

Los Molinos Tradicionales de Nixtamal en Iztapalapa

*Gerardo Ramírez
Lourdes Escamilla
Yolanda Hernández¹*

En la última década, la industria de la masa y la tortilla de maíz, ha sufrido cambios importantes derivados de la política de libre comercio, que desde finales del sexenio salinista se implantó en México, debido a la adhesión de nuestro país a la globalización del mundo entero.

El impulso de liberalización y la globalización han producido un conjunto de cambios visibles y una serie de afectaciones directas al campo mexicano y a sectores de la industria como la del nixtamal. La finalización de los subsidios a los industriales de la masa -al cierre de Conasupo²- deja abierto un mercado sin coerción y control político, con la posibilidad de hacer compras de maíz sin topes y con la consecuente liberación en el precio de la tortilla; panorama que se apreciaba la cúspide de los industriales del nixtamal y la tortilla; sin embargo, las oportunidades se abrieron sólo para unos pocos debido a que la gran mayoría de los molinos y tortillerías dependían de los subsidios y la libre competencia ni siquiera pasaba por la mente de los industriales tradicionales en este ramo. El retiro estatal, permite teóricamente mayor control de los procesos productivos y la generación de ingresos internos, sin embargo tales posibilidades se alejan de la realidad.

El retiro del Estado involucra no sólo la ausencia de subsidio a la industria molinera de nixtamal, va más allá; establece un cambio profundo pues se pasa de una política social a otra de competencia de libre mercado, en donde es necesario contar con un nuevo aprendizaje. Este panorama y la nueva situación económica (falta de empleo, retiro voluntarios de empleados de gobierno, subempleo y comercio informal), constituyen el marco en el que se va desarrollando una creciente e inquietante apertura de establecimientos

¹Académicos e investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, tel 5804-4710, fax: 5804-4712 grr@xanum.uam.mx
Maestro en Ingeniería Económica.
Doctorado en Biotecnología.
Licenciatura en Antropología.

² La industria del maíz tenía subsidios importantes en energía eléctrica, gas y sobre todo en la materia prima, con topes negociables, entre otros factores que dieron bonanza a la industria del nixtamal.

dedicados a la producción y venta de masa nixtamalizada y de tortillas tanto de masa como de harina de maíz.

El efecto inmediato de proliferación de negocios del mismo ramo, se traduce en la baja venta cotidiana debido a la fragmentación de la clientela. Por ello en las tortillerías principalmente se da paso a un conjunto de estrategias para aumentar las ventas, por ejemplo, ofrecer más barato el kilo de tortilla a pesar de tener pérdidas o cero ganancias, no cobrar el papel, vender otros productos, modificar el proceso productivo, obsequiar enseres de cocina, hacer rifas, entre otros.

Los industriales del nixtamal y tortilla además de enfrentar la pulverización del mercado, deben sumar en adelante la privilegiada posición que tienen las comercializadoras (mismas que cuentan con capacidad económica para almacenar el grano, pueden especular con él y establecen contratos de siembra-cosecha por adelantado, imponen el tipo de semilla, los costos de producción, los volúmenes y las condiciones de pago); así las cosas en México existe ya un control de la producción que no ejerce el estado. A raíz del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), las maniobras del manejo de topes de importación y la falta de inyección en la producción nacional de maíz han favorecido al aumento del precio de grano en el último trimestre del 2006. Por si fuera poco se suma la actual crisis en el manejo y producción de energéticos fósiles y el creciente interés por los de origen biológico como el maíz.

La falta de estrategia por parte de los industriales para buscar y estabilizar precios con compradores directos o con las empresas comercializadoras y de mostrar las ventajas de seguir trabajando en este ramo de las manufacturas, es cada vez más notorio. Así mismo, se debe enfrentar el subsidio ofrecido a los supermercados y a las harineras del país, lo que se traduce en una desventaja competitiva aún más fuerte.

