chiapas.

Continuación Tabla 1.

Nombre	Descripción	Estados donde se consume
Tesgüino (del náhuatl <i>tecuin</i> , latir el corazón)	Bebida semejante a la cerveza, preparada al fermentar un atole de maíz germinado, molido y cocido con "catalizadores", que son fragmentos de plantas existentes en la región donde se elabora.	Sonora, Chihuahua, Nayarit, Zacatecas, Jalisco.
Tamal agrio (del náhuatl <i>tamalli</i> , etimología desconocida)	Tamales elaborados con masa fermentada durante aproximadamente 20 horas. El <i>xokotamal</i> , que contiene únicamente masa y el <i>etixtamal</i> , que contiene frijol negro se envuelven en hojas de maíz y el <i>xokotamal piksa</i> se cocina con frijol gordo tierno y se envuelve en hoja de <i>moxte</i> .	Puebla: Cuetzalan.
Tortilla agria	Se cuece el maíz con cal y se deja toda la noche sobre la candela. Ya frío se lava y se muele. La masa se reposa de medio a un día y con la masa aceda se hacen las tortillas.	Quintana Roo, Yucatán.

Tomado de Wachter, 1995.

1.3 El pozol.

El pozol (del náhuatl *pozolli*; espumoso); es una masa de maíz fermentada que suspendida en agua es consumida como bebida ceremonial y alimento básico por poblaciones indígenas del sureste de México, y como bebida refrescante por los mestizos de la misma región del país (Ulloa y Herrera, 1976-1982).

Algunos grupos étnicos del sureste de México, como los chontales y choles de Tabasco; los mayas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo; los lacandones, tzotziles o chamulas, tzeltales, zoques, choles y mames de Chiapas y los zapotecos de Oaxaca lo consumen como alimento básico. Se utiliza también con

fines medicinales: para controlar diarreas, adicionado con miel de abeja para reducir la fiebre y los mayas preparaban cataplasmas del pozol enmohecido para curar infecciones superficiales. Los mayas también lo utilizaban como ofrenda en ceremonias relacionadas con el cultivo y la cosecha del maíz (Ulloa y col. 1987).

1.4 Elaboración del pozol.

El maíz se limpia para eliminar el material extraño y granos podridos que darían mal aspecto al pozol (Cañas y col. 1993). La nixtamalización del maíz se realiza hirviéndolo en agua con cal (hidróxido de calcio), hasta que hinchan los granos y se desprenden las cáscaras. Los granos se frota con las manos y se enjuagan. Posteriormente se muelen, se forman bolas y se envuelven en hojas de plátano. Se dejan fermentar cuatro o cinco días y en ocasiones dos semanas o más. Una vez fermentada la masa se suspende en agua y esta bebida se toma sola o adicionada de sal, azúcar, miel o chiles secos molidos. La población mestiza prefiere el pozol ligeramente fermentado, de tal manera que la masa preparada temprano en la mañana es consumida ese mismo día.

1.5 Cambios en el maíz durante la elaboración del pozol.

Durante la fermentación del maíz se desarrolla un sabor ácido y un aroma característico que le imparten a la bebida propiedades refrescantes. El pH de los granos es de 5.7 y aumenta durante la nixtamalización a 7.5. La masa tiene un pH inicial de 6.8 y disminuye a 3.9 en el octavo día de fermentación. El contenido de humedad es de 30% (Ulloa, 1974). Cravioto y col. (1955) analizaron el pozol y los granos de maíz utilizados en su preparación, encontrando que el pozol tiene mayor contenido de niacina, riboflavina, lisina y triptofano que el maíz. La concentración de proteína es mayor y ésta es de mejor calidad en el pozol que en el maíz. Ramírez (1987), detectó un aumento en las concentraciones de lisina, triptofano y niacina después de 10 días de fermentación.

1.6 Carbohidratos constituyentes del maíz.

Durante el desarrollo del grano de maíz se sintetizan los polímeros estructurales y de almacenamiento así como una variedad de carbohidratos simples (ver en la tabla 2). Los carbohidratos del maíz están distribuidos entre muchos tejidos del grano. El mayor carbohidrato constituyente de todo el grano es el almidón con un 72% de peso seco, mientras que los carbohidratos sencillos como D-fructosa y D-glucosa generalmente se encuentran en niveles bajos. La sacarosa es el disacárido que se encuentra en mayor concentración en el grano de maíz, seguido por niveles bajos de maltosa. Algunos trisacáridos y oligosacáridos son constituyentes menores del grano de maíz; se han reportado bajos niveles del trisacárido rafinosa. Sorbitol se ha reportado en algunas variedades de maíz dulce y *myo*-inositol y fitato, la forma de *myo*-inositol que almacena fosfato, están presentes en granos de maíz de varios genotipos. (Boyer, 1987).

Muchos polisacáridos diferentes juegan un papel importante en la estructura de los granos de maíz. Estos pueden clasificarse como sustancias pécticas, hemicelulosas y celulosas. Se ha encontrado que el pericarpo de maíz está compuesto de 70% de hemicelulosa, 23% de celulosa y 0.1% de lignina con base a peso seco. Las fibras de celulosa son la unidad estructural básica de la pared celular y están asociadas con otros polisacáridos en la pared celular primaria y secundaria; estos polímeros contienen varios azúcares, incluyendo glucosa, xilosa, arabinosa, galactosa, ramnosa y manosa. Las pentosas arabinosa y xilosa son constituyentes muy importantes de los xilanos de la pared celular, los cuales constituyen del 90-95% de la hemicelulosa de la semilla de maíz. La hemicelulosa del pericarpo de maíz contiene 54% de xilosa, 33% de arabinosa, 11% de galactosa y 3% de ácido glucurónico (Boyer, 1987).

Tabla 2. Principales azúcares constituyentes del grano de maíz.

Monosacáridos	Glucosa Fructosa
Disacáridos y Trisacáridos	Sacarosa Maltosa Rafinosa Maltotriosa
Azúcares-alcohol	Sorbitol <i>myo</i> -inositol Fitato
Carbohidratos complejos	Almidón Hemicelulosa Celulosa Lignina

1.7 Bacterias lácticas del pozol.

El pozol es un alimento resultado de la fermentación sucesiva de bacterias, levaduras y hongos. Las bacterias del pozol han sido poco estudiadas. Steinkraus (1983) infiere que durante las primeras horas de fermentación predominan las bacterias lácticas y que quizás son las responsables de la producción del ácido láctico durante las primeras horas de fermentación lo que fué confirmado posteriormente por Silva-Villarreal (1984), quien encontró incrementos en la acidez de pozoles de Tapachula durante las 48 horas de fermentación y relacionó este incremento con la presencia de bacterias lácticas, de las que aisló *Lactobacillus brevis* y *Lactobacillus fermentum* en las primeras etapas de la fermentación. Nuraida (1988), caracterizó bacterias lácticas aisladas por Owens y Wachter en 1987 de pozoles de Chiapas. Las siguientes bacterias se aislaron en un intervalo de 6 días de fermentación: *Leuconostoc spp.*, presente durante todo el tiempo de fermentación estudiado; *Lactobacillus spp.* heterofermentativos y *Streptococcus spp.* en etapas tempranas y *Lactobacillus spp.* homofermentativos en etapas tardías de la fermentación. Las especies aisladas fueron: *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus (Streptococcus) lactis* y *Lactococcus (Streptococcus) raffinolactis*.

1.8 Metabolismo de las bacterias lácticas.

Las bacterias lácticas son un grupo de bacterias Gram positivas, no esporuladas, catalasa negativas, carentes de citocromos, de hábitos no aerobios pero aerotolerantes, fastidiosos (por sus elevados requerimientos nutricionales), ácido-tolerantes, y fermentativos estrictos con ácido láctico como el mayor producto final durante la fermentación de azúcares. Las bacterias lácticas generalmente están asociadas con hábitats ricos en nutrientes, tales como varios productos de alimentos (leche, carne, vegetales), pero solo algunos son miembros de la flora normal de la boca, intestino, y vagina de mamíferos.

Las bacterias lácticas como grupo exhiben una enorme capacidad para degradar diferentes carbohidratos y compuestos relacionados. Una característica importante usada en la diferenciación de las bacterias lácticas en general, es el modo de fermentar la glucosa bajo condiciones estándares, es decir, sin limitación de glucosa, factores de crecimiento (aminoácidos, vitaminas, y precursores de ácidos nucleicos) u oxígeno disponible. Bajo estas condiciones, las bacterias lácticas pueden dividirse en dos grupos metabólicos: homofermentativas, las cuales convierten glucosa a ácido láctico en un 95% o más, y heterofermentativas, las cuales fermentan glucosa a ácido láctico, etanol/ácido acético y dióxido de carbono en diversas proporciones (Axelsson, 1994).

1.9 Bacterias lácticas amilolíticas.

El almidón es abundante en la naturaleza y está presente en altas concentraciones en una variedad de plantas tales como el maíz, papa, arroz y trigo. Este polisacárido, el cual está compuesto por moléculas de glucosa, está constituido aproximadamente por 80% de amilopectina y 20% de amilosa. Este último es un polisacárido lineal en el cual las unidades de glucosa están exclusivamente enlazados por enlaces α -1,4-glicosídico. La amilopectina, por otra

parte es un polisacárido ramificado y contiene enlaces α -1,6 además de los α -1,4-glicosídicos. Una variedad de levaduras, hongos y bacterias son capaces de degradar almidón por la formación de enzimas extracelulares amilolíticas (Antranikian, 1990).

Aunque no es una propiedad común, se han reportado cepas de bacterias lácticas amilolíticas en diferentes sustratos, como el tracto digestivo de animales o desechos de plantas. En fermentaciones de desperdicios de maíz se aisló e identificó una cepa como *Lactobacillus amylovorus* (Nakamura, 1981); en desperdicios de verduras se identificó *Lactobacillus cellobiosus* D-36 con una actividad α -amilasa (Sen y Chakrabarty, 1984); en ensilados de pescado con cereales se aislaron cepas amilolíticas de *Leuconostoc* (Lindgren y Refai, 1984); del buche de pollos se aislaron tres cepas de *Lactobacillus* en un estudio sobre digestión de almidón en pollos (Champ y col., 1983).

En una fermentación de yuca se demostró que una cepa de *Lactobacillus plantarum* acidifica el sustrato a partir del almidón, después de agotar los azúcares simples (Giraud y col., 1991; 1993).

1.10 El xilano en la semilla del maíz.

La celulosa y la lignina de la pared de los vegetales está íntimamente relacionada por una mezcla de polisacáridos denominada en términos generales **hemicelulosa**. Este nombre fué utilizado para distinguir la parte relativamente fácil de hidrolizar de la pared de las células en contraste con la parte más resistente (la celulosa).

Las hemicelulosas constituyen uno de los componentes orgánicos naturales más abundantes, junto con la celulosa, presentes en la biósfera. El principal compuesto de esta fracción es el xilano, segundo polisacárido más abundante,

después de la celulosa que constituye entre un 20 a 30% del peso seco de los residuos hemicelulósicos.

