



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICO FARMACOBIOLOGO**

TESIS

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE PASTAS DE
SÉMOLA DE TRIGO DE MARCA LIBRE**

PRESENTA:

JASMINE ROJAS ROSILES

DIRECTORA:

M.S.P. CLAUDY LORENA VILLAGRÁN PADILLA

ASESORA:

M.C. PATRICIA GUADALUPE SUÁREZ ALBORES

2018

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios Todopoderoso por haberme acompañado, guiado, darme paciencia, ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y darme confianza para poder lograr nuestros propósitos y así poder culminar exitosamente mi carrera.

Le doy gracias a mis padres Carmen Rosiles Martínez y Víctor Hugo Rojas Cortés quienes en cada momento de mi vida me han apoyado y motivado incondicionalmente, creyendo en todo momento en mis habilidades, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, sobretodo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. A Hugo, Justine, Jean Paul y Marianne por llenar mi vida de grandes momentos que hemos compartido.

A mi directora MSP. Claudy Lorena Villagrán Padilla y asesora MC. Patricia Guadalupe Suárez Albores profesoras y amigas durante mi estancia en la carrera, por su tiempo y paciencia, orientarme en momentos decisivos durante la carrera y apoyarme a lo largo de la realización de la tesis profesional. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender nuevas cosas.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanzas y finalmente un eterno agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, institución a la cual debo mi realización profesional.

Jasmine Rojas Rosiles.

DEDICATORIA

A Dios.

Que con sus bendiciones ha estado en todos los momentos de mi vida, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la salud para lograr mis objetivos

A mi madre Carmen Rosiles.

Por haberme apoyado en mis momentos de debilidad, por sus consejos, por su amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

A mi padre Víctor Hugo.

Por su gran ejemplo de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

A mis hermanos.

Por el apoyo y amor que me brindan en todo momento.

A mis maestros.

M.S.P. Claudy Lorena Villagrán Padilla y MC. Patricia Guadalupe Suárez Albores por impulsar el desarrollo de mi persona, su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.

A mis amigos.

Tomás, Manolo, Salma, Irais, Cynthia, Antonio, Giovanna, José Manuel, Carlos, Alejandro y Mariana por todos los momentos que pasamos juntos y que quedan guardados en mi mente y corazón, quienes estuvieron conmigo en las buenas y las malas.

Al amor de mi vida.

A una persona muy especial quien ha sabido guiarme, darme su apoyo en todos los momentos que lo he necesitado.

A mí por mi paciencia.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
MARCO TEÓRICO	9
MARCO DE REFERENCIA	32
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
JUSTIFICACIÓN	36
OBJETIVOS	37
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	38
MATERIALES Y METODOLOGÍA	39
ESQUEMA DE TRABAJO	43
RESULTADOS	44
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la planta de trigo.	11
Figura 2. Morfología de la espiguilla del trigo.	12
Figura 3. Morfología del grano de trigo.	13
Figura 4. Clasificación norteamericana del trigo.	17
Figura 5. Cosechadora moderna.	19
Figura 6. Silos de secado.	20
Figura 7. Silos de almacenamiento.	21
Figura 8. Diagrama de bloques simplificado para la obtención de harina, salvado y sémolas.	22
Figura 9 y 10. Equipos para la obtención de sémolas (Sasor y Planchisters).	22
Figura 11. Fundamento de la prensa industrial para elaboración de pasta y las partes donde se aplica el principio del vacío.	25
Figura 12. Equipo completo para la producción de pasta industrial.	26
Figura 13. Indica la forma de rotular las Placas de Petri para proceder a la inoculación de las muestras.	40
Figura 14. Procedimientos realizados para el análisis de pastas.	45
Figura 15. Crecimientos microbianos observados en placas de Bacterias Mesofílicas Aerobias, Hongos y Levaduras.	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #1: Información nutrimental del trigo.	14
Tabla #2: Clasificación de pastas por su forma.	24
Tabla #3: Aditivos químicos tradicionales y su aplicación en pastas y fideos.	27
Tabla #4: Antimicrobianos naturales potenciales para la preservación de pasta y fideos.	28
Tabla #5: Relaciones con la actividad de agua mínima requerida por importantes grupos microbianos deteriorantes de los alimentos.	30
Tabla #6: Preparación presentativa de alimentos de humedad relativa por equilibrio.	31
Tabla #7: Límites de aceptación microbiológico para alimentos a base de cereales.	42
Tabla #8: Pastas analizadas conformes al lote.	44
Tabla #9: Resultado de conteo de bacterias, hongos y levaduras.	47
Tabla #10: Reporte de resultados obtenidos del análisis de pastas.	60

RESUMEN

La necesidad del ser humano por satisfacer sus necesidades primarias como es la alimentación, lo lleva a buscar procesos que incrementen su vida útil y que estos cumplan con las propiedades nutritivas además de ser inocuos, sin embargo, estos alimentos deben de cumplir con normas que indiquen que el producto no afecte la salud del consumidor.

Las empresas alimenticias son estrictas en todos los procesos de producción, desde el momento de obtener la materia prima hasta el producto final. La producción de las pastas comprende una vasta cantidad de procesos, esto desde el momento en que se obtiene la materia prima que es el trigo hasta la obtención del producto final que es la pasta.

Las Normas Oficiales Mexicanas referentes a la producción de alimentos a base de cereales como son las pastas, establece las especificaciones sanitarias que se deben de cumplir desde el momento de transporte y almacenamiento de los cereales, los procesos de obtención de harinas, los alimentos que se producen a base de los mismos y los nutrientes que deben incluir además de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que se deben de realizar.

Las pastas de marca libre analizadas conforme a las Normas Oficiales Mexicanas nos indican que la gran mayoría de ellas cumplen con las especificaciones microbiológicas indicadas como es la búsqueda de Bacterias Mesofílicas Aerobias, de las cuales todas estaban dentro de la norma pero algunas mostraban una cantidad elevada; en cuanto a la búsqueda de Coliformes Totales 4 de ellas no cumplen con la norma ya que son un indicio de malas prácticas higiénicas ya sea por no dar una limpieza correcta al equipo de producción o alguna contaminación durante el envasado; los hongos y levaduras que crecieron pueden ser resultado de los malos tratamientos de secado y horneado, ya que las pastas poseen una actividad de agua < 0.8 y esto no permite la presencia de bacterias pero si de algunos mohos descomponedores, los resultados de hongos y levaduras mostraron cumplir con la norma. El 92% de las pastas analizadas mostraron cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas, solo el 8% de estas no cumplieron debido a la presencia de Coliformes Totales, lo cual es un impedimento para que los alimentos salgan a la venta ya que pueden causar enfermedades en el consumidor.

Esto nos muestra la importancia de que un producto terminado y que ya está a la venta debe garantizar a los consumidores que son seguros para su consumo y que además logrará satisfacer las necesidades de los mismos.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el ser humano ha tenido que establecer normas de prevención y seguridad para los alimentos, inicialmente de manera empírica y posteriormente, con la creciente obtención de experiencias y conocimientos científicos, emprende a aplicar técnicas que ayuden a la conservación de los alimentos mediante normas de prevención y los cuidados que se le tienen que dar a los mismo esto, para evitar enfermedades y hacerlos seguros para su consumo.

El ser humano, los alimentos y los microorganismos desde los principios de la vida hasta la actualidad, han tenido gran diversidad de interesantes asociaciones, ya que los alimentos no solo nos proporcionan gran cantidad de nutrientes, sino que los microorganismos también los utilizan para su supervivencia, pero no solo debe ser tomado desde el punto de vista en que puedan causarnos enfermedades, sino que también han logrado que los alimentos crudos sean transformados en delicias culinarias como son las salchichas, quesos, vino y la cerveza.

Actualmente, las empresas y el mercado alimenticio son más rigurosos con la calidad y la salubridad de los productos que se comercializan; por lo cual, es necesario implementar técnicas y normas en los procesos alimentarios, desde el momento en que se consigue la materia prima hasta que obtenemos el producto final.

Los cereales y los alimentos derivados de los cereales constituyen una gran fuente de alimentos para todo el mundo; los granos de cereales como son el maíz, trigo, centeno y avena por mencionar algunos, son la base de la alimentación en algunos países. Recordando estas asociaciones alimentos-microorganismos, es importante mencionar que este tipo de alimentos posee una microflora variada, donde se incluye una amplia variedad de bacterias, levaduras y mohos, los cuales durante los diversos procesos pueden contaminar la instrumentación e incluso, si no se da un tratamiento correcto antes y durante el proceso de obtención de algún subproducto, puedan llegar a causar la degradación del producto y enfermedades cuando el producto esté finalizado.

Por lo tanto, es importante establecer normas y procedimientos de higiene para la elaboración de alimentos inocuos, esto es, mediante el uso de las Buenas Prácticas de Manufactura y los Controles de Calidad.

MARCO TEÓRICO

Historia.

El consumo de cereales data desde tiempos antiguos, donde para las civilizaciones americanas como los Mayas y los Aztecas, el maíz era el cereal que se cultivaba y que hoy en día continúa siendo el alimento básico de la dieta de la mayoría de las poblaciones, mientras que en Asia el cereal predominante ha sido el arroz y en África el sorgo y el mijo.

Según el relato de los historiadores Andrés Tapia y Francisco López de Gómora, un criado de Hernán Cortés fue el primero en sembrar y cosechar el primer trigo en México, esto, al encontrar mezclados tres granos en un costal de arroz, solo una de las semillas germinó y a partir de esa espiga se hicieron otras siembras para que comenzara a cultivarse en diferentes regiones de la Nueva España.

El cultivo de trigo, así como su transformación en harina y pan en la Nueva España fue una necesidad primaria de los conquistadores para satisfacer sus costumbres de alimentación; también tuvieron la tarea de enseñar a los autóctonos la molienda y la elaboración del pan convirtiéndose en parte de la dieta americana en ese entonces (Gamiño, 2013).

Cereales y derivados.

Se define a los cereales como a los granos comestibles de ciertas plantas pertenecientes a la familia de las gramíneas de un solo cotiledón tales como trigo, maíz, arroz, avena, centeno, cebada, sorgo y amaranto, entre otros (NOM-247-SSA1-2008).

Los cereales constituyen la principal fuente de energía en la dieta debido a su alto valor energético y a su bajo costo en comparación con otros alimentos. Estos se cultivan con facilidad, pueden transportarse convenientemente y almacenarse por períodos largos, que otros alimentos y su preparación para consumo es fácil.

Actualmente el consumo de cereales es mayor que el de cualquier otro alimento, los cuales, se pueden consumir en sus formas naturales o procesadas a partir de su transformación en harina, pero estos alimentos no solo son para alimentación humana, sino también para los animales de ganado, entre otros (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá).

Trigo.

El trigo (*Triticum* spp) es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*. Todos ellos son plantas anuales de la familia de

las gramíneas, y su cultivo se ha extendido por todo el mundo. La palabra trigo proviene del vocablo latino *triticum*, que significa 'quebrado', 'triturado' o 'trillado', haciendo referencia a la actividad que se debe de realizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre. Con el término trigo se designa tanto a la planta como a sus semillas comestible, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales. El trigo es uno de los tres cereales más cultivados globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más consumido por el hombre en la civilización occidental desde la Antigüedad. El trigo se cultiva preferentemente para ser destinado al consumo humano, y en menor cantidad para piensos. El grano de trigo se utiliza para hacer harina, harina integral, sémola y malta, así como una gran variedad de productos alimenticios derivados de éstos como pan, galletas, cerveza, whisky, pasta, cereales de desayuno, aperitivos, etc. En Europa, el trigo fue la principal fuente de almidón para la fabricación de papel y cartón, hasta que se introdujo el cultivo del maíz (Edel, Rosell, y Gómez, 2007).