En un marco de incertidumbre (inestabilidad en los precios del maíz y el evidente retiro del Estado para apoyar a la industria) el reto de manejar una alternativa diferenciada sobre la producción de masa nixtamalizada y la diversificación de productos hechos a base de ésta, cobra relevancia por tratarse de un primer esfuerzo que cambia radicalmente el sentido y orientación de la industria de la masa y la tortilla. Si además de esto se suma la problemática ambiental a la que están sujetos los molinos, la disminución en el consumo de tortilla, el

aumento de los costos de energía y el poco margen que tienen los molinos, la alternativa de cambio se vuelve indispensable, cosa que se encuentra ahora plasmado en este proyecto.

La zona de estudio, Población, Economía e Industrias.

El paisaje de Iztapalapa ha sufrido cambios importantes de la época colombina a la fecha. Actualmente, Iztapalapa es una Delegación Política, perteneciente a la zona metropolitana de la Ciudad de México. Su población se constituye en barrios con gran tradición religiosa (con poco más del 92 por ciento católica, según el Censo de Población y Vivienda de INEGI para el año 2000). A partir de los años setenta se da una profunda transformación convirtiéndose en una importante delegación urbana que alberga a población diversa tanto por la diferencia económica interna como por los perfiles educativos de la población que la integran.

En las tres últimas décadas el patrón de poblamiento de Iztapalapa se ha modificado substancialmente, esta área se ha convertido junto a municipios como Nezahualcóyotl y Chalco Solidaridad del Estado de México, en uno de los principales receptores de la población migrante y de la población que se desplaza en busca de vivienda a bajo costo. La población originaria mantiene aspectos religiosos y culinarios en los barrios del centro de Iztapalapa y en las zonas cercanas a Tláhuac (en San Lorenzo) que contrastan con la población migrante que se ha expandido sobre todo a consecuencia de los sismos que impactaron a la Ciudad de México en 1985.

Actualmente casi un tercio de su población es menor de 15 años, en tanto que casi una sexta parte de su población es joven (entre los 15 y 24 años). Si sumamos ambos estratos encontramos que más del 40 por ciento de la población está entre los cero y 24 años de edad. Elemento a considerar en el análisis de nuestro tema, al recapacitar que éste es parte del universo al que se destina la producción de masa nixtamalizada de los molinos del área.

En cuanto a los datos por hogar, es importante destacar que para el 2005 (INEGI, 2006), el total de hogares fue de 451 353. En este casi medio millón de hogares y viviendas (la mayor parte de ellas propias), se distribuye la población mayoritariamente compuesta con tres y cuatro miembros (es decir se trata de familias con pocos integrantes).

En la alimentación, es importante destacar dos aspectos fundamentales, el gasto que se destina y la calidad de la dieta. Según datos de la Encuesta de Ingreso y Gasto de los Hogares, para todo México, en 1996 se destinaba 35 por ciento del ingreso familiar, en tanto que para 2006 el gasto que se dedicó a la compra de alimentos fue de 29,4 por ciento, es decir se destina seis por ciento menos a este rubro, en tanto que se incrementan otros gastos como el transporte, la educación, la salud y la recreación.

También es necesario destacar que a nivel nacional, poco más de 21 millones de hogares (del universo total de 26 millones) consumen tortilla de maíz y destinan un gasto total de poco más de 10 000 millones de pesos, cifra superada por el total de otros gastos en alimentación que ascienden a los poco más 177 000 millones de pesos.

Lo anterior es importante ya que de esta población se considera que hay un porcentaje importante en condiciones de pobreza, más aún estudios del Instituto Nacional de Nutrición revelan la alta incidencia de menores en estados agudos de desnutrición y de anemia, conjugados con factores de sobrepeso y obesidad, lo que habla de la calidad de la ingesta diaria. Baste recordar que México es uno de los principales consumidores de refresco y que las sopas instantáneas han desplazado a las dietas a base de vegetales, leguminosas y carne.

Por otra parte, en los componentes industriales, Iztapalapa ha destacado en su participación. En el Censo Económico de 2004 se reporta que Iztapalapa, tuvo una participación importante con el 17.1 por ciento de las unidades económicas contabilizadas en el Distrito Federal, esto es 58 627 establecimientos. Tenía 266 179 empleados, lo que conformó el 9.4 por ciento del total para el Distrito Federal, ocupando el cuarto lugar en la generación de empleo. Lo anterior pone de manifiesto la importancia que tiene la industria manufacturera en general para Iztapalapa y en particular las pequeñas y medianas empresas, que son las que sostienen la economía en la zona; en ellas están los molinos de nixtamal y las tortillerías.