Las hemicelulosas son polímeros formados por unidades de xilosa, arabinosa, galactosa, manosa, ramnosa y otros azúcares y sus ácidos urónicos. En general, las hemicelulosas están compuestas por una cadena lineal de 150 a 200 residuos de xilopiranosas unidos por enlaces $\beta(1\rightarrow4)$ y con ramificaciones que a su vez pueden estar interaccionando con la celulosa, la lignina y otros polisacáridos (Montes, 1992).

El xilano es un constituyente importante en la pared celular vegetal de la semilla del maíz y es un polímero formado por xilosa y arabinosa principalmente; éste constituye del 90-95% de la hemicelulosa de esta semilla (Boyer, 1987).

Las hemicelulasas son enzimas capaces de despolimerizar hemicelulosas en oligo, di y monosacáridos, generalmente pentosas. Dentro de la familia de las hemicelulasas, las más conocidas son las xilanasas que degradan xilanos y básicamente al igual que las celulasas, ocurren en dos formas: exoenzimas y endoenzimas.

Gran número de microorganismos son capaces de sintetizar estas enzimas. Algunas bacterias, como las del rúmen, utilizan hemicelulosas como sustrato. Las enzimas de origen fúngico, han sido las más estudiadas, tanto desde el punto de vista bioquímico como genético son: *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Trametes* y *Stereum* (Montes, 1992). Hasta el momento no existen reportes en la literatura de bacterias lácticas con capacidad xilanolítica.

CAPITULO 2. OBJETIVOS

Objetivo general.

Determinar qué sustratos son capaces de emplear las bacterias lácticas aisladas del pozol, para efectuar la acidificación de la masa de malz nixtamalizado.

Objetivos particulares.

Determinar qué carbohidratos son capaces de fermentar las bacterias lácticas aisladas del pozol.

: Identificar bacterias lácticas aisladas del pozol mediante su patrón de fermentación de carbohidratos.

Determinar la capacidad de hidrólisis de almidón por bacterias lácticas aisladas del pozol.

Determinar la capacidad de hidrólisis de xilano de bacterias lácticas aisladas del pozol.

3.1. Microorganismos empleados.

Se trabajó con una colección de 93 cepas de bacterias lácticas aisladas de diferentes muestras de pozol elaborado por un productor indígena del estado de Chiapas (Tapachula y San Cristóbal de las Casas). Las cepas fueron aisladas por Nuraida (1988) y Cañas (1991), tomando muestras de las bolas de pozol de la superficie y del interior, empleando una espátula estéril; se suspendieron las muestras (10 g) en 90 ml de agua peptonada al 0.1 %, se hicieron diluciones y se sembraron alícuotas de 0.1 ml en placas con medio de cultivo (Agar MRS), posteriormente se incubaron 4 días y se contaron todas las colonias catalasa negativo. Para el aislamiento de las cepas de bacterias lácticas se transfirieron colonias representativas a placas con medio de la misma composición y se resembraron por estrías. Las colonias puras resultantes se inocularon en medio semisólido de APT adicionado con 0.2 % de agar con una punta de espátula de CaCO₃ por tubo.

Las cepas fueron conservadas por el método de ultracongelación en perlas de vidrio perforadas con glicerol (Technical Service Consultants, Ltd) a -70°C. El método de preparación se indica en la Figura 1.

3.2. Medios y condiciones de cultivo.

Para la realización de este trabajo se utilizó el medio sintético APT (Difco 0655-17-9).

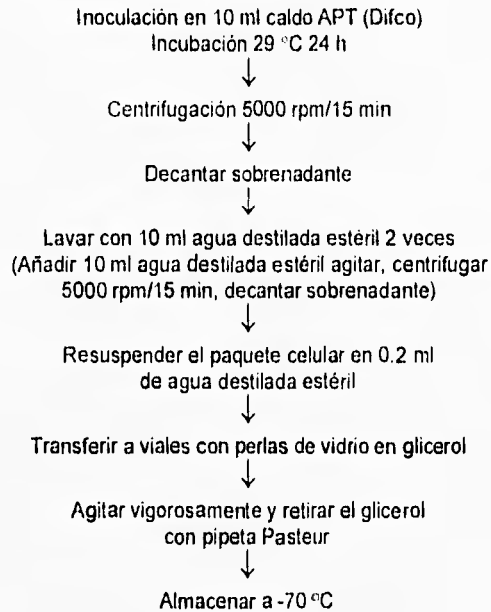


Figura 1. Preparación de cepas para su conservación en ultracongelación.

Al realizar cultivos en medio sólido se agregó al caldo APT agar bacteriológico (OXOID L11) en una proporción de 10 g/l. Todos los medios se esterizaron a 121 °C durante 15 min.

La recuperación de las cepas ultracongeladas se realizó en viales con APT líquido sin agitación tomando con una asa estéril una perla de vidrio y agregándola al medio de cultivo, se incubaron a 29 °C durante 24 o 48 h.

3.3. Pruebas de pureza de las cepas.

La certificación de pureza de los microorganismos se determinó mediante las pruebas de catalasa y tinción de Gram. Para la prueba de catalasa, la cual se caracteriza por la efervescencia del peróxido de hidrógeno (Cappuccino, 1983), se crecieron cada una de las cepas en cajas con APT-Agar a 29°C durante 18 h, de las cuales se tomó una colonia por cada cepa y se colocaron en un portaobjetos, al cual se le agregó una gota de peróxido de hidrógeno.

Se realizó la prueba de tinción de Gram de acuerdo con Hairigan (1976).

3.4. Fermentación de carbohidratos.

La fermentación de carbohidratos se determinó empleando el sistema API 50 CH de BioMériux, en el cual se adiciona una suspensión bacteriana a un total de 49 pozos con un carbohidrato diferente en cada uno y un control.

Se modificó el método con respecto a las especificaciones del proveedor sustituyendo la obtención de microorganismos a partir de cajas con medio sólido por microorganismos obtenidos a partir de una fermentación en medio líquido, con la finalidad de garantizar una cantidad suficiente de microorganismos para la fermentación de los azúcares (Villegas, 1995). El método se detalla en la Figura 2.

La capacidad de fermentar dichos azúcares se determinó por el cambio de color del indicador púrpura de bromocresol, como resultado del grado de la producción de ácidos, el indicador cambió a las siguientes tonalidades: verde hoja, designado como (1), verde claro y verde limón como (2) y el amarillo como (3).

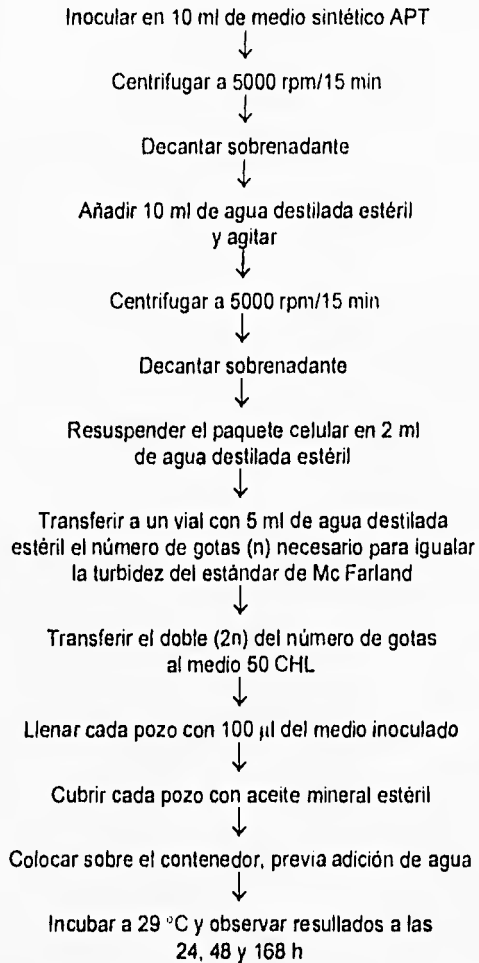


Figura 2. Fermentación de carbohidratos mediante el sistema API 50 CH.

3.5. Identificación de bacterias lácticas.

Se alimentaron los datos de fermentación de carbohidratos (considerando como positivo los que tuvieron grado de fermentación de 1 a 3) en el programa

APILAB (Bio-Mérieux). El programa proporciona: porcentaje de identificación del taxón, calidad de identificación (excelente, muy buena, buena, baja, aceptable, dudosa y no válida), perfil de carbohidratos, prueba T de student, pruebas en contra y pruebas complementarias.

3.6. Hidrólisis de almidón.

En todas las cepas se determinó la capacidad de hidrolizar almidón en cajas con APT-agar a partir de sus componentes, sustituyendo la glucosa por almidón soluble (Mallinckrodt 8188) al 1% como fuente de carbono. En los casos que se indica se añadió cloruro de calcio (CaCl_2) (SIGMA C-3881) en una concentración de 0.01 M. Las cajas se sembraron con una picadura en el centro y se incubaron en condiciones aerobias (la caja Petri se introdujo en una incubadora) y anaerobias (en jarra de anaerobiosis Oxoid, con sobre generador de anaerobiosis Gas Pack Oxoid y catalizador) a 29 °C por 168 h.

Las cajas se revelaron añadiendo el reactivo de lugol (fórmula), de manera que se detectó la hidrólisis de almidón mediante la aparición de halos incoloros.

3.7. Hidrólisis de Xilano

Se sembraron los microorganismos por una picadura en el centro de la caja con Agar-APT, en el cual se sustituyó la glucosa por Rbb-xilano (azul de remazolio brillante unido a xilana) (SIGMA M 5019) al 1% como fuente de carbono y se incubaron a 29 °C durante 168 h. El sustrato al ser hidrolizado se decolora en aquellas zonas en donde está presente la actividad enzimática y los halos de hidrólisis se observaron como zonas claras que contrastaban con el color azul del resto del sustrato que no fué hidrolizado.