La planta del trigo es anual y monocotiledónea, la cual posee la siguiente morfología (Figura 1):

- Raíz: el trigo posee una raíz fasciculada, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas hasta un metro de profundidad. La densidad de las raíces varía según el tipo de cultivos del trigo, en secano las raíces tienen menos densidad que en regadío (CIMMYT, 2016).
- Tallo: el tallo del trigo es un tallo recto y cilíndrico, hueco, poco ramificado generalmente posee seis nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando medir entre 0.5 a 2 metros de altura, esta medida varía según la especie de trigo que se cultive (CIMMYT,2016).
- Hojas: tienen una forma linear-lanceolada (Alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas, que llegan a medir de 0.5-1 cm de ancho y con una longitud de 15-25 cm, cada planta tiene de cuatro a seis hojas (CIMMYT,2016).
- Inflorescencia: es una espiga compuesta por un raquis o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta (CIMMYT,2016).
- Flor: Cada flor está compuesta por tres estambres y por dos estigmas plumosos que nacen del ovario; en la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes

llamadas lodículos o glomélulas, las cuales se encuentran protegidas por dos brácteas (lemma es la parte más externa y la pálea que es la interna) (Figura 2) (CIMMYT,2016).

- Grano: Es el fruto de la planta, el cual tiene una forma ovoide con una ranura en la parte ventral, protegido por el pericarpio, el cual tiene la función de proteger el grano de agente bióticos externos como insectos y microorganismos, impedir la pérdida de humedad, conducir y distribuir la humedad y otros nutrientes durante la germinación (CIMMYT,2016).

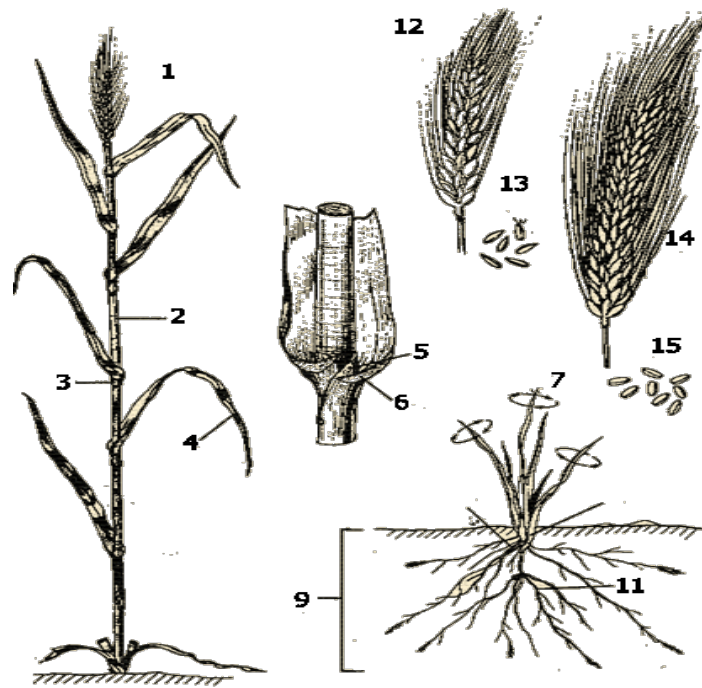


Figura 1. Morfología de la planta de trigo, 1) nos muestra la planta y la altura que llega a medir, 2) estructura del tallo y la presencia de los nudos, 3) nudo sólido, 4) forma de la hoja lanceolada, 5,6) lígula y aurícula que sirven para identificación de las plántulas, 7) plántula, 9) raíces, 11) raíces que nacen a partir de las semillas, 12) espiga del trigo macarrón, 13) granos del trigo macarrón, 14) espigas del trigo común, 15) granos del trigo común (Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, CANIMOLT, 2016).

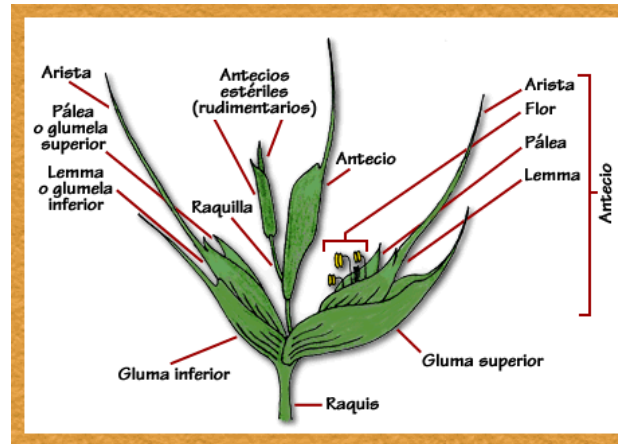


Figura 2. Morfología de la espiguilla del trigo (hispano-3000, 2015).

Estructura y composición de los granos de trigo.

Las variedades del trigo actuales (*Triticum aestivum*) ha evolucionado por diferenciación genómica y por cruzamiento con trigos silvestres. Las tres especies originales conocidas como trigos antiguos son espelta (*Triticum spelta*), farro (*Triticum diococcum*) y escanda (*Triticum monococcum*). Estos trigos antiguos presentan una ventaja de retener su cascarilla, lo cual protege al grano maduro del ataque de insectos y se elimina antes del procesamiento del grano, en cambio, los granos actuales pierden fácilmente esta cascarilla durante la cosecha (Collar, 2007).

Los granos de trigo son cariósides que presentan forma ovalada con extremos redondeados, sobresaliendo el germen en uno de ellos y en el otro, un mechón de finos pelos (pincel). Están formados por 3 partes principales: el salvado o parte externa, el germen o embrión y el endospermo, que es la parte más interna del grano. El germen sobresale en uno de los extremos, el resto del grano se denomina endospermo, el cual está recubierto por la capa de aleurona. El pericarpio recubre el grano y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo (Figura 3) (Edel, Rosell, y Gómez, 2007).

El salvado está formado por numerosas capas ricas en vitaminas y minerales, así como un alto contenido en proteína. La capa de aleurona se localiza entre el salvado y el endospermo, donde esta capa juega un papel fundamental en el desarrollo del embrión durante la germinación, además, contiene altas concentraciones de diversas sustancias nutritivamente importantes, por lo que es muy importante aprovecharla (Edel, Rosell, y Gómez, 2007).

El germen de trigo es una de las fuentes más ricas en vitaminas B y E, además contiene proteínas, grasas y minerales. El endospermo está formado principalmente por almidón,

proteínas y en menor cantidad por celulosas, presentan un bajo contenido en vitaminas y minerales (las harinas blancas están formadas principalmente por el endospermo) (Edel, Rosell, y Gómez, 2007).

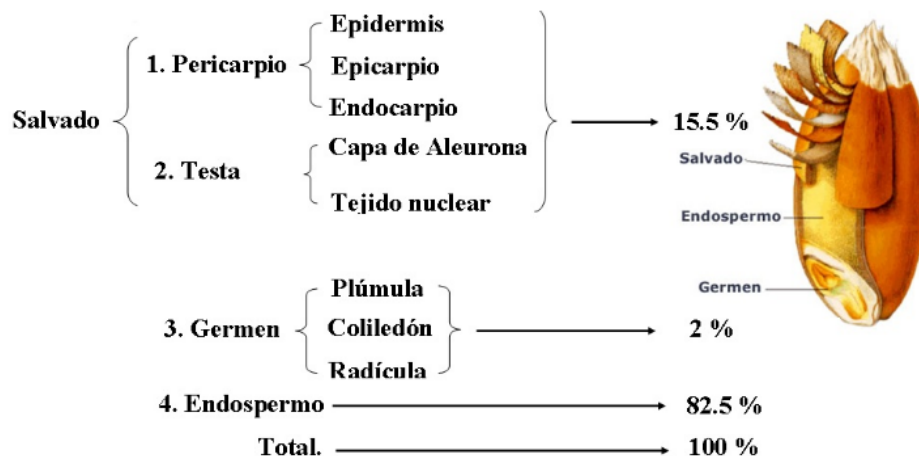


Figura 3. Morfología del grano de trigo, se indica el porcentaje de las partes que conforman al salvado, germen y el endospermo (Manrique & Vera, 2013).

La composición del grano de trigo (Tabla #1) puede variar de acuerdo con la región, condiciones de cultivo y años de cosecha, también la calidad y cantidad de nutrientes dependen de las especies de los trigos. En general, el grano maduro está compuesto por carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales y agua, junto con trazas de vitaminas, enzimas y otras sustancias (Juárez, Bárcenas-Pozos, y Hernández, 2014).

Los carbohidratos totales son los componentes más importantes, de los cuales el 64% es almidón, el resto son carbohidratos solubles e insolubles que constituyen a la fibra dietética. La fracción insoluble está compuesta principalmente por celulosa y hemicelulosa, las cuales se encuentran en las envolturas del grano y no son digeribles por el ser humano.

El trigo tiene un alto contenido de almidón y es el hidrato de carbono más importante en todos los cereales, considerado como una fuente de energía y además es totalmente digerible por el sistema digestivo. Las proteínas que acompañan al almidón tienen una buena tasa de digestibilidad, sin embargo, dado a su bajo porcentaje y a la ausencia de aminoácidos esenciales como lisina, triptófano y treonina, se considera al trigo como un alimento de baja calidad proteica en las primeras etapas de vida del humano. Así como se había mencionado con anterioridad, la cantidad de proteínas depende de las condiciones ambientales y al genotipo. Las proteínas pueden dividirse en dos grupos que son: las proteínas del gluten o de almacenamiento

y las proteínas que no forman gluten, englobando a la mayoría de las enzimas. Las proteínas son las que otorgan principalmente la capacidad de esponjamiento de la harina de trigo, además, del almidón y los lípidos. Las glutelinas y gliadinas forman el gluten que, junto con los lípidos y el agua, son responsables de las propiedades de viscoelasticidad y cohesividad de la masa panadera.

El trigo es considerado como una fuente importante de algunas vitaminas y minerales, pero durante la molienda, muchos de estos nutrientes se pierden, ya que estos se encuentran en el germen, el pericarpio y la aleurona, y debido a esta pérdida, las harinas deben ser adicionadas con hierro y vitaminas del complejo B, siendo esto regulado por la ley (Edel, Rosell, y Gómez, 2007); (Liyana-Pathirana, 2007).

Con respecto a estudios realizados por Ivanisová, et al. menciona que los granos de cereales son ricos en ácidos fenólicos y flavonoides, pero se encuentran en bajas cantidades y muestra que en la dieta estos ácidos tienen una alta actividad antioxidante, lo cual contribuye en grandes beneficios a la salud. En el experimento realizado se hace una comparación de diversos granos como son cebada, avena, centeno, espelta, trigo y triticale, donde se evalúa el contenido de flavonoides y ácido fenólico que contienen, en el cual se demuestra que el trigo en cereal tiene una buena cantidad de flavonoides, sin embargo, cuando éste pasa por el proceso de molienda disminuye en gran cantidad la concentración de este antioxidante, lo mismo sucedió con el contenido de ácido fenólico. La explicación se da en que, los flavonoides se encuentran concentrados principalmente en el pericarpio y durante la molienda el pericarpio se pierde. (Ivanisová, Ondrejovic, y Silhar, 2012)

Tabla #1. Información Nutrimental del trigo (Juárez, Bárcenas-Pozos, y Hernández, 2014).

Nutrientes	Porcentaje	Sustancias Nutritivas que los contienen	Porcentaje
Carbohidratos	77-87%	Almidón	64%
Proteínas	8-16%	Gluten	14%
Lípidos	1-2%	Ácidos grasos saturados.	11-26%
Fibra	2-3%		
Humedad	12-14%		

Clasificación del trigo.

Los trigos se clasifican en función de la estación de cultivo, el color, dureza y textura del endospermo (esto relacionado con la forma en que el grano se rompe durante la molienda) y por su contenido proteico (se relaciona con las propiedades funcionales de la harina).

Trigos de ciclo largo: O trigos de invierno, son aquellos que se siembran en otoño en el hemisferio norte, maduran durante la primavera y se cosechan al principio del verano.

Trigos de ciclo corto: También denominados trigos de primavera se siembran en primavera y se cosechan al final del verano y sus características de rendimiento son significativamente inferiores a los trigos de invierno, pero el grano es de mejor calidad para procesos de panificación, debido a un mayor contenido de gluten y proteína.