Los molinos de Maíz y las tortillerías.

Iztapalapa resulta un lugar ilustrativo de la problemática que enfrentan estas Mipymes en la zona urbana de la ciudad de México, pues concentra a más de 900 molinos de nixtamal

(Com. Verbal de un trabajador de la Delegación en 2005). Si se considera que cada molino abastece, conservadoramente, masa nixtamalizada a diez tortillerías, se tendría que en la zona de Iztapalapa se contaría con aproximadamente 10 000 establecimientos dedicados a la molienda de maíz y producción de tortilla y que estarían generando 40 000 empleos (cada molino por lo regular opera con tres empleados y las tortillerías pueden operar incluso con un empleado). Estos establecimientos abarcan un mercado importante en tanto que sus consumidores cuentan con un producto fundamental para la composición de su dieta diaria. En esta relación de oferta y demanda es donde se desprende el análisis de que la dinámica económica actual ha modificado las formas de producción, comercialización y consumo y ha enfrentado a los pequeños productores y empresarios a grandes compañías que intentan monopolizar el mercado.

La tortilla se sigue considerando la base de la alimentación mexicana. La materia prima para su elaboración; la masa nixtamalizada, se encuentra ahora en enormes apuros si se compara con la forma de trabajo cuando existía CONASUPO. La desaparición de los molinos de nixtamal (tanto micro, pequeñas como medianas empresas –Mipymes-) traería consecuencias graves para la economía de México, sobre todo porque en su conjunto las casi 900 empresas dedicadas a la producción de nixtamal –tan sólo en la Delegación de Iztapalapa-- ofrecen ocupación remunerada a alrededor de 3,000 personas.

Existe otro factor importante, la masa de nixtamal hoy día se produce con los cultivos de tres grandes zonas productoras de maíz: Sinaloa, Jalisco y el Bajío. En éstas, el maíz que se produce es semilla mejorada, producción que se da bajo contrato con grandes comercializadoras como Cargill quien domina en el mercado de abasto de maíz para los molinos de nixtamal. A pesar de ello, es significativa la producción que abastece a otras áreas del país y que en no pocas ocasiones son deficitarias en la producción como es el caso de Chiapas, Guerrero y Oaxaca por mencionar sólo a algunas.

Históricamente las Mipymes en México son por lo general familiares, que ubicadas en la industria manufacturera son las que producen nixtamal y tortilla; en ellas existen lazos de reciprocidad pero también competencia, con alto nivel de desconfianza ante los agentes externos debido al incumplimiento de normas (contaminación de agua e higiene) y por el temor a que se les determinen tarifas impositivas por parte del gobierno. Desgraciadamente hay ausencia de investigación que describa qué son las Mipymes nixtamaleras y cómo han

sobrevivido y se han expandido en los últimos quince años, después del retiro del subsidio del gobierno a estas empresas.

A grandes rasgos, la industria nixtamalera tiene dos componentes 1) de grandes empresas que utilizan maíz nixtamalizado en forma de harina que ha sido por tradición el más favorecido por el gobierno a través de subsidios y préstamos de la banca oficial y, 2) los micro, pequeños y medianos empresarios, quienes eventualmente utilizan harina en su proceso y que se nutren principalmente de los granos que las comercializadoras ofertan, y algunas compras eventuales a productores directos cuando el precio y la calidad son favorables. Se trata en este último caso de industriales (que emplean tecnología y organización interna tradicionales hasta aquellos que están en transición para consolidarse como empresarios) cuya organización está desestructurada, sus agrupaciones son mínimas y normalmente acarrearán vicios en su proceso de trabajo.

Resultados del Proyecto.

a) Consumo.

La investigación realizada a lo largo de los últimos cuatro años, ha abarcado diversos aspectos el primero en ser abordado fue el consumo de tortilla. Se partió de la hipótesis de que el consumo de tortilla ha disminuido y que quien la consume es la gente de estratos económicos bajos, mientras que las personas que cuentan con mayores ingresos prefieren otro tipo de alimentos.