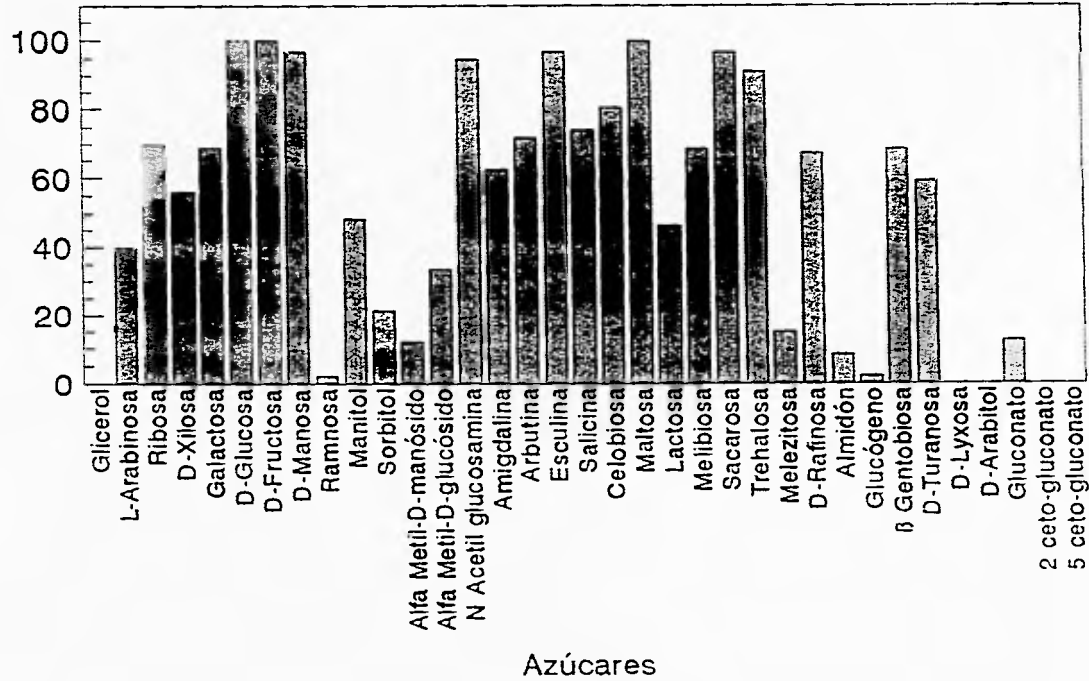
CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Fermentación de azúcares

En la Figura 3 se puede apreciar que las bacterias lácticas aisladas del pozol son capaces de fermentar 30 azúcares diferentes, esto significa aproximadamente un 60% del total de los azúcares. El 100% de las cepas fueron capaces de fermentar la glucosa, fructosa y maltosa. Aproximadamente un 96% de las cepas fermentaron la sacarosa, manosa y esculina mientras que un 94% N-acetil glucosamina y un 91% trehalosa. De estos azúcares la D-glucosa, D-fructosa, sacarosa y maltosa son constituyentes del grano de maíz. Es necesario señalar que el almidón, que es el carbohidrato más abundante del grano de maíz, se fermenta en un porcentaje menor de 8, comparado con los azúcares antes señalados al cabo del mismo tiempo de fermentación.

Al término de 168 h de fermentación para algunos azúcares se incrementó el porcentaje de fermentación, mientras que se obtuvieron resultados positivos para otros que no habían sido fermentados a las 24 h, como se muestra en la Figura 4 y éstos son: glicerol, D-lyxosa, D-arabitol, 2-ceto gluconato, 5-ceto gluconato. Dentro de los azúcares que mostraron un incremento en el porcentaje de fermentación destacan algunas pentosas: la ribosa y la L-arabinosa; así como el almidón, el manitol, el α -Metil-D-glucósido, la amígdalina, la lactosa, la β -gentobiosa, la D-turanosa así como el gluconato y la melezitosa. Esto indica que la utilización de algunos azúcares es rápida, mientras que la de otros es más lenta, pero puede ocurrir. La sacarosa es el carbohidrato simple que se encuentra en mayor concentración en el malz, donde además se encuentran niveles bajos de maltosa y de rafinosa, y se ha encontrado sorbitol en variedades dulces del malz (Boyer, 1987). Durante la nixtamalización se pierden carbohidratos en las aguas de

Porcentaje de cepas que fermentan cada azúcar



Azúcares

61

Figura 3. Porcentaje de fermentación de azúcares en el sistema API 50 CHL (Bio-Mérieux) por 93 cepas de bacterias lácticas aisladas del pozol, después de 24 h de incubación a 29 °C.

Porcentaje de cepas que fermentan cada azúcar

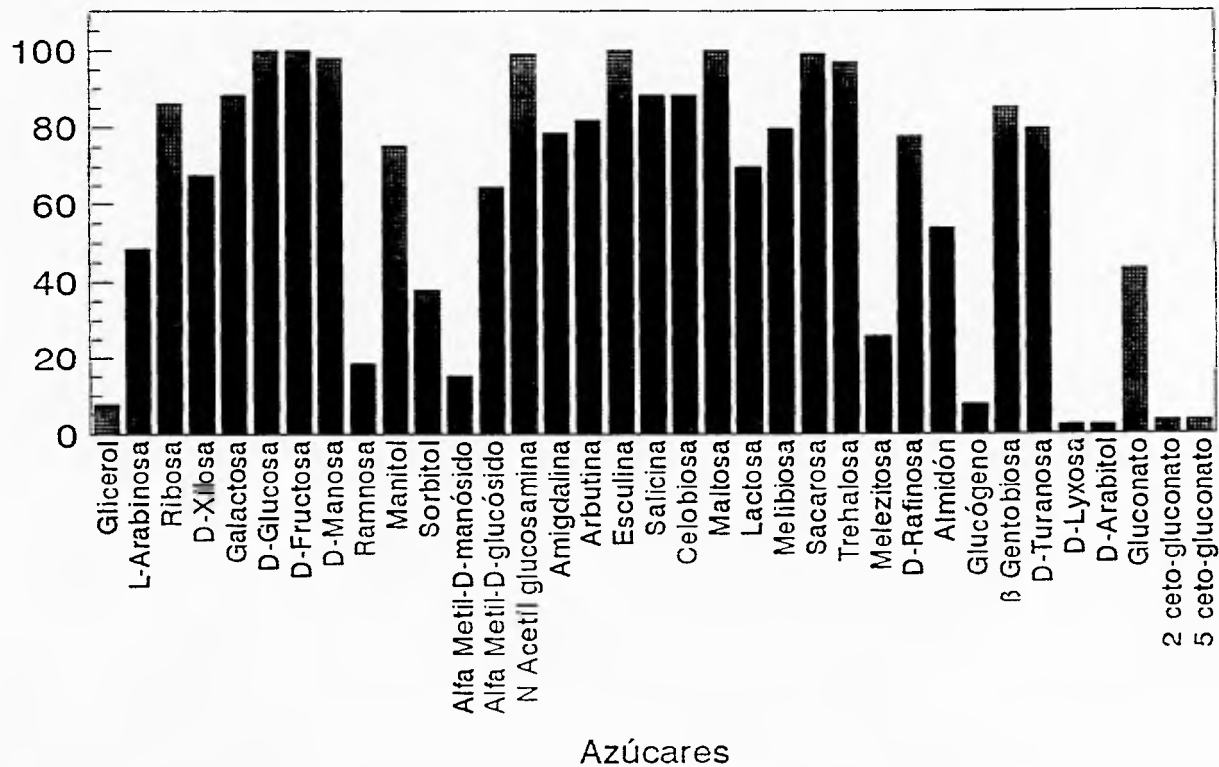


Figura 4. Porcentaje de fermentación de azúcares en el sistema API 50 CHL (Bio-Mérieux) por 93 cepas de bacterias lácticas aisladas del pozol, después de 168 h de incubación a 29 °C.

cocción y de lavado, encontrándose en el nixtamal una concentración baja, pero predominante de sacarosa y concentraciones menores de glucosa y fructosa (Santillana, 1995). No es sorprendente entonces que las bacterias lácticas aisladas de este sustrato fermenten precisamente estos azúcares con mayor frecuencia e intensidad.

A diferencia de las bacterias lácticas aisladas del pozol, bacterias lácticas de origen lácteo, como *Lactobacillus delbruekii* subsp. *delbruekii*, *L. delbruekii* subsp. *bulgaricus*, *L. delbruekii* subsp. *lactis*, *L. helveticus*, *L. kefir*, *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *L. brevis*, *Streptococcus thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *L. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *L. lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, entre otros presentan un patrón de fermentación de carbohidratos reducido comparado con la mayoría de las aisladas del pozol. Entre los azúcares que principalmente fermentan las bacterias de origen lácteo se encuentran: la lactosa, la glucosa, la fructosa, la manosa, la sacarosa, la maltosa y la galactosa; los cuales varían dependiendo de la especie de bacteria láctica de que se trate y de la reacción fuerte o débil del azúcar (Sneath, 1986; García-Garibay, 1993; Cogan, 1995).

Por otra parte, se determinó el grado o intensidad del color ocurrida por la fermentación de los azúcares, medido por las diferentes tonalidades generadas por la acidez al cabo de 24 y 168 h de incubación (ver materiales y métodos). Los azúcares más rápidamente fermentados fueron la D-glucosa, maltosa, D-fructosa, esculina, manosa, sacarosa y trehalosa, seguidas de la celobiosa y la N-acetil glucosamina como se muestra en las Figuras 5 y 6. Después de 168 h de incubación se aprecia en la Figura 6 un incremento en la intensidad de la fermentación de todos los azúcares, así como la aparición de otros que no habían sido fermentados, como son: el glicerol, D-lyxosa, D-arabitol, 2-ceto gluconato y 5-ceto gluconato en menor grado de fermentación.