Por la textura del endospermo se clasifican en vítrea (cristalina, córnea, acerada) o harinosa (almidonosa, yesosa). El carácter vítreo de los granos se relaciona con su alto contenido proteico y el harinoso se asocia con rendimientos más elevados. Los granos vítreos son translúcidos y brillantes al observarlos, contrario a los harinosos que son opacos y oscuros bajo una fuente de luz (Edel, Rosell y Gómez, 2007).

En México, los trigos se clasifican de acuerdo con su funcionalidad en fuertes, suaves, tenaces y cristalinos. En la región noroeste del país, Sonora y norte de Sinaloa, se siembran trigos panaderos y cristalinos (los cuales corresponden a los trigos fuertes, medio fuertes, tenaces y cristalinos), mientras que los trigos suaves se cultivan en el estado de Guanajuato y en el estado de Chihuahua (Serna-Saldívar, 2009).

La dureza de los trigos es una característica de la molienda relacionada con la forma en que el endospermo se rompe, lo cual, nos permite conocer el grado de dureza de los granos, donde a mayor dureza, mayor contenido proteico, además de que tener una alta capacidad para absorber agua y, por tanto, una buena calidad panadera. El trigo más duro conocido como candeal, es el *Triticum durum*, cuya harina es utilizada para la fabricación de macarrones, spaghetti y otros tipos de pasta. Se ha observado en *Triticum durum* a través de microscopía electrónica que existe una fuerte adherencia entre la proteína y el almidón. Los trigos duros producen una harina con mayor granulometría (sémola o semolina), de características arenosas y formada por partículas de forma regular, que son, células del endospermo; por contrario, los trigos blandos, proporcionan harinas muy finas, las cuales, están formadas por fragmentos irregulares de las células del endospermo y partículas planas que se adhieren unas a otras.

La fuerza del trigo es una cualidad relacionada con las aptitudes panaderas, es decir, la capacidad que tiene una harina para producir pan en piezas de gran volumen con miga de buena textura. Los trigos con esta aptitud suelen poseer un elevado contenido proteico y se les llama trigos fuertes; en cambio, los que sólo pueden dar piezas pequeñas con migas de estructura basta, suelen tener un contenido proteico bajo y se denominan flojos, los cuales, son ideales para la fabricación de galletas y pastas de té, los cuales son productos en los que no llega a desarrollarse el gluten o no se requiere fermentar la masa con levadura.

Una de las clasificaciones más utilizada es la norteamericana la cual separa a los trigos de la siguiente manera (Figura 4) (Edel, Rosell y Gómez, 2007):

- Trigo semolero (Durum wheat): Es un trigo de primavera, tiene una gran dureza y un alto contenido proteico y gluten; se utiliza para fabricar sémolas y semolinas para la elaboración de pasta y algunos tipos de pan de los países mediterráneos.
- Trigo duro rojo de primavera (Hard red spring wheat): Este tipo de trigo es el que tiene el mayor contenido de proteína y es utilizado para la producción de pan de molde y cualquier otro derivado de panadería y bollería que requiera harinas de fuerza, así como para mezcla de trigos.
- Trigo duro blanco (Hard White wheat): Tiene un contenido medio de proteína, tiene características muy similares al trigo duro, excepto por el color y a sus propiedades de molienda y panificación. Es utilizado para la elaboración de panes fermentados, panes integrales, tortillas, fideos, etc.
- Trigo blando rojo (Soft Winter red wheat): Su contenido proteico es medio-bajo y se utiliza para la producción de pan y la preparación de mezclas, así como de galletas, pasteles y otros productos de bollería y pastelería.
- Trigo blando blanco (Soft White wheat): Tiene un bajo contenido proteico pero un gran rendimiento, este trigo confiere un color más blanco a los productos y se usa en la fabricación de productos de alta calidad que requieren harinas flojas como son pasteles, galletas, bollos y pasta oriental.



Figura 4. Clasificación norteamericana del trigo (Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, CANIMOLT, 2016).

Microorganismos que atacan el trigo.

Existe una gran cantidad de microorganismos que son capaces de afectar a los granos de trigo tanto en el campo como durante su almacenamiento. El género que ataca principalmente al grano de trigo en el campo es *Fusarium*, mientras que en el almacén es atacado principalmente por las especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Algunas especies de estos hongos producen toxinas conocidas como aflatoxinas, las cuales causan graves enfermedades en humanos y animales, además de que son potentes agentes cancerígenos y mutagénicos (Juárez, Bárcenas-Pozos, y Hernández, 2014); (Bullerman y Bianchini, 2009).

- *Fusarium*: Este hongo contamina al grano durante su desarrollo y maduración, afecta principalmente al trigo y otros cereales como maíz, sorgo y avena; para el crecimiento del microorganismo óptimo requiere una humedad del grano entre 20-25%. Es importante desde el punto de vista fitosanitario ya que producen muchas enfermedades a las plantas, llegando a reducir la producción hasta un 40%. Algunas especies de este género producen toxinas como tricotecenos, zearalenona y fumonisina, las cuales causan enfermedades en el humano y animales, si se consumen alimentos contaminados.
- *Aspergillus*: Para el crecimiento óptimo requiere una humedad de 15-20% y condiciones ambientales de 25 °C. Este microorganismo es el encargado del deterioro de los alimentos y piensos. Son productores de diversas toxinas como aflatoxinas (se dividen en varias clases y son potentes carcinógenos para animales y humanos) y ocratoxina A. *Aspergillus glaucus* es la especie más importante en el trigo ya que tiene la capacidad de crecer en granos con bajo contenido de humedad (14-15%) y resistir temperaturas

bajas (25°C). además, es el responsable de dañar y decolorar el germen del grano (Bullerman y Bianchini, 2009).

- *Penicillium*: Estos hongos matan y decoloran el trigo, resisten bajas temperaturas y producen toxinas como citreoviridin, a esta toxina se le asocian síntomas del Beri-Beri cardíaco. Para evitar que este microorganismo dañe el grano antes del almacenamiento se deben tratar los granos con el secado (Juárez, Bárcenas-Pozos y Hernández, 2014); (Hocking, 2003).

Procesamiento de los cereales.

El trigo debe pasar por varias etapas desde su cosecha hasta llegar a ser consumido, a esta serie de pasos se le conoce como tratamientos postcosecha y consisten en los siguientes tres bloques (Diagrama 1):

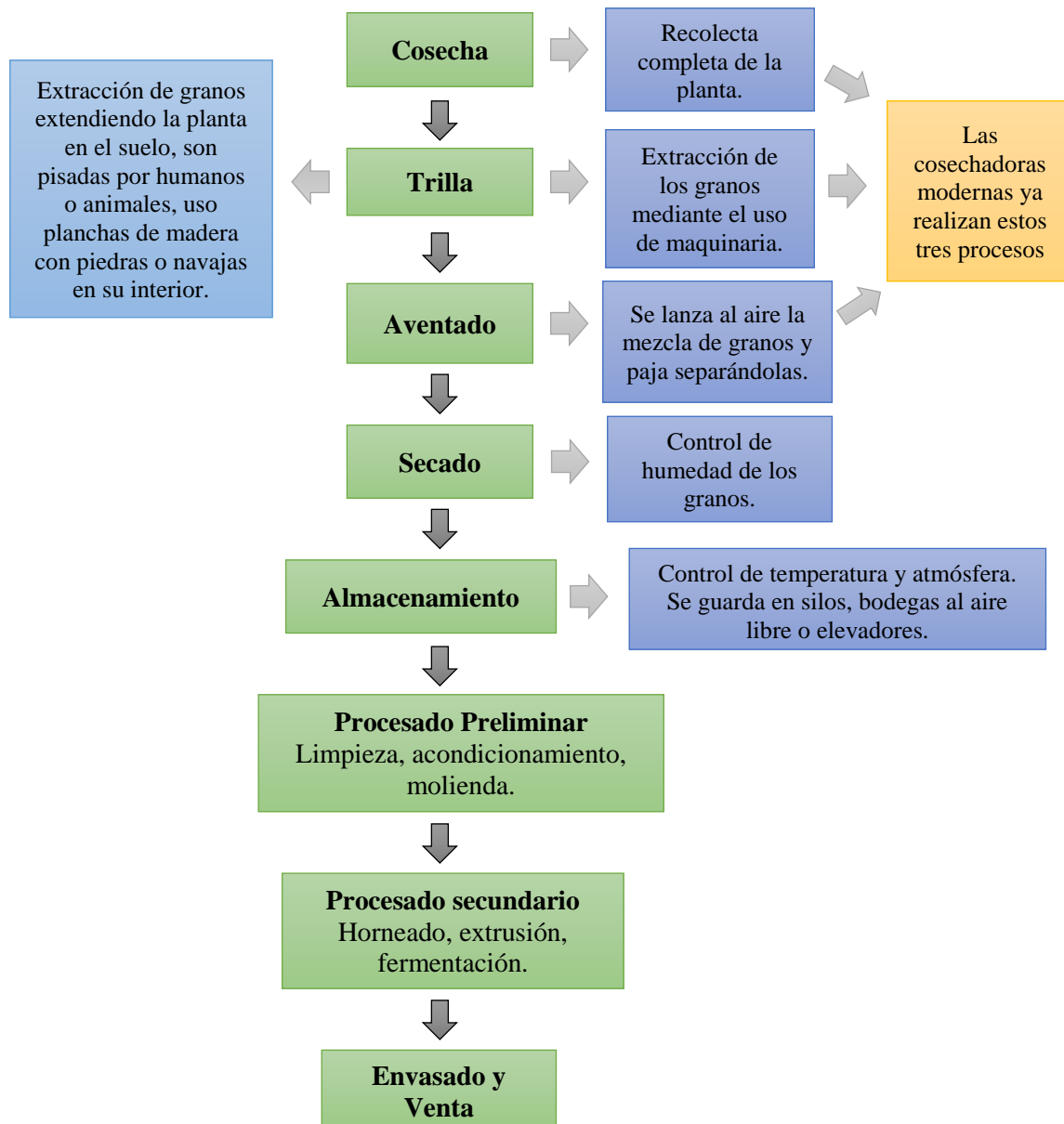
1. Desde la cosecha hasta el almacenado: Contempla todas las acciones que permiten extraer y estabilizar el grano.
2. Procesado preliminar: son las acciones que permiten la obtención de productos intermedios como la harina.
3. Procesado secundario: acciones que transforman los productos intermediarios en finales como es la elaboración del pan y producción de pastas.

La cosecha consiste en la recolección de la planta completa, por lo que primero será necesario separar el grano del resto de las partes, y para su separación se lleva a cabo mediante dos operaciones sucesivas que son la trilla y el aventado. Actualmente, hay trilladoras mecánicas que realizan ambos procesos al mismo tiempo; también, existen cosechadoras modernas que son capaces de realizar todas las operaciones de cosecha al mismo tiempo, incluso el de ensacar la paja (Figura 5).

Una vez que el trigo fue trillado y aventado, se debe almacenar el grano. El principal factor que debe controlarse en el almacenamiento es el porcentaje de humedad del grano, el cual debe estar entre 11 y 14%, esto, para evitar el crecimiento de hongos y la germinación del grano; por este motivo, debe efectuarse el secado (Román, 2009); (Espinoza y Quispe, 2011).



Figura 5. Cosechadora moderna la cual tiene la capacidad de realizar la cosecha, trillado y aventado (Precop, 2017).



Esquema 1. Tratamientos postcosecha (Juárez, Bárcenas-Pozos, y Hernández, 2014; Román, 2009)

El secado se realiza de distintas formas que pueden ser simples o sofisticadas, tales como la exposición al sol o el uso de equipos complejos; es necesario evitar el secado por calentamiento, ya que las propiedades proteicas pueden alterarse, y, por consiguiente, obtener una harina de baja calidad (Figura 6). Además de controlar la humedad, es importante el control de plagas con agentes químicos o biológicos, ya que gran parte de las pérdidas durante el almacenamiento varían del 25 al 50% debido a problemas climáticos (Juárez, Bárcenas-Pozos y Hernández, 2014).