La investigación radicó en contar con un instrumento mediante el cual se captara de forma rápida (por la disponibilidad de tiempo de los entrevistados) un conjunto de información ordenada y susceptible de tabularse. De esta forma, se diseñó y probó un cuestionario que pretende ofrecer tanto a los molineros de nixtamal y tortillerías datos sobre el consumo de su producto en la zona inmediata a su entorno; como elementos que indiquen a los investigadores la importancia que aún tiene la incorporación de la tortilla en la alimentación cotidiana.

Se logró contar para la etapa piloto con un total de 40 entrevistas en el área de Iztapalapa, además de las 94 que se levantaron en Huixquilucan. En las primeras se seleccionó a mujeres adultas para poder contar con los datos requeridos (ingreso y guisos). En el caso de Huixquilucan se procedió de la misma forma para las colonias populares, en tanto que para

las áreas de fraccionamiento (alto ingreso) se hizo un diseño de encuesta distinta a partir de la piloto de Iztapalapa y se aplicó a hombres y mujeres adolescentes y adultos y tanto integrantes de la familia como empleadas domésticas de las casas. En ambas, lo importante fue saber las características básicas de su consumo ubicadas en tres temas: **1. Culturalmente**, las características sobre sabor, color, aroma, flexibilidad y durabilidad de la tortilla; los guisos y acompañamientos que elabora a partir de tortillas y de masa nixtamalizada; y, los lugares donde prefiere comprar por el trato recibido, la limpieza, horario y calidad de la tortilla. **2. Económicamente**, la frecuencia y cantidad, y, el gasto que destina a su compra, como el porcentaje que representa del gasto total familiar. **3. Socialmente**, número de integrantes del grupo familiar, grupos de edad y sexo y preferencias del consumo. También el registro de otros consumos como sopas instantáneas y panes y tortillas de harina de trigo.

Los resultados obtenidos indican la importancia que aún tiene la tortilla en la mesa de los hogares tanto en estratos de bajos ingresos como en los de mayor ingreso. En ambos casos casi el 100 por ciento de los entrevistados declararon comer tortilla de maíz. Lo que cambia es la frecuencia y la cantidad en el consumo. En las zonas populares (Iztapalapa y Huixquilucan) más del 70 por ciento declaró comprar tortillas todos los días de la semana, a de familias de mayor ingreso (fraccionamientos) quienes establecen compras regulares cada semana. Una notable diferencia en las zonas populares es la cantidad de tortilla adquirida.

En el análisis por edad, los adultos mayores disminuyen la ingesta de tortilla según lo declararon en la encuesta de fraccionamientos no así en las zonas populares. En cualquiera de las zonas los adultos varones son los que mayor consumo de tortilla hacen, al igual que las empleadas domésticas –normalmente provenientes de zonas rurales del interior de la República.

La lista de productos elaborados a base de maíz y con tortillas de maíz es amplia y revela que los guisos tradicionales se siguen elaborando en ambos sectores de la población, con intervalos de una semana a cada quince días, entre guisos y guisos. Aunque se destaca la calidad de la tortilla, ésta se compra en los establecimientos cercanos aunque no sea la preferida. Esta situación es generalizada en los estratos observados.

b) El Nejayote.

El agua de Cocimiento de maíz, en México conocida como Nejayote, es el agua que resulta del proceso de nixtamalización del maíz, el cual resulta en una masa con características reológicas (de textura) y sensoriales (de sabor, olor y color) atractivas, motivo por lo cual es un proceso que ha permanecido durante cientos de años y que da lugar a la tortilla, alimento que forma parte de la identidad y del gusto nacional.

El problema del proceso de nixtamalización en el común de las empresas (aún en las más pequeñas productivamente hablando) es que el agua con sedimentos resultante (nejayote) se tira directamente al drenaje urbano con lo que se provoca niveles altos de contaminantes y serias dificultades en el drenaje. Se calcula que el volumen de desecho contiene más de 250 toneladas de sólidos de maíz, equivalente a la basura diaria de cuatro millones de personas. Además contiene 32 toneladas de cal y un gasto de 10,000 m³ de agua caliente en cada proceso (por lo regular son dos al día). El problema es serio y la realidad es que se diluye porque la actividad industrial de la molienda del maíz se da en industrias que procesan muy pocas cantidades.