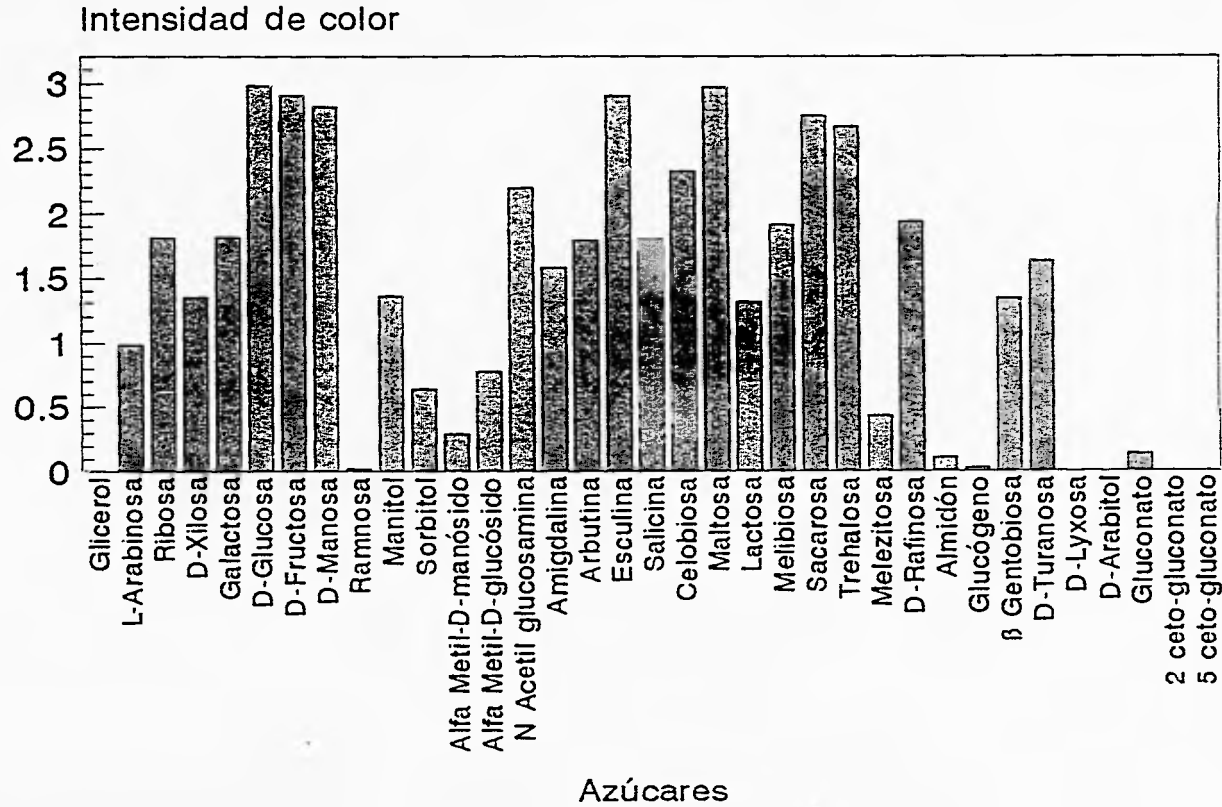
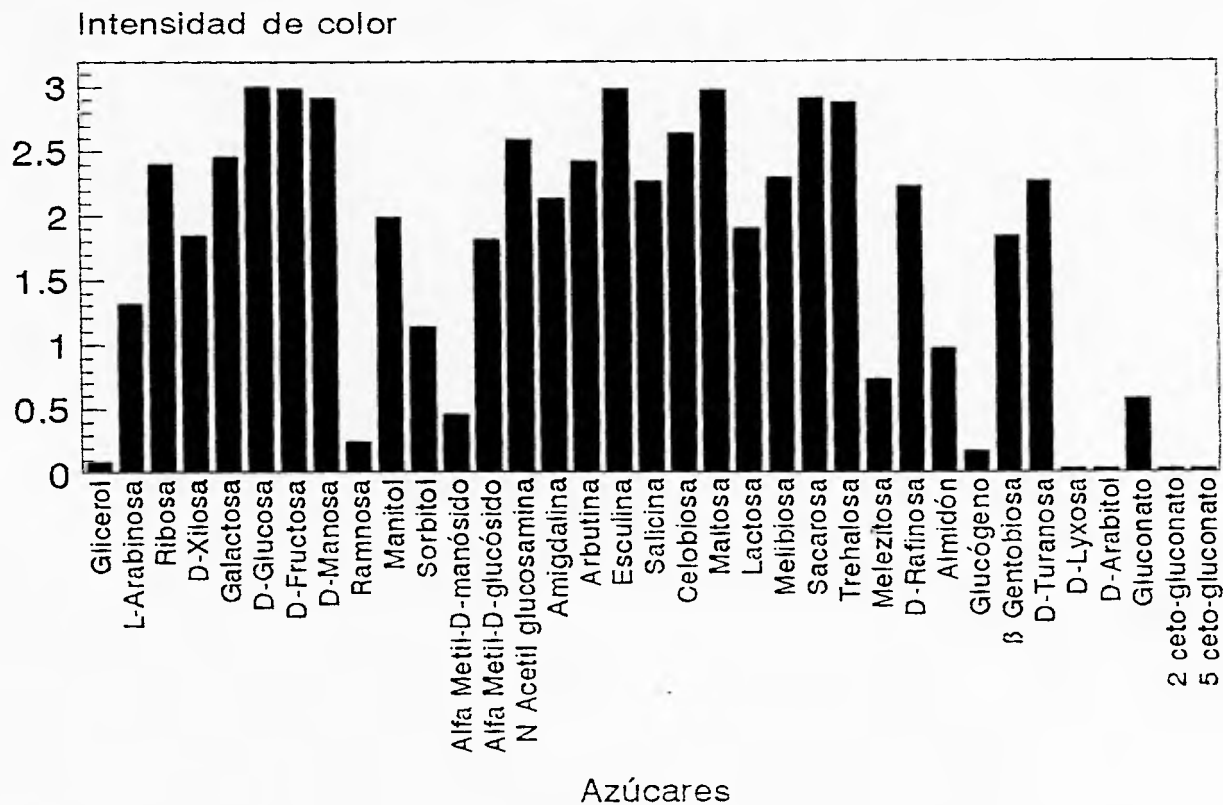


Figura 5. Intensidad de la fermentación de azúcares del API 50 CHL (Bio-Mérieux) por 93 cepas de bacterias lácticas aisladas del pozol, después de 24 h de incubación a 29 °C. * Ver mats y méts.



23

Figura 6. Intensidad de la fermentación de azúcares del API 50 CHL (Bio-Mérieux) por 93 cepas de bacterias lácticas aisladas del pozol, después de 168 h de incubación a 29 °C. * Ver mats. y méts.

4.2 Hidrólisis de Almidón

La actividad amilolítica se clasificó en fuerte, regular y débil, dependiendo del tamaño de halo de degradación del almidón. Es evidente en la Figura 7, que el calcio favorece la actividad amilolítica de las cepas, mientras que no se observaron grandes diferencias entre la actividad al incubar a los microorganismos en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. El nixtamal se produce mediante la cocción del maíz en agua con cal, y a pesar de que el maíz se lava después de este tratamiento, quedan residuos de calcio que podrían favorecer la actividad amilolítica de estas bacterias. Se han reportado cepas de bacterias lácticas amilolíticas de diferentes sustratos, en donde los iones calcio estimulan el crecimiento y la producción de la enzima; sin embargo también se ha reportado que la presencia de iones calcio, puede inhibir la actividad amilolítica en *L. amylovorus* (Sen, 1984; Castillo, 1993).

Las bacterias lácticas no cuentan comúnmente con la capacidad de hidrolizar este carbohidrato; sin embargo su existencia está bien documentada (Boyer, 1971; Nakamura, 1981; Champ, 1983; Lindgren, 1984; Sen, 1984; 1986; Scheirlinck, 1989; Giraud, 1991; 1993; 1993a; Castillo, 1993). Las especies con actividad amilolítica reportadas son: *Streptococcus equinus*, *Lactobacillus amylophilus*, *Lactobacillus amylovorus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus cellobiosus* y *Lactobacillus plantarum*.

Cabe notar que a pesar de tratarse de un alimento constituido principalmente por almidón, de las 93 cepas aisladas del pozol, 20 presentaron actividad amilolítica y solamente el 10% del total de las cepas mostraron una actividad amilolítica considerable. De éstas se identificaron las siguientes especies: *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactococcus raffinolactis*, *Lactococcus lactis*, *L. coprophilus*, *Lactobacillus acidophilus* y *L. plantarum*.

Porcentaje de cepas que hidrolizan almidón

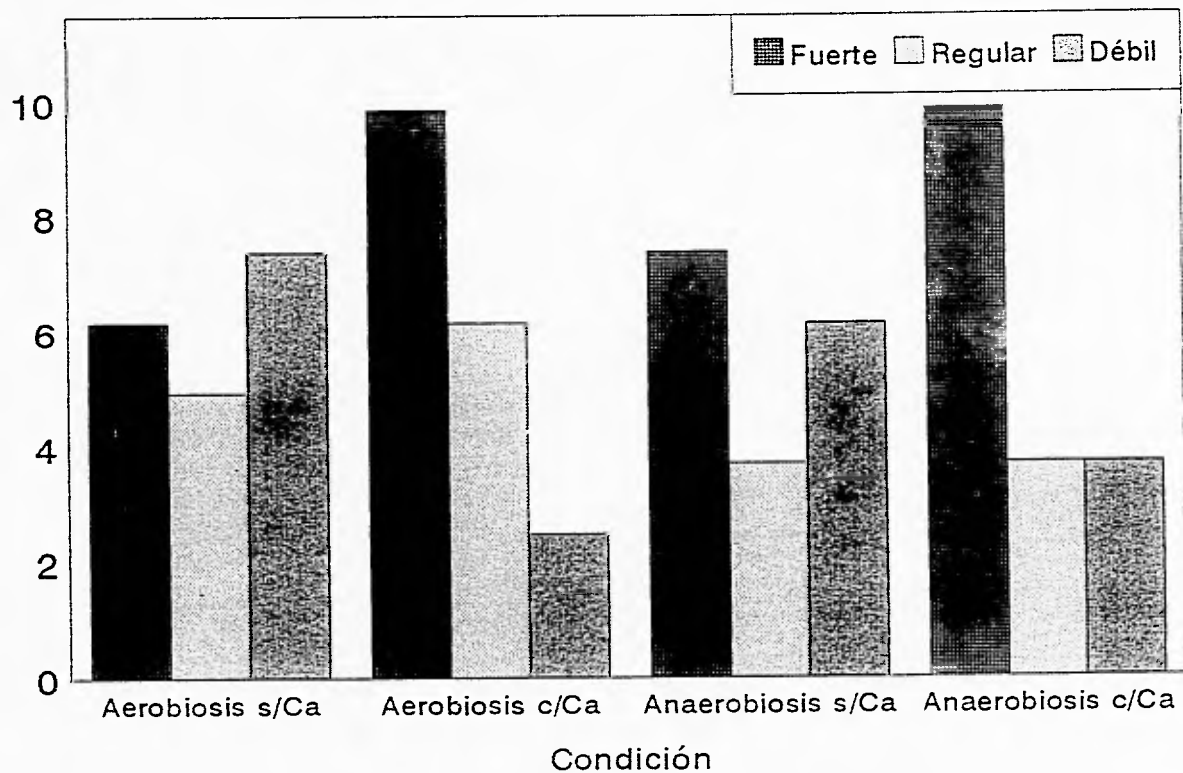


Figura 7. Capacidad de hidrólisis de almidón de 93 cepas de bacterias lácticas aisladas del pozol en condiciones aerobias y anaerobias, en presencia v en ausencia de calcio

Es posible entonces que el almidón no sea el sustrato más utilizado por las bacterias lácticas para acidificar la masa. De hecho Wachter en 1995 demostró que una bacteria láctica no amilolítica es capaz de acidificar eficientemente el nixtamal.

4.3 Hidrólisis de Xilano

Dado el porcentaje bajo de bacterias que pueden hidrolizar almidón en el maíz, un sustrato alternativo como fuente de carbono para generar acidez en la masa nixtamalizada podría ser la hemicelulosa. Se ha reportado además que la hemicelulosa se hace más disponible con el tratamiento térmico alcalino. La capacidad de hidrólisis del xilano de las bacterias lácticas aisladas del pozol se muestra en la Figura 8, donde se observa que alrededor del 60% de las cepas lo pueden hidrolizar claramente y un poco menos del 40% hidrolizan débilmente este sustrato. Es notable que el porcentaje de cepas con actividad xilanolítica sea aproximadamente cuatro veces mayor que el porcentaje de cepas capaces de hidrolizar el almidón, dado que de las 93 cepas caracterizadas 80 son xilanolíticas.

Por otra parte se encontró que entre el 40 y el 80% de las cepas fermentan pentosas (L-arabinosa, ribosa, D-xilosa) (ver Figura 4). Es posible entonces que las bacterias lácticas puedan acidificar la masa a partir de la hemicelulosa del nixtamal.

Las especies identificadas como xilanolíticas ordenadas en base al número de cepas por especie fueron: *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, *Lactococcus raffinolactis*, *L. lactis*, *Lactobacillus coprophilus*, *Leuconostoc citreum*, *Lactobacillus fermentum*, *L. curvatus*, *L. brevis*, *L. acidophilus*. No se encontraron en la literatura referencias sobre la presencia de esta actividad enzimática en bacterias lácticas.