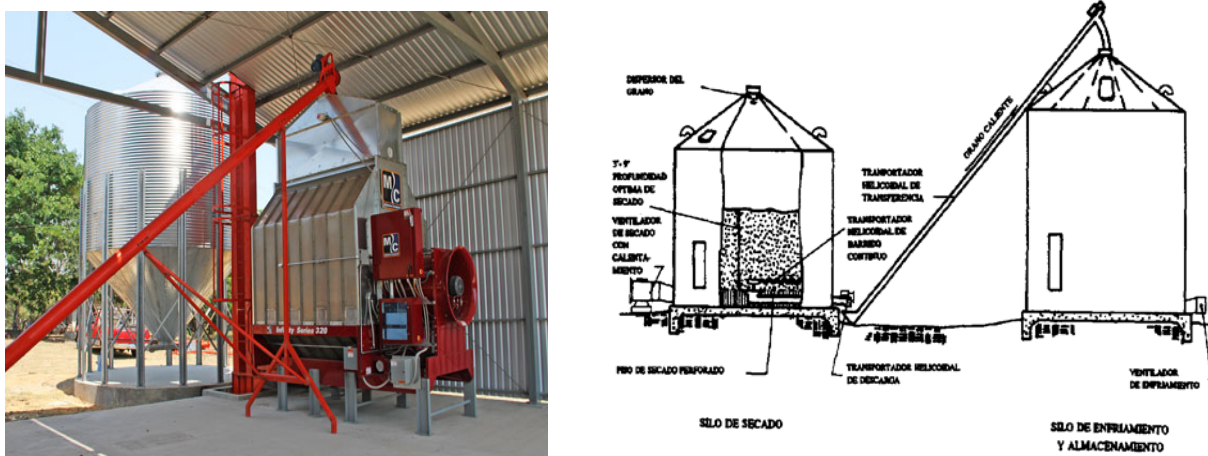


Figura 6. Silos de secado es el equipo complejo que se encarga del secado de los granos (FAO, 2017).

Para almacenar los granos existen varias formas, diseños y tipos de almacenes. En general, pueden clasificarse en bodegas de aire libre, silos y elevadores (Figura 7).

- Almacén al aire libre: el grano es acumulado en un piso y expuesto a la intemperie, suele tener forma de loma para minimizar los daños por lluvias, durante épocas de lluvia se suele proteger con plástico.
- Silos: son depósitos de forma hexagonal, rectangular o circular con diámetros de dos a diez metros, construidos con cemento, metal o asbesto y su capacidad suele ser para almacenar 50 a 1000 toneladas de grano.
- Elevadores: Son los almacenes más conocidos y se usan para el almacenamiento a granel y consisten en estructuras destinadas a soportar volúmenes de granos con sistemas de carga y descarga mecanizados, su capacidad varía entre 5000 y 30 000 toneladas (Serna-Saldívar, 2009).



Figura 7. Silos de almacenamiento (TECHNOSILOS, 2007).

Los granos que llegan a la harinera transportan con ellos elementos extraños como piedras, tierra, residuos de paja o semillas de otros cereales, por lo que, es necesario eliminar estos contaminantes antes de proceder a la molienda. Esta limpieza es importante en la fabricación de sémolas, ya que al ser éstas de mayor granulometría que las harinas, las impurezas tenderán a concentrarse en ellas. Se emplean diversos métodos para separar las impurezas basándose en diferencias de tamaños, forma, densidad o resistencia al aire, incluso por propiedades magnéticas cuando hay presencia de partículas metálicas. Industrialmente se utilizan equipos como las cribas, separadores por peso específico, separadores mediante corriente de aire y separadores magnéticos. Para el acondicionamiento del grano es un proceso previo a la molienda, que consiste en añadir agua al cereal dejándolo reposar unas 24 horas para optimizar la función del cereal, esto para reforzar la fibra y evitar que se rompa en fragmentos pequeños, aumentar la humedad del endospermo y facilitar la molienda. El siguiente proceso es la molienda el cual consiste en la transformación del endospermo en harina y sémolas, separando las cubiertas del grano y el germen (Román, 2009).

Obtención de sémola de trigo.

La sémola es un producto granulado destinado al consumo humano, el cual, se obtiene de la molienda de granos completamente maduros, sanos, limpios y sin germinar del trigo *Triticum durum*, exento de impurezas, mohos y granos de otros cereales. En este proceso se separa parte del salvado y el germen, se tritura el endospermo hasta que tenga un grado adecuado de granulación (Figura 8) (Rodríguez, 2003).

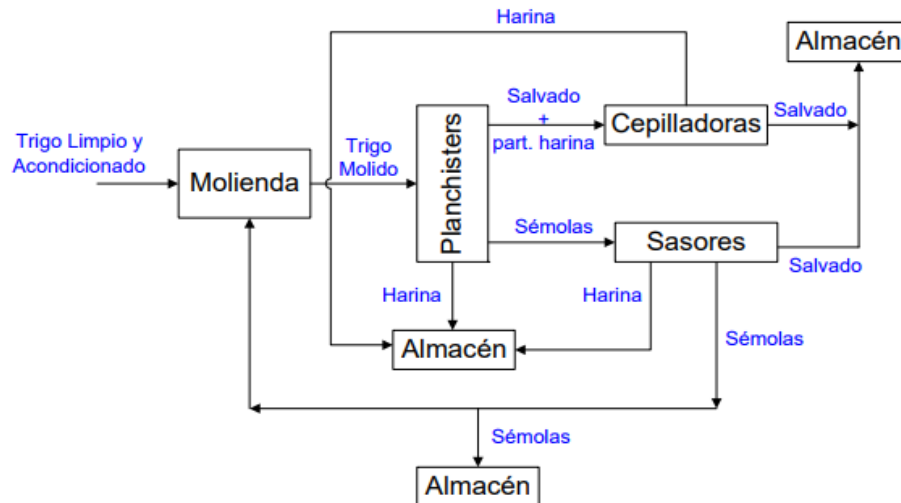


Figura 8. Diagrama de bloques simplificado para la obtención de harina, salvado y sémolas (Rodríguez, 2003).

Para la obtención de las sémolas, después de haber pasado por el proceso de molienda pasa a un equipo conocido como *Planchisters* o Cernedores, el cual, está formado por un conjunto de cribas que permite clasificar por tamaños de partícula el resultado de la molienda, donde las cribas son sometidas a movimientos vibratorios pasando por diferentes tamices hasta tener un tamaño de partícula homogéneo (tamaños de partícula de las sémolas es de 430-1150 μ m). Después de este proceso pasa a través de un *Sasor* o purificador de sémolas, el cual separa de las sémolas los fragmentos de cáscara fibrosa que aún permanecen en ellas y los cuales no pueden ser separados por el tamizado (Figura 9 y 10). El principio de los sasores está implicado en los separadores por peso específico, poseen uno o dos tamices vibratorios, mientras que el aire es aspirado por la parte superior, por lo que atraviesa la capa de material de abajo a arriba (Román, 2009).

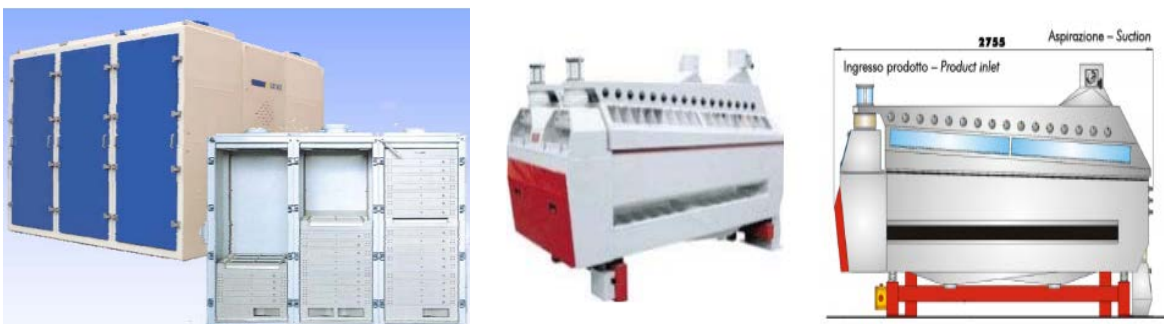


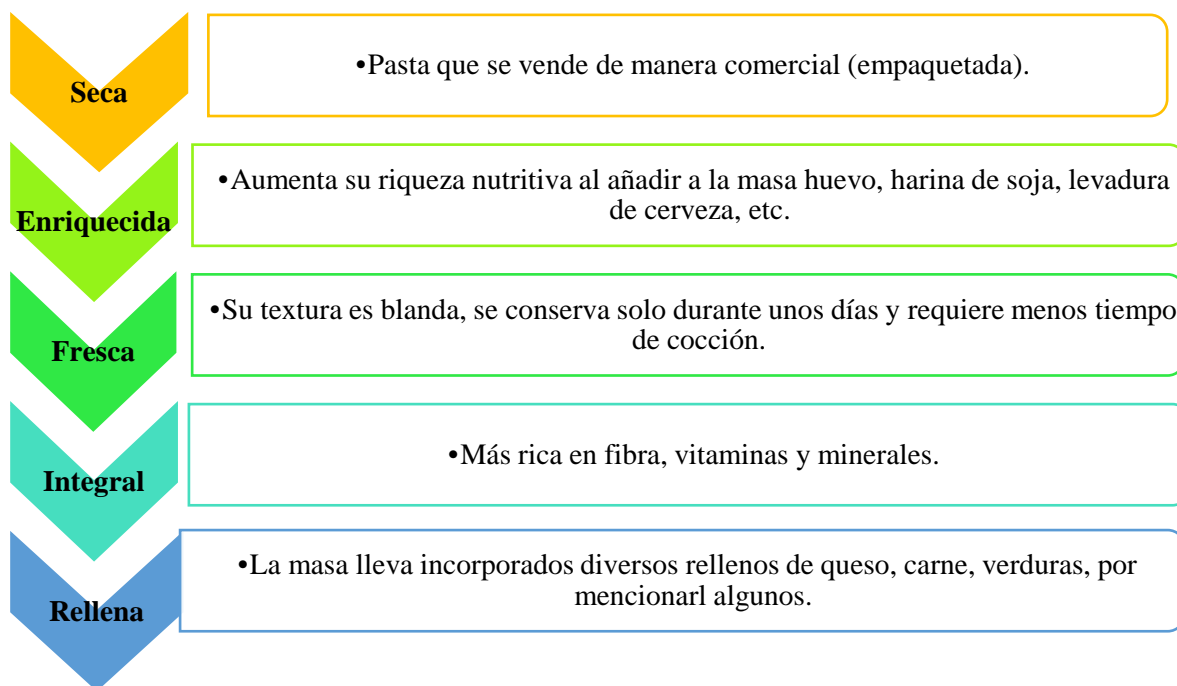
Figura 9 y 10. Equipos para la obtención de sémolas, a la derecha observamos un Sasor y a la izquierda un equipo Planchisters (Román, 2009).

Pastas.

La pasta es un producto elaborado a partir de una masa a base de sémola y agua, así mismo, es un alimento básico que tiene un papel importante en la alimentación humana, ya que éstas, pueden ser fácilmente preparadas, manipuladas, cocinadas y almacenadas (Lizárraga, y otros, 2016). A diferencia del pan, la harina para elaborar pasta de calidad superior proviene del trigo duro; para obtener esta harina sólo se emplea el endospermo. Por otro lado, estas harinas son pobres en vitaminas del complejo B, por lo que, se le añaden vitaminas y minerales.

Existen distintos tipos de pastas en función de la materia prima utilizada en su elaboración, o bien por la adición a ésta de otros componentes o de sus formas y tamaños. En Italia se elaboran más de 300 tipos de pasta, las cuales se pueden agrupar en 5 tipos: seca, enriquecida o fortificada, fresca, integral y rellena (Diagrama 2) (Rodríguez, 2003).