Es debido al anterior panorama que surge la necesidad de buscar técnicas que permitan la eliminación de sólidos suspendidos, así como enfriar y neutralizar el pH del agua de nejayote para un mejoramiento del medio ambiente y el aprovechamiento de estos sólidos como productos de alto valor agregado.

El procesamiento del maíz para consumo humano se realiza siguiendo un método de cocción alcalina conocido como nixtamalización, en él se consumen cantidades considerables de agua, tiempo y energía en donde se pierde aproximadamente un cinco por ciento de peso en base seca de maíz (aproximadamente el tres por ciento se encuentra suspendido y el dos por ciento restante se encuentra en forma disuelta en el nejayote). La materia suspendida puede separarse fácilmente y es un proceso relativamente económico por sedimentación pero la parte disuelta debe ser primero precipitada empleando un agente químico. Después de esto, los sólidos se vuelven a separar por sedimentación.

Los estudios de balance de materia realizados, permiten: a) calcular el tamaño de los equipos a emplear en el tratamiento de aguas, y b) medir los tiempos de residencia de la misma.

Una vez protocolado el sistema de separación de sustancias en el agua de nixtamalización, se procedió a instalar el equipo en el Molino “El Esfuerzo” en Iztapalapa. El sistema para la separación de los sólidos del nejayote es un decantador. Para establecerlo se requirió hacer una pequeña obra civil para la recolección del nejayote y la instalación de tubería para la conexión entre los equipos.

Una vez instalado el sistema se hicieron pruebas para saber cuánto tiempo podría permanecer el nejayote en el tanque sin que se echara a perder y produjera malos olores. Se encontró que el mayor volumen de precipitación se tenía en una hora.

De esta forma se procedió a calcular el tamaño de la bomba requerida para pasar el nejayote de la cisterna de recepción al tanque para su sedimentación. El resultado es que debe utilizarse una bomba pequeña de un caballo y que el costo total de la instalación es de veinte mil pesos (a precios corrientes de 2007).

Una vez instalado el sistema, el segundo paso fue separar los sólidos del tanque. En el precipitado obtenido si bien hay muchos sólidos, estos tienen una gran cantidad de agua, por lo que la eliminación de estos sólidos no es fácil. Se empleó para este fin una columna empacada con salvado de trigo, a la cual se le hizo pasar el nejayote, sólidos solubles y el líquido que queda en la sedimentación del nejayote. De esta forma se logró que el líquido pasara y el sólido quedara en la paja mismo que se podría emplear para preparar tortillas ricas en fibra, sin embargo el líquido restante tomó un color muy parecido al del salvado de trigo y la cantidad de sólidos aumentó en vez de disminuir. Por esta razón este método de separación quedó eliminado de las opciones de separación.

Tras un a serie de ensayos se encontró que la mejor forma de eliminar los sólidos del nejayote es la reutilización de dicha agua. Así se decidió emplearlo como agua en la molienda. (Proceso que está en trámite de patente por parte de la UAM).

Con este procedimiento, los sólidos del nejayote se revuelven con el maíz nixtamalizado sin que la masa resultante presente cambios significativos en cuanto a color, ni olor, ni en textura, aunque si bien en la masa no se nota sí en la tortilla, pues esta fue un poco más amarilla, en cuanto a sabor y textura, estos eran característicos al de la tortilla que no contiene sólidos solubles y aunque el olor a cal era un poco más intenso, las pruebas sensoriales resultaron positivas.

Otro análisis consistió en la rollabilidad; se observó que tanto en tortilla recién hecha, como en recalentada, las adicionadas de nejayote presentaron un mejor enrollado que las tortillas normales, ya que tuvieron grietas en la parte media con la varilla No. 4. ¿A qué se refiere, cuál es su importancia de usar la varilla y de ese calibre, el resultado es favorable o desfavorable? Nota al pie

Una vez probado que eran aceptadas por los consumidores se realizaron los balances correspondientes para saber si todo este sólido acuoso podía usarse en la molienda, se encontró que sí; en este momento se están ahorrando 2000 litros de agua diarios que se usaban en la limpieza y arrastre del maíz de las tinas al molino, pues se está usando el nejayote recolectado para hacerlo y de acuerdo con los balances que se tenían sobre el uso del agua, esa cantidad era la que se gastaba.