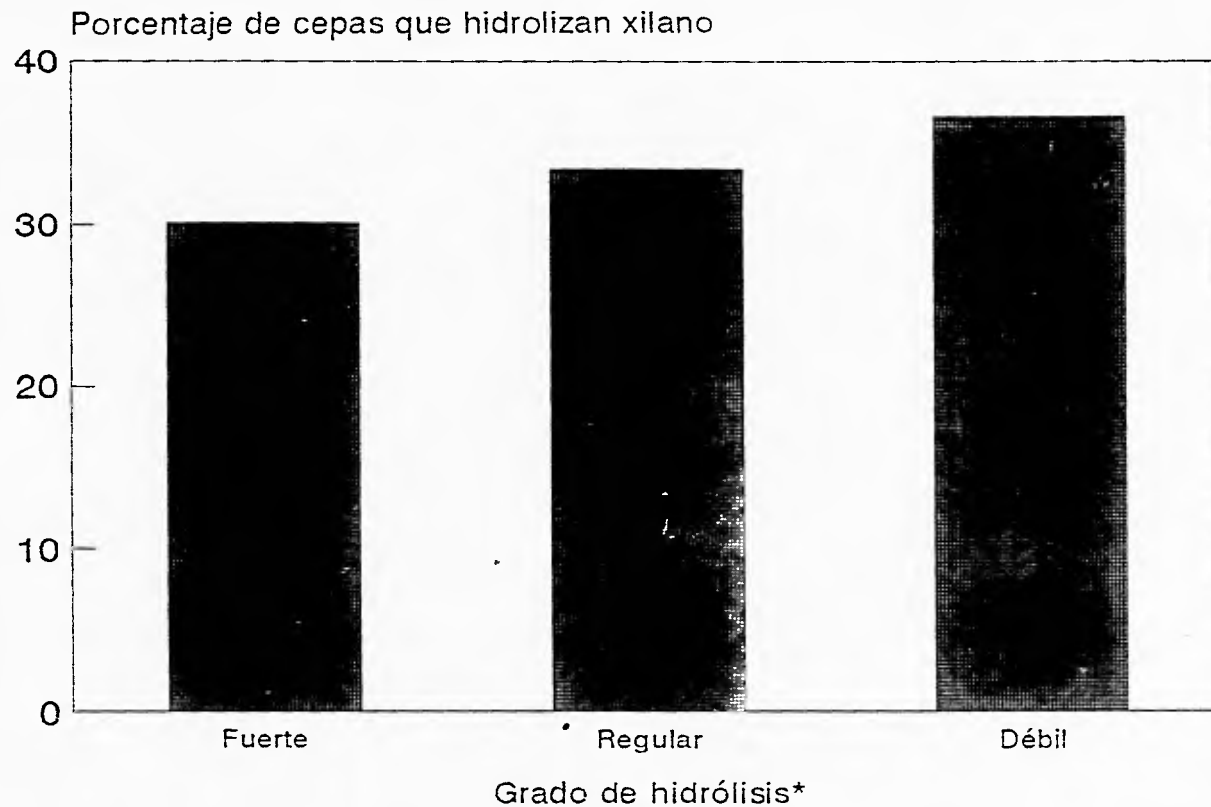


Figura 8. Capacidad de hidrólisis de xilano de 93 cepas de bacterias lácticas aisladas del pozol.*Medido por diámetros en cm: fuerte=2.1 - 3 cm, regular=1.1 - 2 cm, débil=0 - 1 cm

4.4 Identificación taxonómica de las bacterias lácticas

Con los resultados obtenidos de la fermentación de azúcares se procedió a obtener la identificación taxonómica de las bacterias lácticas aisladas del pozol mediante el uso del APILAB (BioMérieux). Más de la mitad de las cepas fueron de identificación dudosa, es decir, su patrón de fermentación de carbohidratos no coincidió con ninguno de la base de datos del programa. Esto es normal, considerando que se analiza un sustrato que no había sido estudiado. En la Figura 9 se presenta el porcentaje de las especies de bacterias lácticas que se encuentran en el pozol. *Leuconostoc mesenteroides* y *Lactobacillus plantarum* fueron los predominantes, seguidos de *Lactobacillus pentosus*, *Lactococcus raffinolactis*, *Lactococcus lactis* y se encontraron con menores porcentajes otras especies de *Lactobacillus* y de *Leuconostoc*.

Se han aislado e identificado algunas cepas de bacterias lácticas presentes en el pozol, en una gran variedad de alimentos fermentados tradicionales. En el oji de Nigeria referido a la fermentación de maíz, sorgo o mijo se presenta *Lactobacillus plantarum* como organismo predominante en la fermentación y responsable de la producción de ácido láctico, seguido de *Lactobacillus brevis* cuyo objetivo es desarrollar un sabor similar al del yoghurt; el oji con el aroma y el sabor deseable disminuye de un pH inicial de 6.2 a uno de 3.6 o 3.7 y con una acidez titulable correspondiente de cerca de 130 mg de NaOH/100 g de producto. En el uji de Kenia que consiste en la fermentación de maíz, mijo, sorgo o flor de cassava, *Lactobacillus plantarum* cuenta con el 72% del total de los lactobacilos, el porcentaje restante incluye *Lactobacillus fermentum* y ninguna cepa de *Leuconostoc mesenteroides* se ha aislado; durante la fermentación el pH desciende de entre 3.5 y 4.0 en 32 a 40 h; la acidez total alcanza de 0.55 a 0.62% en el mismo tiempo. El mawe contrario al kenkey, es una bebida fermentada de maíz despellejado elaborada en Benin y Togo en la que 94% de las lácticas

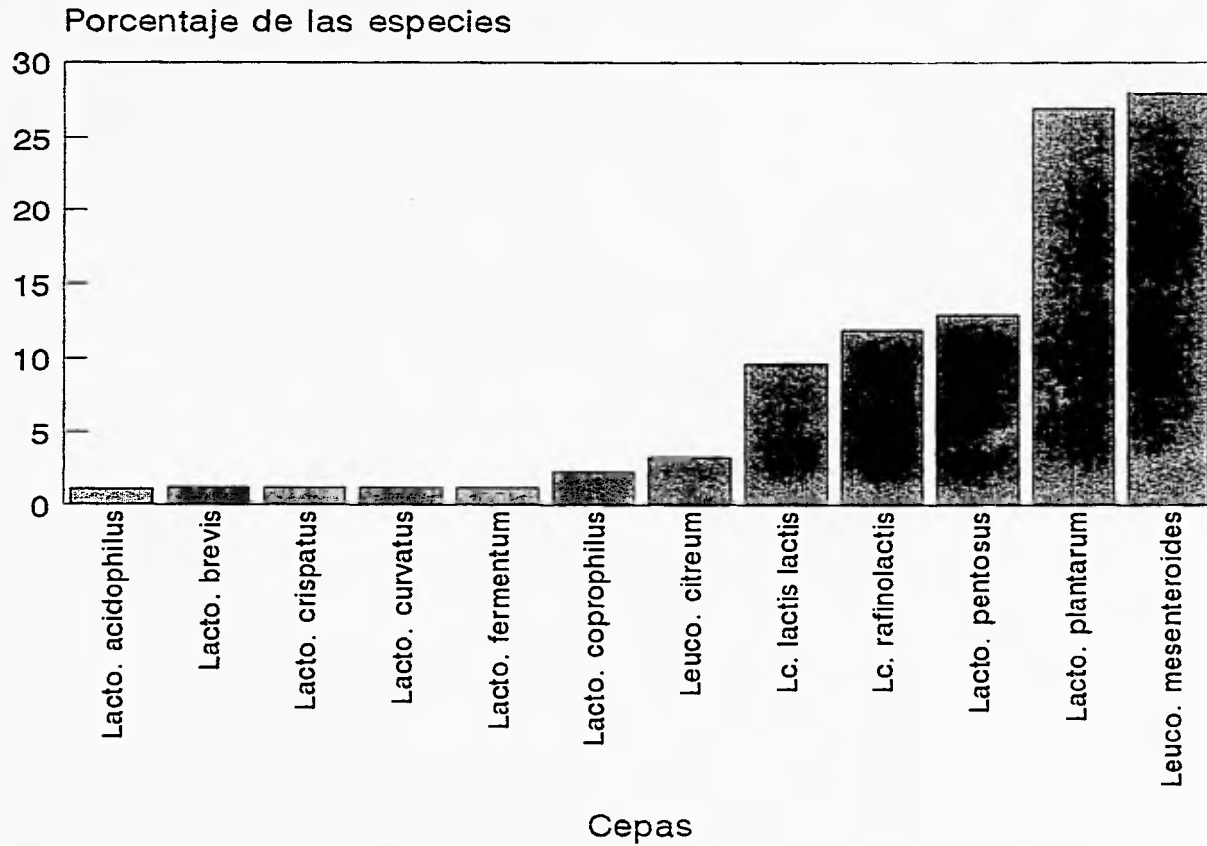


Figura 9. Porcentaje de las especies presentes en el pozol identificadas mediante el sistema API 50 CH y el programa APILAB (Bio-Mérieux).

pertenecen al género *Lactobacillus* y donde 89% son heterofermentativos obligados.

(*L. fermentum* y *L. brevis*); el pH del mawe comercial es cercano a 3.9 mientras que el casero es poco mayor a 4.2 ; la acidez titulable (como ácido láctico) es aproximadamente de 1.2 a 1.4%. El kenkey de Ghana es una bebida elaborada a partir de bolas de masa de malz donde *Lactobacillus brevis* y otras especies de lactobacilos se han aislado de la fermentación de la masa lactobacilos heterofermentativos pertenecientes a *Leuconostoc mesenteroides* o *Lactobacillus fermentum* también se han encontrado; el sabor y aroma característico asemejan una mezcla de diacetilo y ácido acético concentrados en las capas superficiales de la masa fermentada; el pH de la masa en el principio de la fermentación disminuye de un valor de 6.4 o 6.8 hasta 3.5 o 4.1 en el interior de la masa (Steinkraus, 1996).

CAPITULO 5. CONCLUSIONES

El nixtamal es un sustrato complejo, ya que contiene una variedad de compuestos: carbohidratos, lípidos, proteínas, fibra, sales minerales, vitaminas. Las bacterias lácticas son fermentadores obligados y utilizan por lo general los carbohidratos de los sustratos en los que crecen. En este trabajo se demostró que las bacterias lácticas aisladas del pozol:

- ✓ Son capaces de fermentar una gran cantidad de azúcares, incluyendo los que se encuentran en el nixtamal: sacarosa, glucosa, fructosa y maltosa.
- ✓ Son capaces de degradar el almidón y la actividad amilolítica se ve favorecida en presencia de calcio. Esto indica que se vería favorecida en el nixtamal, que contiene este mineral.
- ✓ Una propiedad considerable, y mayor a la que presenta actividad amilolítica, es la hidrólisis de un polímero de pentosas: el xilano. Aunado a su capacidad de fermentación de pentosas (ribosa, arabitol, xilosa), podrían utilizar la hemicelulosa del maíz.
- ✓ Se identificaron bacterias de los géneros *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc*, predominando *Leuconostoc mesenteroides* y *Lactobacillus plantarum*.

RECOMENDACIONES

➤ Dada la dificultad para identificar las cepas de bacterias lácticas mediante pruebas de fermentación de carbohidratos, sería recomendable el uso de otros métodos, por ejemplo moleculares, tanto para confirmar presencia de bacterias lácticas no reportadas en la literatura como para la identificación más precisa que complementa la identificación bioquímica realizada en este trabajo.