Los productos de pasta esencialmente tienen dos categorías, la primera que es pasta a base de huevo como son los tallarines, spaghetti, fideos y macarrones, estos contienen como ingredientes principales harina, agua enriquecida con nutrientes y huevos pasteurizados, congelados o secos; el segundo tipo de pasta solo contiene harina, agua y nutrientes de enriquecimiento (Deibel y Swanson, 2001).



Esquema 2. Tipos de pastas y sus características (Rodríguez, 2003).

Clasificación de la pasta.

Diversas fuentes clasifican la pasta ya sea por su forma, por el tipo, sustancias que los componen, colorantes vegetales o artificiales, etc., pero para poder diferenciarlas se utilizan por la forma (Tabla#2).

Tabla #2. Clasificación de pastas por su forma, por mencionar algunas (Rodríguez, 2003; Román, 2009).

Pastas menudas	Pastas largas	Pastas cortas	Pastas huecas	Pastas especiales
Alfabeto	Linguini	Fideo cortado	Pluma	Espirales
Gota	Spaghetti	Horquillas	Tubos	Mariposas
Lenteja	Fideo	Coditos	Canelones	Moño
Alpiste	Tallarines	Macarrones	Concha	Espiga
Animalitos	Lasagna		Garganelli	Ruedas
Estrella	Cabello de ángel			Arbolitos

Procesos de elaboración de pastas.

Para la elaboración de pastas de manera industrial son básicamente elaboradas mezclando harina de trigo o sémola y agua para formar una masa, esta masa no debe de fermentar para evitar que se formen burbujas que debilitan la pasta, por lo tanto, la masa que se forma se somete a vacío con una máquina (Figura 11).

- ✓ Mezclado: Primero se debe formar la masa, distribuyendo de manera homogénea y agregando rápidamente una cantidad de agua sobre abundante sémola en una máquina que posea un sistema rotativo de alta velocidad, este dispositivo expande, centrifuga y mezcla las materias primas (recordar que la materia prima depende del tipo de pasta que se produzca). Este equipo permite que toda la harina entre en contacto con la cantidad adecuada de agua.
- ✓ Amasado: Después de formar la pre-mezcla, mediante una cinta de depósito que llega del premezclador envía la pre-mezcla a la amasadora, donde se encargara de acabar la formación de la masa, este proceso dura de 10-15 minutos.
- ✓ Extrusión: Consiste en hacer pasar la masa a presión por unos moldes que le darán su forma típica, las funciones de la extrusión son de agramar, comprimir, extrusionar y estirar el rollo de pasta que llega de la amasadora, tiempo de duración de 15-20 minutos. Para realizar la fase final no se debe sobrecalentar el producto y extrusionar a baja velocidad, la masa pasa por un cilindro, el cual al hacer presión se calienta, por eso debe

ser enfriado para evitar hacer la pasta demasiado fluida y en vez de que esta siga avanzando, se pegue al cilindro.

- ✓ Laminado: En esta parte se le da la forma a la pasta.
- ✓ Secado: La pasta fresca es la que se comercializa sin secar, aunque tiene el inconveniente de su menor tiempo de conservación. El secado de las pastas alimenticias es un proceso cuyo objetivo es la reducción del contenido de humedad del producto hasta un valor que permita una conservación extendida del tiempo, además, de eliminar microorganismos que puedan degradar o dañar la pasta. El proceso de secado debe realizarse con un sistema de ventilación forzada para distribuir uniformemente el aire caliente en toda la pasta, la temperatura adecuada de secado es de 40-65°C durante 15-30 minutos (Figura 12).
- ✓ Horneado: Dependiendo del tipo de pasta, se somete a altas temperaturas durante lapsos muy cortos de tiempo. Evitar que la pasta se fraccione o presente rupturas por exceso de tiempos de horneado (Figura 12).
- ✓ Enfriamiento: Consiste en retirar el producto del secador y dejar que enfríe en un lugar seco y fresco a temperatura ambiente, el proceso puede durar de 2 a 3 horas.
- ✓ Empacado: Este dependerá del tipo de pasta, industrialmente puede ser por máquinas y manualmente (Carrasquero, 2009).

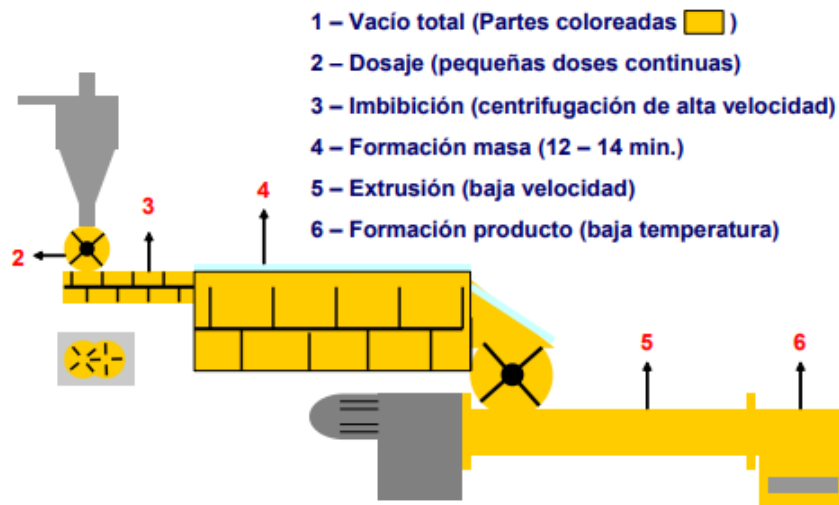


Figura 11. Fundamento de la prensa industrial para la elaboración de pasta y las partes donde se aplica el principio de vacío (Carrasquero, 2009).



Figura 12. Equipo completo para la producción de pasta industrial (alibaba.com, 2017).

Sustancias aditivas para pastas.

Hoy en día, los consumidores demandan ciertos estándares de calidad para productos alimenticios para pasta y fideos, tales como la firmeza, elasticidad, suavidad y textura masticable, así también, sabor aceptable, propiedades de calidad nutricional y funcional. Tradicionalmente, la pasta de calidad alta y los fideos son libres de descoloración, tienen dimensiones simétricas y muestran una baja pérdida de cocción; también no deberían pegarse después de cocinarse y mostrar una firmeza apropiada y suficiente elasticidad (Li, y otros investigadores, 2015).

Los aditivos alimenticios son sustancias agregadas a los alimentos principalmente para afectar el sabor, mejorar el sabor y producir una apariencia más apetitosa.

Pero no solamente se utilizan sustancias químicas para mantener las propiedades físicas y organolépticas de las pastas; los fideos y las pastas frescas tienen un plazo de vida corta de anaquel esto por su alto contenido de agua y abundantes nutrientes. Estos se deteriorarán rápidamente si no son almacenados apropiadamente. El corto periodo de vida útil de estos productos resulta en un alto desperdicio, así como, en un alto potencial de envenenamiento alimenticio. En el presente, algunos estudios han sido ejecutados para extender su vida útil de la pasta fresca y fideos, mayormente utilizando un amplio rango de preservativos químicos, como el propionato de sodio, sorbato de potasio y dihidroacetato de sodio (Tabla #3) (Li M. , Zhu, Guo, Brijs, y Zhou, 2014).

Tabla #3: Aditivos químicos tradicionales y su aplicación en pasta y fideos (Li M. , Zhu, Guo, Brijs, y Zhou, 2014).

Aditivos Químicos	Objetivos potenciales	Referencias
Bromato de potasio y peróxido de benzoil	Fortalecedores de masa para mejorar la estructura de la masa y proporciona una textura masticable a la pasta y fideos; agentes blanqueadores para mejorar la	(Kaya y Topaktas, 2007); (Junqueira, Castro, Areas y Oliveira, 2007)
Propionato de calcio, benzoato de sodio, dehidroacetato de sodio.	Preservativo usado en pasta fresca y fideos para inhibir el crecimiento microbiano.	(Li M. , Zhu, Guo, Peng, y Zhou, 2011); (Andrade-Molina, Shirai, Grossmann, y Yamashita, 2013)
Poliacrilato de sodio.	Agente espesante para mejorar la estabilidad, textura y mejorar la sensación en la boca.	(GB/T 2760, 2010, National Standard of China)
Sales de fosfato.	Humectante para impartir una apariencia brillante y textura suave a los productos.	(Wang, Hou, Hsu, y Zhou, 2011)
BHA (butil hidroxi-anisol) BHT (butil hidroxi-tolueno)	Antioxidantes para retardar la oxidación lipídica en pasta seca y fideos, especialmente en fideos instantáneos fritos.	(Ajila, Aalami, Leelavathi, Rao, y S, 2010)

Pero en la actualidad, los consumidores se enfocan en la búsqueda de alimentos naturales, por esta razón, en años recientes, se ha enfocado gran interés en la búsqueda de preservativos naturales con amplio espectro, alta eficiencia y baja toxicidad. Además, algunos aditivos alimenticios generalmente utilizados con propósitos aparte de preservación han sido evaluados por sus características antimicrobianas y se han hecho intentos para usarlos solos o combinados, como aditivos antimicrobianos alimenticios. Los potenciales antimicrobianos naturales que pueden ser usados para la preservación de pastas y fideos se mencionan en la Tabla #4 (Li M. , Zhu, Guo, Brijs, y Zhou, 2014).

Los preservativos naturales para productos de pasta y fideos que se utilizan son los siguientes:

- **Ácidos orgánicos:** los ácidos orgánicos naturales son agregados a pastas frescas y fideos para modificar el pH a un valor de 5.0-5.5, el cual, resulta ser bajo para la supervivencia de los microorganismos. Estos ácidos deben ser incorporados a la masa con cuidado porque tienen de debilitar el gluten.
- **Polioles naturales:** Son sustancias utilizadas como solventes y humectantes en la industria alimenticia, el cual incrementa la vida útil del alimento, de acuerdo con

estudios realizados el uso de polioles prolonga 7 veces más el tiempo de vida útil. El etanol es uno de los más comunes, utilizado en pastas frescas para inhibir el crecimiento de microorganismos.

- **Fitoquímicos:** Son compuestos aleloquímicos antimicrobianos naturales orgánicos derivados de las plantas. Existen diversos fitoquímicos para los alimentos uno de ellos el timol, reduce eficientemente el crecimiento de bacterias mesofílicas y psicotróficas, así como *Staphylococcus* spp., pero no muestra una inhibición significativa para coliformes totales. Actualmente, para la elaboración de pastas frescas, se ha implementado el uso del ácido α -linolénico el cual incrementa el tiempo de vida útil, inhibe el crecimiento bacteriano y suprime la actividad fúngica.
- **Otros ingredientes:** Se implementan sustancias como el quitosano, el cual, se ha demostrado que junto con la glucosa (complejo quitosano-glucosa) tiene funciones antimicrobianas, antitumorales, funciones hipocolesterolémicas y es biodegradable con facilidad, además, en las pastas funciona como un buen preservativo. La FDA declara que el uso de ozono en las pastas disminuye los procesos de oxidación causados por las moléculas de oxígeno, por lo que aumenta el tiempo de vida útil (Li M. , Zhu, Guo, Brijs, y Zhou, 2014).

Tabla #4: Antimicrobianos naturales potenciales para la preservación de pasta y fideos (Li M. , Zhu, Guo, Brijs, y Zhou, 2014).

Preservativos potenciales naturales	Aplicación actual	Referencias
Ácidos orgánicos (ácido málico, láctico, sórbico, cítrico y otros)	Jugos, jamón, fideos, fideos frescos.	(Mosqueda-Melgas, Raybaudi-Massilia y Martin-Belloso, 2008); (Fu, Huang y Feng, 2008)
Alcoholes naturales (etanol, sorbitol, glicerol y otros)	Fideos frescos, pan, pan al vapor.	(Fu, Huang y Feng, 2008); (Li M. , Zhu, Guo, Peng y Zhou, 2011)
Extracto de hierbas y especias	Pan, pasta y fideos.	(Tiwari, y otros, 2009)
Aceites esenciales (eugenol, timol, mentol, eucalipto y otros)	Cereza dulce, pasta fresca, pan.	(Del Nobile y otros investigadores, 2009); (Nielsen y Rios, 2000)
Té y extractos de té	Fideos frescos, jugos.	(Li, y otros, 2012): (Friedman, 2007)
Monoacilgliceroles	Salsa de soya, miso, salchichas, pasteles y fideos.	(Fu, Huang y Feng, 2008)

Quitosano y sus productos de Reacción de Maillard (MRPs)	Productos cárnicos, fideos frescos.	(Xu y Hall, 2008); (Kanatt, Chander y Sharma, 2008)
Proteínas y péptidos básicos.	Fideos, pan, leche y salchichas.	(Li M. , Zhu, Guo, Peng y Zhou, 2011)

Calidad y seguridad microbiológica en la harina de trigo y pastas.