En la actualidad se está trabajando en la neutralización del líquido restante para su posterior potabilización, si esto resulta rentable, o en tirarlas pero ya con un contenido mínimo de sólidos, frío y neutralizado (pH de 7).

c) Otros productos a base de nixtamal.

Es importante señalar que se ha venido trabajando con otras alternativas de uso del nixtamal, para ofrecer productos que den como resultado mayor utilidad monetaria a la vez que impactan en la nutrición de manera positiva. Por lo que se han desarrollado dos tecnologías, una que permita hacer una tortilla a base de nopal y otra en la que se analiza la posibilidad de un nuevo producto a base de maíz nixtamalizado fermentado tipo papilla para emplearse tanto en la producción de un yogurt con características prebióticas o de un producto dulce para ser consumido como golosina pero con alto valor nutricional.

Tortilla con Nopal.

Para la elaboración de este producto se empleó el nopal crudo cortado en pequeños trozos y se hicieron pruebas empleando nopal en un 20, 30, 40, 50 y 60 por ciento. Ya obtenida la masa adecuada, se llevo a cabo la elaboración de tortillas de nopal.

Los resultados muestran que la tortilla que contenía 20 y 30 por ciento de nopal no cambiaba de color y el sabor a nopal no era muy perceptible, a partir del 40 por ciento, la masa ya era de color verde y se percibía el olor a nopal de manera importante, sin embargo se buscó la manera de que se empleara la mayor cantidad posible de nopal y este fue el 60 por ciento.

La masa obtenida con este producto era suave aunque también un poco pegajosa, no obstante se pudo trabajar bien en la máquina tortilladora. En cuanto a la tortilla ésta tenía las características antes señaladas, pero además presentó una rollabilidad excelente, pues no se rompió la tortilla, ni la recién hecha ni la recalentada 30 minutos después de elaborada

Se llevo a cabo una prueba de aceptabilidad, en la cual se evaluó color, olor, textura y sabor, en la cual se realizaron 50 encuestas en la tortillería “El Esfuerzo”, las cuales arrojaron los siguientes datos:

- El dos por ciento de las personas encuestadas no estuvo de acuerdo con el color, estas querían una tortilla amarilla con sabor a nopal.
- El cuatro por ciento, estuvo de acuerdo en color, olor y textura, pero querían menos sabor a nopal.
- El cuatro por ciento dijo que no apreciaban muy bien el sabor, que la tortilla estaría mejor con más sabor a nopal.
- 90 por ciento de la población encuestada estuvo de acuerdo con las características que presentaba la tortilla.

Para determinar la vida de anaquel, las tortillas se guardaron a temperatura ambiente y a cuatro grados centígrados dentro de bolsas con cierre hermético (ver Tabla 1).

Tabla 1.- Vida de anaquel de tortillas normales y de nopal

	Temperatura Ambiente (días)		Refrigeración 4°C (días)	
	Bolsa hermética	papel	Bolsa hermética	papel
Tortilla Normal	8	3	24	4
30% nopal	5	4	23	4
40% nopal	4	4	23	4
50% nopal	3	4	21	4
60% nopal	3	4	20	4

Fuente: Con datos de vida en anaquel y en refrigeración.

En la tabla 1 se observa que aunque la tortilla de nopal presenta muy buenas características, el tiempo de vida de anaquel se ve disminuido considerablemente en la medida que aumenta la concentración de nopal, no así en la que se mantiene en refrigeración, en donde no se marcan diferencias entre las tortillas.

Desde el punto de vista económico el precio de la tortilla puede ser ligeramente superior, pues en las dos experiencias que se tienen, uno compra el nopal en Milpa Alta y el precio sin espinas es prácticamente el mismo que el del maíz. El otro siembra su propio nopal y considera que el precio está bien pagado.

Papilla fermentada de maíz nixtamalizado.

En el México prehispánico existieron bebidas hechas a base maíz con alto valor nutricional, desconocidas por la mayoría de los habitantes de México.