➤ Los resultados de este trabajo (capacidad de las bacterias lácticas para hidrolizar xilano y fermentar pentosas) sugieren la capacidad de acidificar la masa a partir de la hemicelulosa, sin embargo sería necesario confirmar la acidificación a partir de hemicelulosa del maíz.

➤ Sería de gran interés caracterizar bioquímicamente las amilasas y las xilanasas en las cepas de bacterias lácticas aisladas.

➤ Podría ser de mucho interés determinar si la acidez generada en la masa procede también de otros sustratos alternativos a carbohidratos como lo son aminoácidos libres y pequeños péptidos.

BIBLIOGRAFÍA

Antranikian G. (1990) Physiology and enzymology of thermophilic anaerobic bacteria degrading starch. *FEMS Microbiology Reviews* **75**, 201-218.

Axelsson L.T. (1994) Lactic acid bacteria: classification and physiology. En: *Lactic Acid Bacteria*. Salminen S. y von Wright A. (Ed.). Marcel Dekker, Inc., New York, pp 1-63.

BioMérieux, S.A. API 50 CH in vitro diagnostic (#5 030 0). API 50 CHL Medium (#5 041 0). Marcy l'Etoile-France.

Boyer C.D. y Shannon J.C. (1987) Carbohydrates of the kernel. En: *Com: Chemistry and Technology*. Watson S.A. y Ramstad P.E. (Eds.). American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul Minnesota, pp 253-272.

Boyer E.W. y Hartman P.A. (1971) Extracellular transglucosylase and α -amylase of *Streptococcus equinus*. *Journal of Bacteriology* **106** (2), 561-570.

Cañas A. (1991) Variaciones microbiológicas asociadas al método de elaboración de pozol en la zona Altos de Chiapas. Tesis de Maestro en Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey Campus Guaymas. 95 pp.

Cañas A., Bárzana E., Owens J.D., y Wachter C. (1993) La Elaboración del Pozol en los Altos de Chiapas. *Ciencia Méx.*, **44**, 219-229.

Casillas L.E. y Vargas L.A. (1984) La alimentación entre los mexicas. En: *Historia General de la Medicina en México*, Tomo I, México Antiguo, F. Martínez Cortés

(Ed.). Academia Nacional de Medicina y Facultad de Medicina, UNAM. México, pp 133-156.

Castillo C., Suárez M., Gasparian S. y Morlon-Guyot J. (1993) Comparison of amyolytic properties of *Lactobacillus amylovorus* and of *Lactobacillus amylophilus*. *Applied Microbiology and Biotechnology* **40**, 266-269.

Cappuccino J.G. (1983) Microbiology a laboratory manual. Addison-Wesley Publishing Company, New York.

Champ M., Szyllit O., Raibaud P. y Ait-Abdelkader N. (1983) Amylase production by three *Lactobacillus* strains isolated from chicken crop. *Journal of Applied Bacteriology* **55**, 487-493.

Cogan T.M. (1995) Flavour production by dairy starter cultures. *Journal of Applied Bacteriology*. **79**, 49S-64S.

Cravioto R.O., Cravioto O.Y., Massieu H.G., y Guzmán G.J. (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.

García-Garibay M., Revah S. y L. Gómez. (1993) Productos lácteos En: *Biocología Alimentaria*. García-Garibay, M., Ramírez, Q. y A. López-Mungula (coordinadores). LIMUSA. México. 153-179.

Giraud E., Brauman A., Keleke S., Lelong B. y Raimbaut M. (1991) Isolation and physiological study of an amyolytic strain of *Lactobacillus plantarum*. *Applied Microbiology and Biotechnology* **36**, 379-383.

- Giraud E. (1993) *Contribution a l'étude physiologique et enzymologique d'une nouvelle souche de Lactobacillus plantarum amylolytique isolée du manioc fermenté*. These pour obtenir la grade de docteur-mention sciences. Université de Provence Aix-Marseille Y. 139 pp.
- Giraud E., Gosselin L., Marin B., Parada J.L. y Raimbault M. (1993a) Purification and characterization of an extracellular amylase from *Lactobacillus plantarum* strain A6. *Journal of Applied Bacteriology* **75**, 276-282.
- Harrigan W.F. y McCance M. (1976) *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. Academic Press, Londres.
- Lindgren S. y Refai O. (1984) Amylolytic lactic acid bacteria in fish silage. *Journal of Applied Bacteriology* **57**, 221-228.
- Mertz E.T. (1970) Nutritive value of corn and its products. En *Corn: Culture, Processing, Products*. Inglett G.E. ed. The AVI Pub. Co., Inc. Westport, Conn. pp. 250-362.
- Montes M.C. (1992) *Xilanasas*. Examen Predoctoral. CINVESTAV-IPN. México, D.F. 47 pp.
- Nakamura L.K. (1981) *Lactobacillus amylovorus*, a new starch-hydrolyzing species from cattle waste-corn fermentations. *International Journal of Systematic Bacteriology* **31**(1), 56-63.
- Nuraida L. (1988) *Studies on microorganisms isolated from pozol, a Mexican fermented maize dough*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture and Food, Department of Food Science and Technology, University of Reading, United Kingdom, 80 pp.

Ramirez J.F. (1987) *Biochemical studies on a Mexican fermented corn food-pozol*. PhD thesis, Faculty of the Graduate School, Cornell University, N. York, 176 pp.

Santillana R. (1995) Desarrollo de un método por cromatografía líquida de alta eficiencia para el análisis químico de nixtamal y pozol. Tesis de Maestría en Ciencias de Alimentos (Química de Alimentos). Facultad de Química, UNAM. México, D.F. 84 pp.

Scheirlink T., Mahillon J., Joos H., Dhaese P. y Michiels F. (1989) Integration and expression of α -amylase and endonuclease genes in the *Lactobacillus plantarum* chromosome. *Applied and Environmental Microbiology* 55(9), 2130-2137.

Sen S. y Chakrabarti S.L. (1984) Amylase from *Lactobacillus cellobiosus* isolated from vegetable wastes: *Journal of Fermentation Technology* 62(5), 407-413.

Sen S. y Chakrabarti S.L. (1986) Amylase from *Lactobacillus cellobiosus* D-39 isolated from vegetable wastes: purification and characterization. *Journal of Applied Bacteriology* 60, 419-423.

Silva-Villarreal E.C. (1984) Estudios preliminares sobre la fermentación del pozol en Tapachula, Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Chiapas, Tapachula, Chiapas, 44 pp.

Sneath P.H.A., Mair N.S., Sharpe M.E. and J.G. Holt. (1986) *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Vol. II. Williams and Wilkins. Baltimore, USA.

Steinkraus K.H. (1983) *Indigenous fermented food technologies for small-scale industries*. Symposium on Food Technology as means of Alleviating Hunger and Poverty. Sixth World Congress of Food Science and Technology. Dublin, Irlanda.

Steinkraus K.H. (1996) En *HandBook of Indigenous Fermented Foods* ed. Steinkraus. Marcel Dekker, Inc. New York. 776 pp.

Technical Service Consultants, Ltd. Protect bacterial preservers. Basingstoke, England.

Ulloa M. (1974) Mycofloral succession in pozol from Tabasco, México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 8, 17-48.

Ulloa M., Herrera T. (1976-1982) Estado actual del conocimiento sobre la microbiología de bebidas fermentadas indígenas de México: pozol, tesgüino, pulque, colonche y tepache. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 47-53. Serie Botánica, 145-163.

Ulloa M., Herrera T. y Lappe P. (1987) *Fermentaciones Tradicionales Indígenas de México*. Serie de Investigaciones Sociales No. 16, Instituto Nacional Indigenista, México, pp 13-20.

Villegas J. (1995) Estrategias para la obtención de una cepa hiperproductora de exopolisacáridos en bacterias lácticas de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Tesis de Licenciatura (Biologo). Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. pp 50.

Wacher C., Santillana R. (1990) La fermentación del pozol. En: *Alimentos y Biotecnología*. Cuadernos de Posgrado. Cáp. 8. Ed. Facultad de Química, UNAM. México.

Wacher C. (1995) Estudios sobre la microbiología del pozol. Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas. Facultad de Química, UNAM. México, D.F. pp 174.

APÉNDICE I.

Tabla A1. Características morfológicas de las bacterias lácticas aisladas del pozol.

Registro Actual	Conservación	Origen/Tipo de pozol	Observación Microscópica	Tinción de Gram	Prueba de Catalasa
2 amil	-70 °C	Tapachula Mestizo	Cocos o diplococos	+	-
30 amil	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	+	-
47 amil	-70 °C	Tapachula Mestizo	Cocos o diplococos	-	-
51 amil	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	+	-
68 amil	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	+	-
5 T	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	-	-
6 T	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	-	-
18n T	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	+	-
30 T	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	+	-
50 T	-70 °C	Tapachula Mestizo	Diplococos o bacilos cortos	+	-
4 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos	+	-
5 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
8 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Diplococos o bacilos cortos	+	-
9 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Diplococos o bacilos cortos	+	-
11 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
12 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
13 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	-	-
14 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos pequeños	-	-
15 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos	+	-
16 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
17 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o bacilos cortos	+	-
18 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
19 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Diplococos o bacilos cortos	+	-
20 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
21 Sn C	-70 °C	Sn. Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-

Continuación Tabla A1.

Registro Actual	Conservación	Origen/Tipo de pozol	Observación Microscópica	Tinción de Gram	Prueba de Catalasa
22 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
23 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
24 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Diplococos o bacilos cortos	+	-
25 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Diplococos o bacilos cortos	+	-
26 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
27 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos	+	-
28 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
29 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos o diplococos	+	-
30 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Cocos	+	-
31 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Indígena	Diplococos o bacilos cortos	+	-
36 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Cocos o diplococos	+	-
37 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Diplococos o bacilos cortos	+	-
38 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Diplococos o bacilos cortos	+	-
39 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Bacilos cortos	+	-
40 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Diplococos o bacilos cortos	+	-
41 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Bacilos cortos	+	-
43 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Diplococos o bacilos cortos	+	-
44 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Cocos	+	-
45 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Bacilos cortos	+	-
46 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Bacilos cortos	+	-
47 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Diplococos o bacilos cortos	+	-
49 Sn C	-70 °C	Sn Cristóbal Ladino	Bacilos cortos	+	-
1 Lily's	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
2 Lily's	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
3 Lily's	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
4 Lily's	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
5 Lily's	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-

Continuación Tabla A1.

Registro Actual	Conservación	Origen/Tipo de pozol	Observación Microscópica	Tinción de Gram	Prueba de Catalasa
6 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
7 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
8 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
9 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
10 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
11 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
12 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
13 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
14 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
15 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
16 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
17 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos	+	-
18 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
19 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
20 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
21 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
22 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
23 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
24 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
25 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
26 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
27 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
28 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
29 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos	+	-
30 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos cortos	+	-
31 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
32 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-

Continuación Tabla A1.

Registro Actual	Conservación	Origen/Tipo de pozol	Observación Microscópica	Tinción de Gram	Prueba de Catalasa
33 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
34 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
35 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
36 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
37 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos	+	-
38 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
39 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
40 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
41 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
42 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Cocos o diplococos	+	-
43 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-
44 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
45 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Diplococos o bacilos cortos	+	-
46 Lylis	-70 °C	Altos de Chiapas	Bacilos	+	-

APÉNDICE 2.