Los procedimientos de limpieza y molienda tienen el mínimo o no tienen impacto con el nivel de contaminación presente en el trigo, por lo que es importante, conocer los microorganismos contaminantes y patógenos que están presentes en el trigo y los cuales se puede esperar que estén presentes en los productos molidos.

Se ha demostrado en diversos estudios donde se analizan más de 5000 muestras de harinas comparando harinas norteamericanas, turcas y australianas, que la molienda y la limpieza no disminuyen la cantidad de microorganismo contaminantes (bacterias mesofílicas aerobias) o fúngicos, aunque en algunos casos la cantidad de microorganismos es menor y depende del tipo de trigo que se emplea, además, con los avances tecnológicos (las máquinas que se emplean) la cantidad de estos ha ido disminuyendo. Con respecto a los microorganismos patógenos y fecales se ha demostrado que estos sobreviven en la harina de trigo, incluso después de la molienda, como principales microorganismos *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Bacillus cereus* y coliformes; en el caso de los hongos *Aspergillus* y *Penicillium* prevalecen en más de un 40% en las harinas; por lo que es importante, recalcar los tratamientos que se darán durante la producción de panes y pastas, ya que todos estos microorganismos tiene la capacidad de sobrevivir de acuerdo a la actividad de agua presente en los productos (Tabla #5).

Los métodos comúnmente utilizados para producir alimentos en base de harina de trigo es la aplicación de calor, los cuales incluyen horneado, fritura, cocinado, al vapor y extrusión, aunque, hoy en día, se emplean los procesos de enfriado y congelado. Para aquellos procesos donde se incluyen tratamientos térmicos, se deben conocer las temperaturas letales para las células vegetativas, para reducir el número de microorganismos contaminantes y patógenos que estén presentes, teniendo en cuenta que el género *Bacillus* es altamente resistente a la destrucción térmica (Sabillón, 2014) (Jay, Golden y Loessner, 2005).

Tabla #5: Relaciones con la actividad de agua mínima requerida por importantes grupos microbianos deteriorantes de los alimentos (Prescott, Harley y Klein, 2004); (Jay, Golden y Loessner, 2005).

Organismos	a_w	Organismos	a_w
Grupos		Grupos	
Mayoría de las bacterias descomponedoras.	0.9	Bacterias halófilas	0.75
Mayoría de las levaduras descomponedoras.	0.88	Mohos xerófilos	0.61
La mayoría de los mohos descomponedores.	0.80	Levaduras osmófilas	0.61
Microorganismos específicos.		Microorganismos específicos.	
<i>Clostridium botulinum</i> , tipo E	0.97	<i>Candida scottii</i>	0.92
<i>Pseudomonas</i> spp.	0.97	<i>Trichosporon pullulans</i>	0.91
<i>Acinetobacter</i> spp.	0.96	<i>Candida zeylanoides</i>	0.90
<i>Escherichia coli</i>	0.96	<i>Geotrichum candidum</i>	~0.90
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0.95	<i>Trichothecium</i> spp.	~0.90
<i>Bacillus subtilis</i>	0.95	<i>Byssoschlamys nívea</i>	~0.90
<i>Clostridium botulinum</i> , tipo A y B	0.94	<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86
<i>Candida utilis</i>	0.94	<i>Alternaria citri</i>	0.84
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94	<i>Penicillium patulum</i>	0.81
<i>Botrytis cinerea</i>	0.93	<i>Eurotium repens</i>	0.72
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0.93	<i>Aspergillus conicus</i>	0.70
<i>Mucor spinosus</i>	0.93	<i>Aspergillus echinulatus</i>	0.64
		<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	0.62
		<i>Xeromyces bisporus</i>	0.51

A diferencia del proceso de producción del pan, la producción de pastas emplea la extrusión con alta temperatura, presión alta y cizalla mecánica al mismo tiempo. Es importante que durante los procesos de producción de pasta se emplee el tiempo de extrusión ya que este reduce la presencia de micotoxinas entre un 40-70%, aunque también se tiene que tener en cuenta las temperaturas para que este proceso sea lo más óptimo. Para disminuir la presencia de bacterias mesofílicas aerobias y coliformes se debe emplear la extrusión como en el caso de los spaghetts a una temperatura de 45°C a una velocidad del tornillo de 25 rpm y después aplicar un secado a 40°C; además de hacer chequeos continuos del equipo y que este no se encuentre contaminado con los microorganismos previamente mencionados (Aydin, Pulsen y Smulders, 2009); (Bullerman y Bianchini, 2009); (Sabillón, 2014).

Las pastas deben cumplir con tener una cantidad de agua (a_w) baja para que los microorganismos no sobrevivan y no causen deterioro al producto o enfermedades a los consumidores, por lo que se establece que estos pertenecen a los Alimentos de Humedad Intermedia (IMF) (Tabla #6).

Tabla #6: Preparación representativa de alimentos de humedad intermedia por equilibrio (Jay, Golden y Loessner, 2005).

Material Inicial	%H ₂ O	Proceso	Producto Equilibrado		Radio: Peso Inicial	Componentes de la solución					
			%H ₂ O	<i>a_w</i>		Peso de la solución	Glicerol	Agua	NaCl	Sacarosa	Sorbato de potasio
Atún 1cm de grueso	60	Remojo en frío	38.8	0.81	0.59	53.6	38.6	7.1	-	0.7	-
Zanahorias cortadas	88.2	Cocinada 95-98°C, refrigerada	51.5	0.81	0.48	59.2	34.7	5.5	-	0.6	-
Macarrones, moño cocinada y escurrida	63.0	Cocinada 95-98°C, refrigerada	46.1	0.83	0.43	42.7	48.8	8.0	-	0.5	.
Lomo de cerdo, crudo, 1 cm de grosor	70.0	Cocinada 95-98°C, refrigerada	42.5	0.81	0.73	45.6	43.2	10.5	-	0.7	-

MARCO DE REFERENCIA

AUTOR	REFERENCIA
Plavsic y colaboradores en el 2011.	En este trabajo se analizaron 210 muestras de pasta y 145 muestras de productos relacionados con la pasta, de los cuales se incluían productos hechos a mano e industriales. Para los análisis microbiológicos se realizaron conforme a las Regulaciones de seguridad microbiológicas para productos alimenticios (Sluzbeni glasnik SRJ, 1993,1993,2002) en los cuales se buscan bacterias esporogénicas, levaduras, mohos y microorganismos patógenos. Como resultados se obtuvo que las pastas elaboradas industrialmente no contenían microorganismos patógenos y solo una baja cantidad de microorganismos. En cuanto a las producidas en tiendas artesanales presentaban un alto contenido de bacterias, en cuanto a bacterias esporogénicas, levaduras, hongos, de los cuales todos estaban dentro de los rangos permitidos y microorganismos patógenos. Por lo que se concluye que los procesos que se utilizan para la elaboración de pastas son mejores de manera industrial que artesanal y que el secado de la pasta a altas temperaturas disminuye la cantidad de los microorganismos.
Lizárraga y colaboradores en el 2016.	Se elaboraron pastas a base de harina de amaranto, sémola y salvado de trigo, al cual se le añadieron almidón y agua. El procedimiento consistió en incorporar los ingredientes y formar una masa (una que era completamente de sémola y la otra sémola-amaranto); después se moldeó para obtener los tallarines y después como tratamiento térmico se calentaron en una estufa de convección. Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos, en cuanto a los microbiológicos se realizaron bajo las Normas Oficiales Mexicanas. Se obtuvieron

	<p>resultados de los análisis microbiológicos los cuales mostraron que ninguno presentó crecimiento de microorganismos y que es apta para el consumo.</p>
<p>Vedia-Quispe, Gurak, Espinoza y Ruano-Ortiz en el 2016.</p>	<p>El trabajo consistió en realizar pastas con sustituciones parciales del 20% y 30% de sémola de trigo por harina de amaranto crudo y harina integral de amaranto, de las cuales se analizaron las características fisicoquímicas (humedad, cenizas, grasa, proteína cruda, fibra cruda, hierro y calcio), microbiológicas (bacterias mesofílicas aerobias y coliformes totales) y sensoriales. Para la elaboración de las pastas se realizaron los procesos y tratamientos que se realizan a nivel industrial. Los resultados obtenidos en cuanto a la cuestión microbiológica para los tratamientos que se dieron cumplieron con los requisitos establecidos por el Ministerio de la Salud de México (MINSA) el cual establece como límite máximo 10 000 UFC/g para mesófilos aerobios y 100 UFC/g para coliformes totales; todas las muestras presentaron <10 UFC/g de coliformes totales cumpliendo con los parámetros de calidad sanitaria e inocuidad alimentaria; con respecto a los mesófilos aerobios se encontraron debajo del rango.</p>
<p>Losio y colaboradores en el 2016.</p>	<p>Desde el año 2010 hasta el 2015 se analizaron 12 239 muestras etiquetadas como libres de gluten (12 072 de pasta seca, 167 harinas y 180 de diferentes fábricas de pasta), las cuales eran derivados de maíz, arroz, quinoa y trigo sarraceno, a los cuales se les realizaron pruebas microbiológicas, detección de gluten y detección de enterotoxina estafilocócica, todo de acuerdo con las ISO. Para los análisis microbiológicos se realizó la búsqueda de Bacterias Mesofílicas Totales (BMT), enterobacterias, hongos y levaduras, <i>Staphylococcus</i> coagulasa positiva y <i>Bacillus cereus</i>.</p>

	<p>Los resultados demostraron que la mayoría de las muestras contenían bajos niveles de BMT, solo algunos otros contenían gran cantidad de BMT, principalmente en pastas secas y harinas; en cuanto a hongos y levaduras los rangos eran de 1-6 UFC/g, enterobacterias 3-5 UFC/ g y BMT 4-8 UFC/g, estos resultados demostraron la gran variabilidad que pueden tener los productos; en cuanto a <i>Bacillus cereus</i> se encontró en muy baja cantidad en pastas secas, todo lo contrario con <i>Staphylococcus coagulasa</i> positiva que se presentó en un 91.3% de las pastas secas analizadas.</p>
<p>Ricci, Barone y Petrella en el 2017.</p>	<p>El interés en este estudio fue evaluar la calidad microbiológica en pasta fresca y seca, ya sea industrial o artesanal, en un total de 85 muestras (tomando 5 alícuotas de cada una). Los parámetros de estudios fue la búsqueda de Bacterias Mesofílicas Aerobias totales, coliformes, <i>Escherichia coli</i> β-glucoronidasa positiva, <i>Bacillus cereus</i> presuntivo, <i>Staphylococcus coagulasa</i> positivo, Mohos, <i>Listeria monocytogenes</i> y la detección de <i>Salmonella</i> spp, todas las pruebas realizadas fueron en base a las ISO correspondientes.</p> <p>Los resultados mostraron que las pastas secas que los niveles de detección para <i>Salmonella</i> spp y <i>Listeria monocytogenes</i> son relativamente bajos, en cuanto a BMA mostraron valores de 15 UFC/g, mientras que para coliformes y <i>Escherichia coli</i> β-glucoronidasa positiva dieron resultados de ausencia.</p> <p>En cuanto a pastas frescas mostraron valores de BMA de 3.4-3.5 x 10⁵, los cuales son valores muy altos; hubo presencia de coliformes en pasta fresca en un 79%; presencia de <i>Bacillus cereus</i> en pastas frescas en un 38%. Solo una pasta dio positivo para <i>Staphylococcus coagulasa</i> positivo que fue la muestra de ravioli con 2400 UFC/g.</p>

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los alimentos obtenidos de los cereales deben cumplir con las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas para poder salir al mercado, sin embargo, no siempre cumplen con las mencionadas con anterioridad, principalmente los análisis microbiológicos. Gran cantidad de microorganismos que se pueden encontrar en la materia prima, sitios de producción, herramientas y la manipulación, pueden llegar a afectar la calidad y la inocuidad de las pastas. Estos microorganismos tienen funciones degradadoras y contaminantes, las cuales pueden llegar a causar daños en el producto o en la salud de los consumidores. En estudios microbiológicos y controles de calidad realizados para conocer si se están llevando a cabo las Buenas Prácticas de Manufactura indican que un buen tratamiento previo y durante la elaboración de las pastas disminuye la carga bacteriana, pero si la pasta posee una cantidad de agua (a_w) mayor a la indicada permitirá la supervivencia de microorganismos y que estos causen daño al producto final, por lo que afectan la vida de anaquel.