En algunos lugares del país, tales productos se siguen consumiendo, tal es el caso de los Mayas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo donde se preparan varios tipos de atoles agrios y el pozol; o el de los Nahuas de Puebla que aún consumen tamales, atoles y tortillas agrias; el tesgüino, bebida ampliamente consumida por los Tarahumaras de la sierra de Chihuahua; el caso de los Chinantecos y Mixtecos de Oaxaca; los Zoque-Popolucas de Veracruz y de los Purepechas de Michoacán que consumen principalmente el pozol, aunque también ingieren otros productos fermentados de maíz.

Para muchas de estas culturas, estas bebidas y productos fermentados de maíz van más allá del valor nutricional, ya que incluso se les atribuyen propiedades curativas.

En el proyecto se realizó un sondeo de mercado en la ciudad de México sobre el deseo de consumir un producto fermentado de maíz que además de nutritivo, contuviera bacterias probióticas y que fuera similar al yogurt. Con los resultados se sabe que existe un mercado dispuesto a probar y comprar este producto de maíz nixtamalizado siempre y cuando tuviera buen sabor y fuera accesible en costo.

Bajo estas condiciones se elaboró una papilla de maíz nixtamalizado fermentada con microorganismos lácticos, a fin de obtener el producto (o productos) con sabor láctico, probiótico y con un gran potencialidad para ser usado(s) como materia prima para el desarrollo de otros alimentos.

Para el desarrollo del producto se establecieron una serie de experimentos, en donde los factores evaluados fueron: A) humedad del medio de fermentación (88, 96 por ciento); B) período de fermentación (48 y 72 h); C) nixtamalización (80°C a 0.5 h, y desde 90°C hasta 50°C, 20 h); y, D) cocimiento (121°C, 10 y 15 min), usando bacterias lácticas probióticas.

Como variables de respuesta se determinaron, con un jurado semi-entrenado, algunos atributos sensoriales de las papillas fermentadas (finales), como aroma global, sabor global, sabor ácido, humedad y granulosis. Además se analizaron algunos parámetros químicos relacionados con el aroma (diacetilo y A.G.V., por C.G.) y con el sabor (acidez titulable).

El proceso de elaboración del producto incluyó tres etapas: un pretratamiento del maíz, un cultivo láctico y una formulación.

El análisis estadístico de las pruebas de evaluación sensorial determinó que todas las papillas probadas tenían un sabor global con aceptabilidad semejante (+1, 'suficiente potencialidad como materia prima'). En la prueba de preferencia se determinó que el proceso debe realizarse con la operación de cocimiento a 121 grados centígrados, durante 15 minutos y con el período de fermentación de 48 horas. Las sensaciones de humedad y de sabor ácido fueron detectadas de manera homogénea en cada subgrupo (muestras de baja o de alta humedad).

Una vez determinadas las condiciones óptimas de la papilla se han diseñado tres productos, una bebida tipo yogurt, un dulce de cacahuete y un dulce salado y enchilado sabor tamarindo. Los tres productos parten de la misma materia prima, por lo que son productos probióticos con sabor láctico y a base de maíz nixtamalizado.

Con el objeto de saber si los productos obtenidos pueden llegar a ser atractivos desde el punto de vista económico, se realizó un estudio de perfil de factibilidad mediante un estudio de mercado para calcular el programa de producción tentativo anual, con el cual dio inicio el estudio técnico para determinar la función de producción para la utilización eficiente de los recursos disponibles. Se calculó: el balance de materia, diagrama de proceso, diagrama de Gantt y tamaño de los equipos para determinar la capacidad de la planta, con los resultados del estudio técnico se realiza el análisis económico, se deben presentar todos los elementos que se consideran indispensables para el análisis del proyecto y son la base para realizar la evaluación económica como son: a) costos variables; b) gastos generales; c) inversión fija; f) costos fijos de operación; g) costos fijos de inversión; h) matriz de ingresos, i) matriz de egresos, j) estado de resultados proforma, k) flujo de efectivo proforma; y, l) los indicadores financieros como: 1). Valor Presente Neto (VPN); 2) la Tasa Interna de Retorno (TIR); y, 3) un análisis de sensibilidad.