Tabla B2. Patrón de fermentación de azúcares por bacterias lácticas aisladas de pozoles de Tapachula, Chiapas después de 24 y 168 h de incubación en el sistema API 50 CH (BioMérieux)

Azúcares	No. de Cepa																			
	5		6		18n		30		50		2 amil		30 amil		47 amil		51 amil		68 amil	
	Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula		Tapachula	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erítritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	3	3	1	2	3	3	3	3	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0
Ribosa	3	3	0	3	0	0	0	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0
D-Xilosa	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	3	3	3	3	0	3	3	3	1	2	1	3	3	3	3	3	3	3	0	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosá	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	3	3	3	3	0	0	3	3	1	3	0	0	0	2	3	3	3	3	0	3
Sorbitol	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-glucósido	0	0	1	2	0	0	0	2	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B2.

Azúcares	No. de Cepa																			
	5		6		18n		30		50		2 amid		30 amid		47 amid		51 amid		68 amid	
	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
N Acetilglucosamina	2	2	1	1	1	2	0	2	1	2	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3
Amigdalina	3	3	1	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3
Arbutina	3	3	1	3	1	3	0	3	0	0	1	3	0	3	0	3	3	3	0	0
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	1	2	1	1	1	2	0	0	0	3	2	3	0	2	0	2	0	2	0	0
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	0	0	0	2	3	3	3	3	0	0
Maltosa	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	3
Melibiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Trehalosa	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
D-Rafinosa	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Almidón	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	2
Glucógeno	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	2
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	1	2	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
D-Turanosa	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	0	1	3	3	0	2	0	0	0	0
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B2.

Azúcares	No. de Cepa																				
	5		6		18n		30		50		2 amil		30 amil		47 amil		51 amil		68 amil		
	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula	Tapachula		
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	
L-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Los números indican el grado de fermentación por la producción de ácidos que se reflejan en las siguientes tonalidades: sin cambio de color como (0), verde hoja, designado como (1), verde claro y verde limón, como (2) y el amarillo como (3).

Tabla B3. Patrón de fermentación de azúcares por bacterias lácticas aisladas de pozoles de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, después de 24 y 168 h de incubación en el sistema API 50 CH (BioMérieux)

Azúcares	No. de Cepa																			
	4 Sn. Cristóbal		5 Sn. Cristóbal		8 Sn. Cristóbal		9 Sn. Cristóbal		11 Sn. Cristóbal		12 Sn. Cristóbal		13 Sn. Cristóbal		14 Sn. Cristóbal		15 Sn. Cristóbal		16 Sn. Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eritritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	2	2	2	2	0	0	2	2	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0
Ribosa	3	3	0	2	0	3	0	2	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	1	2
D-Xilosa	3	3	2	2	0	2	0	0	1	2	0	2	0	2	0	2	3	3	0	0
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	3	3	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	3	3	0	2
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Sorbitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-glucósido	0	3	2	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
N Acetilglucosamina	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	4 Sn.		5 Sn.		8 Sn.		9 Sn.		11 Sn.		12 Sn.		13 Sn.		14 Sn.		15 Sn.		16 Sn.	
	Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Amigdalina	2	2	3	3	2	3	2	3	0	2	0	2	0	2	1	2	2	2	0	0
Arbutina	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	0	3
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Lactosa	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
Melibiosa	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
Trehalosa	3	3	2	2	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Rafinosa	0	0	0	3	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Almidón	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	2	2	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2
D-Turanosa	3	3	2	2	0	2	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																				
	4 Sn. Cristóbal		5 Sn. Cristóbal		8 Sn. Cristóbal		9 Sn. Cristóbal		11 Sn. Cristóbal		12 Sn. Cristóbal		13 Sn. Cristóbal		14 Sn. Cristóbal		15 Sn. Cristóbal		16 Sn. Cristóbal		
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	
D-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	17 Sn.		18 Sn.		19 Sn.		20 Sn.		21 Sn.		22 Sn.		23 Sn.		24 Sn.		25 Sn.		26 Sn.	
	Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal		Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erithritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3
Ribosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	3	2	3	0	1
D-Xilosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	0	0
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	2	3	2	3	2	3	0	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	0	1	0	2	0	2	0	3	1	3	0	3	0	3	2	3	2	3	0	1
Sorbitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-glucósido	0	0	0	1	0	2	0	3	0	3	0	3	0	3	2	3	2	3	3	3
N Acetilglucosamina	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	0	2	3	3	3	3	3	3	2	3
Amigdalina	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	3	1	2	2	2	3	3

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	17 Sn. Cristóbal		18 Sn. Cristóbal		19 Sn. Cristóbal		20 Sn. Cristóbal		21 Sn. Cristóbal		22 Sn. Cristóbal		23 Sn. Cristóbal		24 Sn. Cristóbal		25 Sn. Cristóbal		26 Sn. Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Arbutina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Lactosa	0	2	0	1	0	1	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	3	
Melibiosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3	3	
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	
Trhalosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Melezitosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D-Rafinosa	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	
Almidón	0	2	1	1	0	2	0	2	1	2	0	2	0	2	0	1	0	2	1	
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
β Gentobiosa	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3	3	3	2	3	
D-Turanosa	1	3	0	2	0	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
D-Lyxosa	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D-Fagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
L-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	17 Sn. Cristóbal		18 Sn. Cristóbal		19 Sn. Cristóbal		20 Sn. Cristóbal		21 Sn. Cristóbal		22 Sn. Cristóbal		23 Sn. Cristóbal		24 Sn. Cristóbal		25 Sn. Cristóbal		26 Sn. Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	27 Sn.		28 Sn.		29 Sn.		30 Sn.		31 Sn.		36 Sn.		37 Sn.		38 Sn.		39 Sn.		40 Sn.	
	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erithritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	1	3	0	3	1	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribosa	2	3	0	3	0	3	1	3	0	3	0	1	0	0	3	3	3	3	2	2
D-Xilosa	2	3	0	0	0	0	1	3	3	3	0	3	3	3	0	2	0	2	2	2
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	2	3	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	2	3	0	0	0	0	0	3	0	2	0	2	0	1	3	3	3	3	0	0
Sorbitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-glucósido	2	3	0	3	0	3	2	3	3	3	0	3	2	3	0	0	0	3	0	0
N Acetilglucosamina	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	1	2	1	1	2	3	2	3	1	2
Amigdalina	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	0	3	3	3	3	0	0
Arbutina	2	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1	3	0	0	3	3	2	3	0	3

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	27 Sn. Cristóbal		28 Sn. Cristóbal		29 Sn. Cristóbal		30 Sn. Cristóbal		31 Sn. Cristóbal		36 Sn. Cristóbal		37 Sn. Cristóbal		38 Sn. Cristóbal		39 Sn. Cristóbal		40 Sn. Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
Salicina	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	1	2	0	0	2	3	2	3	0	2
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	3	0	0	3	3	3	3	0	0
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	3	3	3	3	0	0
Melibiosa	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	0	2	2	3	3	3	3	3	0	0
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	1	2
Trehalosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Rafinosa	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0
Almidón	0	3	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	0	2	0	2	2	2	1	2	0	2
D-Turanosa	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0	3	0	0
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	41 Sn. Cristóbal		43 Sn. Cristóbal		44 Sn. Cristóbal		45 Sn. Cristóbal		46 Sn. Cristóbal		47 Sn. Cristóbal		49 Sn. Cristóbal		1 Lilis		2 Lilis		3 Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erithritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribosa	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3
D-Xilosa	1	3	2	3	0	0	2	2	0	0	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	1	3	0	1	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramposa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3
Sorbitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	3	0	3	3
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																			
	41 Sn. Cristóbal		43 Sn. Cristóbal		44 Sn. Cristóbal		45 Sn. Cristóbal		46 Sn. Cristóbal		47 Sn. Cristóbal		49 Sn. Cristóbal		1 Lilis		2 Lilis		3 Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
α Metil-D-glucósido	0	3	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	3	2	3	
N Acetilglucosamina	0	0	1	2	1	2	1	1	2	3	2	3	1	2	2	3	1	3	3	3
Amigdalina	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	0	0	0	0	2	3	3	3
Arbutina	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	0	2	3	3	3
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	1	2	3	3	3
Celobiosa	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3
Maltosa	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	0	0	0	2	0	0	0	0	3	3	3	3	0	2	0	3	3	3	3	3
Melibiosa	2	3	2	3	0	0	1	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Sacarosa	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3
Trehalosa	1	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Rafinosa	2	3	3	3	0	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Almidón	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	2	2
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	0	1	1	1	2	2	2	2
D-Turanosa	0	3	3	3	2	3	0	0	2	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B3.

Azúcares	No. de Cepa																				
	41 Sn.		43 Sn.		44 Sn.		45 Sn.		46 Sn.		47 Sn.		49 Sn.		1 Lilis		2 Lilis		3 Lilis		
	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	Cristóbal	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1

Nota: Los números indican el grado de fermentación por la producción de ácidos que se reflejan en las siguientes tonalidades: sin cambio de color como (0), verde hoja, designado como (1), verde claro y verde limón, como (2) y el amarillo como (3).

Tabla B4. Patrón de fermentación de azúcares de las bacterias lácticas aisladas de pozoles de San Cristóbal de las Casas, Chiapa de Corzo y Tuxtla Gutiérrez, Chiapas después de 24 y 168 h de incubación en el sistema API 50 CH (BioMérieux)

Azúcares	No. de Cepa																			
	4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Erithritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	0	3	0	0
Ribosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	1	3
D-Xilosa	1	2	0	0	0	0	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	0	0
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	2	0	2	0	0	3	3
Sorbitol	0	3	0	3	0	3	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-glucósido	0	3	0	3	0	0	3	3	2	2	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0
N Acetilglucosamina	3	3	2	3	2	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	2	1	2	3	3