De acuerdo con los análisis microbiológicos que se realicen ¿Será que las pastas sémola de marca libre cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas?

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la industria alimentaria y la tecnología de los alimentos han tomado gran importancia para la producción de alimentos, ya que éstos deben de cumplir con las necesidades humanas y ser inocuos para evitar enfermedades, además de abastecer y cumplir con las necesidades alimentarias del consumidor.

La importancia y la responsabilidad de las empresas de producir alimentos nutritivos e inocuos incumbe a todos los que estén interesados en los productos, por lo que deciden realizar una gran diversidad de análisis que garanticen a los consumidores la calidad de los productos, cumpliendo así con los criterios de inocuidad.

Los análisis que se realizan dentro de las empresas deben ser en función de evaluar la calidad y promover la inocuidad de los alimentos, además de cumplir con los lineamientos establecidos por las diferentes normas.

Al realizar una estancia en un laboratorio de Control de Calidad Microbiológica de una empresa productora de alimentos a base de trigo y maíz, en el cual se realizan análisis microbiológicos, entre otros; se analizó que algunos no cumplían con las Normas Oficiales Mexicanas y la metodología empleada no era la indicada, es por eso mi interés de realizar un análisis externo, para conocer si realmente las pastas que ya están a la venta cumplen con las normas.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Determinar la calidad microbiológica de pastas de sémola de trigo de marca libre conforme a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-247-SSA1-2008).

Objetivos específicos.

- a) Realizar un análisis microbiológico a partir de pastas de marca libre para conocer si cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas.
- b) Establecer la importancia de los análisis microbiológicos en los alimentos y las necesidades de implementarlos para prevenir daños en los productos y enfermedades en los consumidores.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de estudio.

- Analítico.
- Prospectivo.
- Transversal.

Universo del estudio.

- Pastas de marca libre.

Tamaño de muestra.

Se tomarán 50 pastas de diferentes formas y de marcas libres.

Sede y lugar del estudio.

El análisis se realizará en las instalaciones de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas.

Criterios de selección.

Criterios de inclusión:

- Las pastas deben estar correctamente selladas y ser de sémola o semolina.
- No deben estar caducadas.

Criterios de exclusión:

- Si el empaque presenta algún sello externo o roturas.
- La pasta que sea de una materia prima distinta a la sémola.
- Las pastas que contengan pigmentos o colorantes vegetales.

Recursos humanos.

- M.S.P. Claudy Lorena Villagrán Padilla.
- M.C. Patricia Suárez Albores.
- Jasmine Rojas Rosiles.

Recursos financieros.

Los gastos y materiales que se necesiten son por parte del tesista.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Transporte de muestras.

Las pastas seleccionadas se llevarán en bolsas y con cuidado para evitar algún daño durante su transporte.

Materiales.

Los materiales que se utilizarán para este experimento son:

- Placas de Petri desechables.
- Tubos de vidrio de 15 mL.
- Matraces Erlenmeyer.
- Frascos de tapa rosca hermética de 150 mL.
- Micropipeta de 1 mL.
- 1 pipeta de 10 mL.
- Puntas azules.
- Contador de colonias.
- Balanza analítica.
- Guantes.
- Cubrebocas.
- Mecheros.
- Agar Papa Dextrosa Sabouraud.
- Agar para Métodos Estándar.
- Agar Lactosa Bilis Rojo Violeta.
- Peptona de caseína.
- Cloruro de sodio (NaCl).
- Ácido tartárico.
- Benzal.
- Algodón.

Procedimientos.

Para muestras sólidas:

1. Tomar la cantidad de muestras que se analizarán en el momento anotando la información de la muestra, lote, fecha de caducidad, marca, figura y fecha de análisis.
2. Colocar la balanza analítica en la zona de esterilidad.
3. Tomar un frasco de tapa rosca hermético con agua de peptona estéril y abrir en zona de esterilidad flameando la boca del frasco, así como abrir en la zona de esterilidad 10g de la pasta problema.
4. Pasar la boca del frasco en el mechero y cerrar. Agitar suavemente durante 8 a 10 s.
5. Repetir este proceso con todas las muestras de pastas.

Ya obtenidas las diluciones correspondientes se procede a inocular en las placas de Petri (NOM-110-SSA1-1994).

Rotulación de placas de Petri.

Para realizar la inoculación de las placas se deberán rotular todas las placas de Petri que se han de utilizar, para cada caso se deben utilizar las iniciales de la prueba que se ha de realizar (Figura 13).

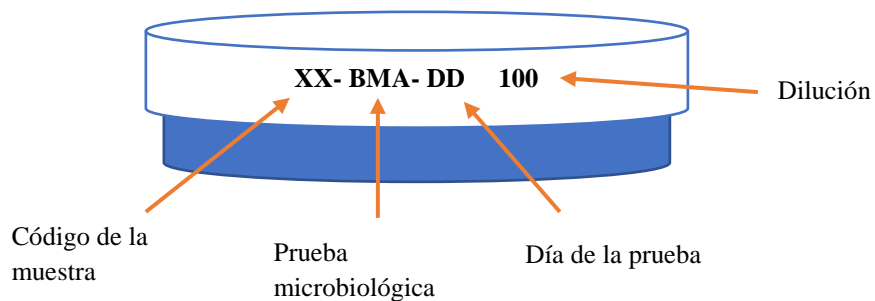


Figura 13. Indican la forma de rotular las Placas de Petri para proceder a la inoculación de las muestras.

Inoculación de placas para Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA), Coliformes Totales (CT) y Hongos y Levaduras (HL).

Las placas de Petri se deben inocular de la siguiente manera:

Para bacterias mesofílicas aerobias (NOM-092-SSA1-1994.):

1. Las tapas de las placas ya deben estar debidamente rotuladas con los datos pertinentes.
2. Inocular las placas con 1mL de la dilución correspondiente, en el caso de BMA dilución primaria (10^{-1}), dilución secundaria (10^{-2}) y dilución terciaria (10^{-3}) según corresponda en cada placa.
3. Agregar de 10 a 15 mL del medio preparado (Agar para Métodos Estándar) previamente atemperado.
4. Preparar una caja control con 15mL para verificar esterilidad.
5. Mezclarlo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás hacia delante. Deberá realizarse en una superficie lisa y horizontal.
6. Dejar solidificar.
7. Incubar las cajas de Petri en posición invertida (la tapa hacia abajo) a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante $48\pm 2\text{h}$.

Para coliformes totales (NOM-113-SSA1-1994.):

1. Las tapas de las placas ya deben estar debidamente rotuladas con los datos pertinentes.
2. Inocular la placa de Petri con 1mL de la dilución primaria.
3. Agregar de 12 a 15 mL del medio preparado (Agar Lactosa Rojo Bilis Violeta-ALRBV) previamente atemperado.
4. Preparar una caja control con 15 mL para verificar esterilidad.
5. Mezclarlo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás hacia delante. Deberá realizarse en una superficie lisa y horizontal.
6. Dejar solidificar.
7. Después de que el medio haya solidificado, verter aproximadamente 4 a 6 mL del ALRBV atemperado en la superficie del medio inoculado.
8. Dejar solidificar.
9. Incubar las cajas de Petri en posición invertida (la tapa hacia abajo) a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante $24\pm 2\text{h}$.

Para hongos y levaduras (NOM-111-SSA1-1994.):

1. Las tapas de las placas ya deben estar debidamente rotuladas con los datos pertinentes.
2. Inocular las placas con 1mL de la muestra líquida directa o dilución primaria.
3. Agregar de 10 a 15 mL del medio preparado (Agar Papa Dextrosa-APD acidificado con ácido tartárico, se agregan 1.4 mL por cada 100mL de APD) previamente atemperado.
4. Preparar una caja control con 15mL para verificar esterilidad.
5. Mezclarlo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás hacia delante. Deberá realizarse en una superficie lisa y horizontal.
6. Dejar solidificar.
7. Incubar las cajas de Petri en posición invertida (la tapa hacia abajo) a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$.
8. Checar las placas a partir del 3er, 4to y 5to día de incubación.

Cuenta en placa de bacterias, hongos y levaduras.

Bacterias Mesofílicas Aerobias: Se deben seleccionar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, usando un contador de colonias. Contar todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de mohos y levaduras) incluyendo las

colonias puntiformes. En caso de no distinguir las colonias puntiformes de las pequeñas partículas del alimento, se debe utilizar el microscopio.

Coliformes totales: Seleccionar las placas que contengan entre 15 a 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa. Si se tienen menos de 15 colonias reportar el número obtenido seguido de la dilución correspondiente. Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un coliforme por 1/d por gramo, en donde d es el factor de dilución.

Hongos y levaduras: Considerar la cuenta de placas con aquellas que presenten 10 a 150 colonias. Multiplicar por el inverso de la dilución y tomar en consideración los criterios de la NOM-092-SSA1-1994 del Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa para expresión de resultados.

Interpretación de los resultados.

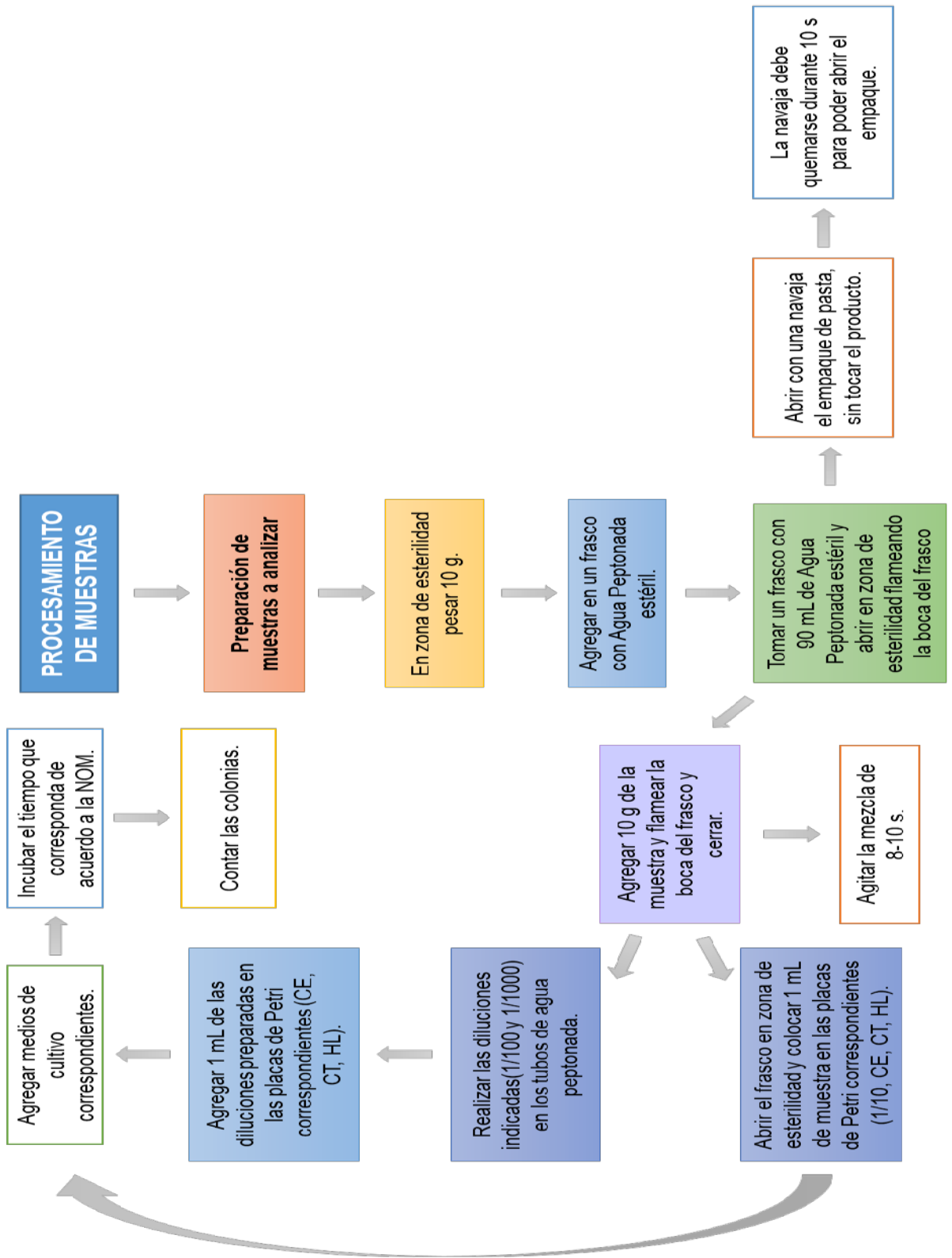
De acuerdo con la NOM-247-SSA1-2008. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación.; indica que los alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, deben cumplir con las siguientes especificaciones microbiológicas, esto para saber si se acepta o rechaza el producto (Tabla #7):