Los resultados indican que existe un mercado que está dispuesto a probar y comprar un producto de maíz fermentado, no existen problemas para su escalamiento y el precio de venta para el yogurt sería de \$4.50 como mínimo para recuperar la inversión. Si se compara con un producto en el mercado lo más cercano serían los lácteos fermentados con un precio de \$19.00 / litro ya que no existe un producto similar para compararlo y lo único que le falta a la papilla es azúcar y fruta, aún así los precios son bajos lo que se traduce en un proyecto rentable.

Conclusiones

La consolidación organizativa de las Mipymes con una línea clara del rumbo que deben seguir tanto para el abasto de maíz (de otras zonas productoras que no sean las que surten actualmente a los molinos) como para incorporar valor agregado a sus productos, permitirá su sobrevivencia como unidades de producción. El papel de la mercadotecnia será también fundamental en la puesta en marcha de campañas intensivas que hablen sobre la calidad de los productos de maíz que se ofrecen y de la importancia que dichos productos tengan en la dieta de la población.

El futuro inmediato de las Mipymes dependerá de un trabajo intensivo tanto para abrirse a nuevas zonas de abasto de maíz (lo que implica otras variedades y por tanto modificar parte del proceso productivo actual) como a conocer la importancia de este cereal en la dieta mexicana.

El destino de las Mipymes de nixtamal y tortilla se encuentra en gran medida en el consumidor y en la influencia en el cambio de patrón de consumo que logren la disposición de nuevos productos en el mercado, aunque como se demostró el consumo de tortilla sigue siendo prioritario en el país sin importar edad, sexo o posición social.

Las Mipymes del maíz como ya se dijo tienen grandes problemas, como son la optimización del propio proceso y la diversificación de productos que se ofrecen en él. Por un lado genera grandes cantidades de aguas residuales, que actualmente contaminan pero que, como se demostró, pueden ser tratadas fácil y económicamente, ya que los sólidos insolubles que contiene el nejayote pueden ser separados por sedimentación y reusados en el propio proceso, lográndose con esto ahorros en el consumo de agua, aumento en el rendimiento de la masa y por supuesto disminuirían las descargas de aguas residuales altamente contaminadas al alcantarillado.

No obstante en la actualidad se sabe que resolver el problema del nejayote no es la prioridad más importante para los industriales del nixtamal. La ventaja es que la tecnología está lista para cuando se necesite. Promover esta innovación en el proceso, permitirá además establecer alternativas para la vinculación con el sector molinero de Iztapalapa.

En cuanto a la diversificación de su producción, es importante lograr hacer productos alternativos que tengan un valor nutritivo importante y que al mismo tiempo generen productos de mayor valor agregado sin que estén limitados a la producción de la tortilla.

De esta forma vale la pena resaltar que las tecnologías aquí presentadas son susceptibles de ser probadas por los propios molineros a fin de que cada día sean más los interesados en participar con la UAM en diversas actividades tanto académicas como de asesoría.

Bibliografía.

Bressani, R. (1990). "Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas". *Foods Rev. Int.*, 62: 225.

Esteva, Gustavo y Catherine, Marielle. Comité Sin maíz no hay país. (2003). Sin Maíz no Hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Museo de Culturas Populares. 346p

Fair Maskew Gordon et.al.(1996) Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales. Editorial Limusa. México 1996.

INEGI. 1961. VIII. Censo de Población y Vivienda. México.

INEGI. 1999. Censos Económicos. XIV Censo Industrial.

INEGI. 2000. SCINCE por Colonias, 2000.

INEGI. 2000. XII. Censos de Población y Vivienda 2000 México.

INEGI. 2004. Censos Económicos. Micro, pequeñas, medianas y grandes empresas: visión censal.

UAMI. Informes técnicos de trabajo 2005 al 2008. Proyecto interdivisional "Metodología para dar asistencia técnica a las Pymes: el caso de los molinos de nixtamal en Iztapalapa".

Velasco Lozano, Ana María L. (2002). "El jardín de Iztapalapa" pp.26-33. En: Arqueología Mexicana. Antiguos Jardines Mexicanos. Serie Historia de la Arqueología en México IV. Vol. X, Núm. 57. México.

<http://maiztortilla.com/es/introduccion/limitantes.htm>