Continuación Tabla B-4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Amigdalina	2	3	2	3	2	3	3	3	0	0	3	3	2	3	0	0	0	0	3	3
Arbutina	3	3	2	3	2	3	3	3	0	1	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	3	3	2	3	2	3	3	3	0	1	3	3	3	3	0	2	1	2	3	3
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	2	3	0	0	0	3	3	3
Melibiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
Sacarosa	3	3	3	3	1	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Trehalosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3
D-Rafinosa	3	3	3	3	0	3	2	3	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3
Almidón	2	3	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	3	3	2	2	0	3	2	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1	2	3
D-Turanosa	3	3	0	3	0	1	2	3	3	3	0	0	3	3	2	3	3	3	0	0
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
	Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
L-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	2
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	14		15		16		17		18		19		20		21		22		23	
	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis	Lilis
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erithritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0
Ribosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Xilosa	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	1	0	0	0	0	2	3	3	3
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	1	2	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Sorbitol	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
α Metil-D-manósido	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α Metil-D-glucósido	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3
N Acetilglucosamina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Amigdalina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
Arbutina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	14 Lilis		15 Lilis		16 Lilis		17 Lilis		18 Lilis		19 Lilis		20 Lilis		21 Lilis		22 Lilis		23 Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	0	1
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3
Melibiosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	3	3	3	3	3
Trchalosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	3	3	3	3	3	3	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
D-Rafinosa	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Almidón	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Geniobiosa	2	2	2	2	3	3	1	2	1	2	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1
D-Turanosa	0	3	0	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	1	1	2	2	0	1	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0	1	1	1
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Ccpa																			
	24		25		26		27		28		29		30		31		32		33	
	Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis		Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eritritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Ribosa	3	3	2	2	1	2	0	0	0	0	3	3	3	1	2	0	0	3	3	3
D-Xilosa	3	3	3	3	3	3	2	3	0	2	2	3	3	3	0	3	1	2	0	0
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	3	3	0	2	3	3	0	0	0	0	0	3	2	3	2	3	2	3	3	3
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	3	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	3	0	1	3	3	3	3
Sorbitol	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3
α Metil-D-manósido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
α Metil-D-glucósido	2	3	1	2	1	3	0	3	0	3	0	3	3	3	2	3	0	0	0	0
N Acetilglucosamina	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Amigdalina	3	3	0	0	3	3	0	3	0	2	2	3	0	3	0	3	0	0	3	3
Arbutina	1	3	0	0	3	3	0	3	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	3	3

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	24 Lilis		25 Lilis		26 Lilis		27 Lilis		28 Lilis		29 Lilis		30 Lilis		31 Lilis		32 Lilis		33 Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	3	3	0	0	3	3	0	2	0	1	3	3	0	3	0	1	2	3	3	3
Celobiosa	3	3	0	0	3	3	0	3	0	3	0	3	3	3	0	3	3	3	3	3
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	3	3	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	3	3	3
Melibiosa	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	2	2	3	3
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Trehalosa	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3
D-Rafinosa	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Almidón	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	1	2	0	0
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	1	2	0	0	3	3	0	2	0	2	3	3	2	2	0	1	0	2	2	2
D-Turanosa	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3	2	2	3	3
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	2
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	34 Lilis		35 Lilis		36 Lilis		37 Lilis		38 Lilis		39 Lilis		40 Lilis		41 Lilis		42 Lilis		43 Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erithritol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabinosa	1	3	2	3	0	0	0	0	3	3	3	3	0	2	0	0	3	3	3	3
Ribosa	3	3	3	3	0	2	0	3	2	3	0	0	0	0	3	3	0	3	3	3
D-Xilosa	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	0	0	1	2	3	3	0	0	0	0
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adonitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galactosa	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	0	0	2	3	3	3	0	3	3	3
D-Glucosa	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D-Manosa	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramnosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Dulcitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inositol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manitol	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	0	2	2	3	3	3	2	3	3	3
Sorbitol	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3	3	3
α Metil-D-manósido	3	3	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3
α Metil-D-glucósido	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3	2	3	1	3	0	3	0	0
N Acetilglucosamina	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3
Amigdalina	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	0	2	0	2	2	3	0	3	3	3
Arbutina	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	34 Lilis		35 Lilis		36 Lilis		37 Lilis		38 Lilis		39 Lilis		40 Lilis		41 Lilis		42 Lilis		43 Lilis	
	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h
Esculina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salicina	3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Celobiosa	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	2	3	3	3
Maltosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lactosa	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	0	0	2	2	3	3	0	3	3	3
Melibiosa	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	0	0	2	3	3	0	3	3	3	
Sacarosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Trehalosa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Inulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melezitosa	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3
D-Rafinosa	3	3	3	3	0	0	3	3	3	3	0	0	2	2	3	3	0	3	3	3
Almidón	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1
Glucógeno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xilitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β Gentobiosa	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	2	1	1	1	2	1	3	2	3
D-Turanosa	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	0
D-Lyxosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Tagatosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L-Arabitól	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gluconato	1	2	1	2	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																				
	44		45		46																
	Lilis		Lilis		Lilis																
24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h																
Control	0	0	0	0	0	0															
Glicerol	0	0	0	1	0	0															
Erithritol	0	0	0	0	0	0															
D-Arabinosa	0	0	0	0	0	0															
L-Arabinosa	3	3	3	3	3	3															
Ribosa	3	3	3	3	3	3															
D-Xilosa	0	0	0	0	0	0															
L-Xilosa	0	0	0	0	0	0															
Adonitol	0	0	0	0	0	0															
β Metil-xilosida	0	0	0	0	0	0															
Galactosa	3	3	3	3	3	3															
D-Glucosa	3	3	3	3	3	3															
D-Fructosa	3	3	3	3	3	3															
D-Manosa	3	3	3	3	3	3															
L-Sorbosa	0	0	0	0	0	0															
Ramnosa	0	1	0	2	0	0															
Dulcitol	0	0	0	0	0	0															
Inositol	0	0	0	0	0	0															
Manitol	3	3	3	3	3	3															
Sorbitol	3	3	3	3	3	3															
α Metil-D-manósido	1	3	1	3	0	3															

Continuación Tabla B4.

Azúcares	No. de Cepa																			
	44		45		46															
	Lilis		Lilis		Lilis															
24 h	168 h	24 h	168 h	24 h	168 h															
D-Fucosa	0	0	0	0	0	0														
L-Fucosa	0	0	0	0	0	0														
D-Arabitol	0	0	0	2	0	0														
L-Arabitol	0	0	0	0	0	0														
Gluconato	0	2	0	1	0	2														
2 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0														
5 ceto-gluconato	0	0	0	0	0	0														

Nota: Los números indican el grado de fermentación por la producción de ácidos que se reflejan en las siguientes tonalidades: sin cambio de color como (0), verde hoja, designado como (1), verde claro y verde limón, como (2) y el amarillo como (3).

APÉNDICE 3.

Tabla C3. Identificación taxonómica (Sistema API 50 CH y Programa APILAB PLUS [Bio-Mérieux]) de las bacterias lácticas aisladas del pozol.

Número de cepa	Calidad de identificación	Porcentaje de identificación	Nombre del taxón
2 amil	Dudosa	98.0	<i>Lactobacillus crispatus</i>
30 amil	Aceptable	83.6	<i>Lactobacillus plantarum</i>
47 amil	Dudosa	96.9	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
51 amil	Dudosa	38.5	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
68 amil	Aceptable	88.0	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
5 T	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
6 T	Dudosa	71.1	<i>Lactobacillus plantarum</i>
18n T	Dudosa	55.0	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
30 T	Dudosa	93.0	<i>Lactobacillus pentosus</i>
50 T	Buena	53.0	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
4 Sn C	Dudosa	91.6	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
5 Sn C	Excelente	99.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
8 Sn C	Dudosa	97.4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
9 Sn C	Dudosa	63.5	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
11 Sn C	Dudosa	86.1	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
12 Sn C	Muy buena	99.6	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
13 Sn C	Dudosa	64.2	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
14 Sn C	Dudosa	87.0	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
15 Sn C	Muy buena	99.5	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
16 Sn C	Baja discriminación	72.4	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
17 Sn C	Dudosa	97.5	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
18 Sn C	Dudosa	91.6	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
19 Sn C	Dudosa	85.8	<i>Lactococcus raffinolactis</i>

Continuación Tabla C3.

Número de cepa	Calidad de identificación	Porcentaje de identificación	Nombre del taxón
20 Sn C	Dudosa	91.6	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
21 Sn C.	No válida	67.4	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
22 Sn C	Dudosa	60.8	<i>Lactococcus lactis lactis</i>
23 Sn C	Dudosa	58.2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
24 Sn C	Muy buena	99.7	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
25 Sn C	Dudosa	91.3	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
26 Sn C	Buena	98.7	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
27 Sn C	Dudosa	91.3	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
28 Sn C	Dudosa	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
29 Sn C	Dudosa	81.2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
30 Sn C	Muy buena	91.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
31 Sn C	Dudosa	98.2	<i>Lactobacillus pentosus</i>
36 Sn C	Muy buena	99.7	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
37 Sn C	Muy buena	99.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
38 Sn C	Dudosa	91.2	<i>Lactobacillus pentosus</i>
39 Sn C	Dudosa	96.7	<i>Lactobacillus pentosus</i>
40 Sn C	Dudosa	39.2	<i>Lactobacillus coprophilus</i>
41 Sn C	Dudosa	99.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
43 Sn C	Dudosa	97.2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
44 Sn C	Buena	97.6	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
45 Sn C	Buena	52.7	<i>Lactobacillus fermentum</i>
46 Sn C	Muy buena	99.4	<i>Lactobacillus plantarum</i>
47 Sn C	Muy buena	99.7	<i>Lactobacillus pentosus</i>
49 Sn C	Dudosa	99.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
1 Lilis	Inaceptable	sin porcentaje	<i>Lactobacillus brevis</i>
2 Lilis	Dudosa	44.2	<i>Lactobacillus plantarum</i>

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Continuación Tabla C3.

Número de cepa	Calidad de identificación	Porcentaje de identificación	Nombre del taxón
3 Lilis	Dudosa	45.6	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
4 Lilis	Dudosa	99.2	<i>Lactobacillus pentosus</i>
5 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
6 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
7 Lilis	Dudosa	99.9	<i>Lactobacillus pentosus</i>
8 Lilis	Muy buena	99.7	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
9 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
10 Lilis	No válida	76.7	<i>Lactobacillus pentosus</i>
11 Lilis	Muy buena	60.2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
12 Lilis	Buena	97.4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
13 Lilis	Buena	96.0	<i>Lactobacillus plantarum</i>
14 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
15 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
16 Lilis	Muy buena	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
17 Lilis	Dudosa	73.9	<i>Lactobacillus pentosus</i>
18 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
19 Lilis	Dudosa	95.2	<i>Lactobacillus pentosus</i>
20 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
21 Lilis	Buena	98.6	<i>Lactobacillus plantarum</i>
22 Lilis	Dudosa	73.9	<i>Lactobacillus pentosus</i>
23 Lilis	Buena	98.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
24 Lilis	Dudosa	98.2	<i>Lactobacillus pentosus</i>
25 Lilis	Dudosa	99.8	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
26 Lilis	Muy buena	99.1	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
27 Lilis	Dudosa	55.7	<i>Leuconostoc citreum</i>
28 Lilis	Dudosa	55.7	<i>Leuconostoc citreum</i>

Continuación Tabla C3.

Número de cepa	Calidad de identificación	Porcentaje de identificación	Nombre del taxón
29 Lilis	Dudosa	98.3	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
30 Lilis	Aceptable	81.3	<i>Lactobacillus plantarum</i>
31 Lilis	Dudosa	86.6	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
32 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
33 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
34 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
35 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
36 Lilis	Buena	98.5	<i>Lactobacillus curvatus</i>
37 Lilis	Buena	98.9	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
38 Lilis	Muy buena	99.7	<i>Lactobacillus plantarum</i>
39 Lilis	Excelente	99.9	<i>Leuconostoc citreum</i>
40 Lilis	Muy buena	99.5	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
41 Lilis	Dudosa	45.6	<i>Lactococcus raffinolactis</i>
42 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
43 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
44 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
45 Lilis	Muy buena	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
46 Lilis	Excelente	99.9	<i>Lactobacillus plantarum</i>