Tabla #7: Límites de aceptación microbiológico para alimentos a base de cereales (NOM-247-SSA1-2008).

<i>Especificaciones</i>	<i>Límite Máximo</i>
<i>Bacterias Mesofílicas Aerobias</i>	10 000 UFC/g
<i>Hongos</i>	300 UFC/g
<i>Coliformes Totales</i>	< 30 UFC/g
<i>*Salmonella spp en 25g</i>	Negativa

**Salmonella* spp solo se aplicará para pastas con huevo.

ESQUEMA DE TRABAJO



RESULTADOS

Se analizaron un total de 50 pastas de sémola de trigo de marca libre, las pastas que se tomaron para realizar los análisis correspondientes debieron cumplir con los siguientes criterios: el empaque de la pasta no debe presentar alteraciones o rupturas, la materia prima debe ser sémola o semolina, no deben estar caducadas; como un criterio de selección se decidió para que las muestras no se repitieran, éstas deben ser de un lote y forma diferente. Ver Tabla #8.

Tabla #8: Pastas analizadas conforme al Lote.

Código de muestra	Pasta	Lote	Código de muestra	Pasta	Lote
A1	Spaghetti	7307BP15	A26	Codo chico	AT1LPH
A2	Spaghetti	7283BI13	A27	Fideo	AT1LPH
A3	Estrella	7248CP12	A28	Spaghetti	CT3GJA
A4	Caracol	7277BP20	A29	Corbata chica	LP7199
A5	Letra	7272BP8	A30	Letra	A08
A6	Fideo	7236BP25	A31	Fideo	B18
A7	Letra	7265BI11	A32	Alfabeto	5117BP8
A8	Munición	7254AP8	A33	Codo rayado	6121AP12
A9	Fideo	7250AP12	A34	Tornillo	6136AP9
A10	Codo mediano	7289CI11	A35	Spaghetti	6031AP16
A11	Codo mediano	7266CP19	A36	Caracol grande	A06
A12	Fideo grueso	937061	A37	Letras	C01
A13	Codito	177108	A38	Codo rayado	A25
A14	Codito	265308	A39	Letras	A18
A15	Codo grande	137090	A40	Fideo cortado	A18
A16	Codito	127233	A41	Letras	B28
A17	Pluma	7218	A42	Spaghetti	A20
A18	Codo mediano	7160	A43	Concha grande	137195
A19	Fideo cabellín	7250	A44	Conchitas	7270351
A20	Spaghetti	7076	A45	Codito	937035
A21	Estrella	A19	A46	Codo grande	1370903
A22	Fideo cortado	B03	A47	Fideo grueso	137223
A23	Moño	B16	A48	Pluma	267243
A24	Conchita	A14	A49	Spaghetti	167226
A25	Spaghetti	C04	A50	Spaghetti	247193

Las muestras fueron analizadas basándonos en la NOM-247-SSA1-2008 (Figura 14).



Figura 14. Procedimientos realizados para el análisis de pastas.

Al momento de proceder a la lectura de las placas, se observó la variación de los crecimientos de bacterias mesofílicas aerobias, coliformes totales, hongos y levaduras en cada una de las placas de las muestras analizadas (Figura 15).

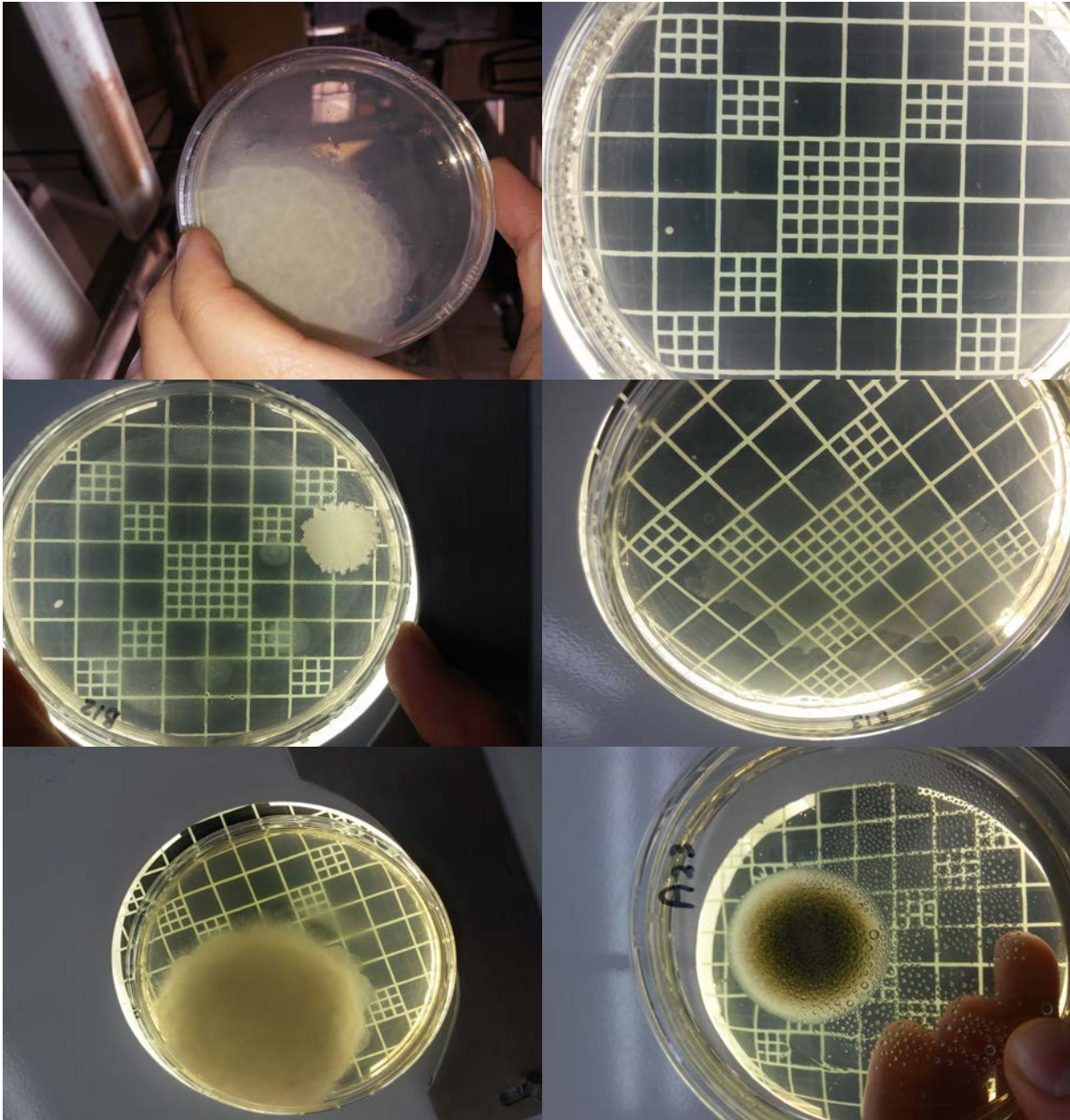


Figura 15. Crecimientos microbianos observados en placas de Bacterias Mesofílicas Aerobias, Hongos y Levaduras.

Obteniendo los siguientes resultados que se observan en la tabla #9 (Anexos), se analizaron para conocer cuales están dentro de la NOM-247-SSA1-2008 (Tabla #7).

Tabla #7: Límites de aceptación microbiológico para alimentos a base de cereales (NOM-247-SSA1-2008).

<i>Especificaciones</i>	<i>Límite Máximo</i>
<i>Bacterias Mesofílicas Aerobias</i>	10 000 UFC/g
<i>Hongos</i>	300 UFC/g
<i>Coliformes Totales</i>	< 30 UFC/g

Para reportar los resultados conforme a la norma, se deben analizar los datos obtenidos de las diluciones (Tabla #9) y cumplir con los criterios y límites que nos indican (Tabla #7).

Tabla #9: Reporte de resultados obtenidos del análisis de pastas.

Muestra	BMA (UFC/g)	CT (UFC/g)	HL(UFC/g)	Cumplen o No con la NOM
A1	500	<30	<10	Si
A2	380	<30	<10	Si
A3	40	<30	<10	Si
A4	20	<30	<10	Si
A5	4800	<30	<10	Si
A6	10	<30	<10	Si
A7	290	<30	<10	Si
A8	260	<30	<10	Si
A9	50	<30	<10	Si
A10	<10	<30	<10	Si
A11	<10	<30	<10	Si
A12	10	<30	<10	Si
A13	<10	40	<10	No
A14	<10	<30	<10	Si
A15	1000	<30	<10	Si
A16	270	<30	<10	Si
A17	<10	<30	<10	Si
A18	710	<30	<10	Si
A19	120	<30	<10	Si
A20	180	<30	<10	Si
A21	10	<30	<10	Si
A22	110	<30	<10	Si
A23	330	<30	<10	Si
A24	370	<30	<10	Si
A25	2200	<30	<10	Si
A26	<10	<30	<10	Si
A27	10	40	<10	No
A28	<10	<30	<10	Si
A29	<10	<30	<10	Si
A30	<10	<30	<10	Si
A31	<10	<30	<10	Si
A32	100	<30	<10	Si
A33	<10	<30	<10	Si
A34	<10	<30	<10	Si
A35	<10	<30	<10	Si
A36	20	<30	<10	Si
A37	70	<30	<10	Si
A38	50	<30	<10	Si
A39	10	40	<10	No
A40	<10	<30	<10	Si
A41	120	<30	<10	Si
A42	10	<30	<10	Si
A43	<10	<30	<10	Si
A44	20	<30	<10	Si
A45	10	30	<10	No
A46	70	<30	<10	Si
A47	10	<30	<10	Si
A48	<10	<30	<10	Si
A49	<10	<30	<10	Si
A50	<10	<30	<10	Si

De las 50 muestras que se analizaron, se observa en la tabla #10 que 46 de ellas cumplen con los criterios que marca la Norma Oficial Mexicana, algunas de ellas con una alta cantidad de bacterias mesofílicas aerobias, las 4 muestras restantes no cumplen con la norma debido a la presencia de coliformes totales que es un indicio de malas prácticas higiénicas.

La gráfica 1 nos muestra que solo el 8% de las muestras no cumplieron con la norma, esto debido a que las muestras están por encima del límite microbiológico de Coliformes Totales.

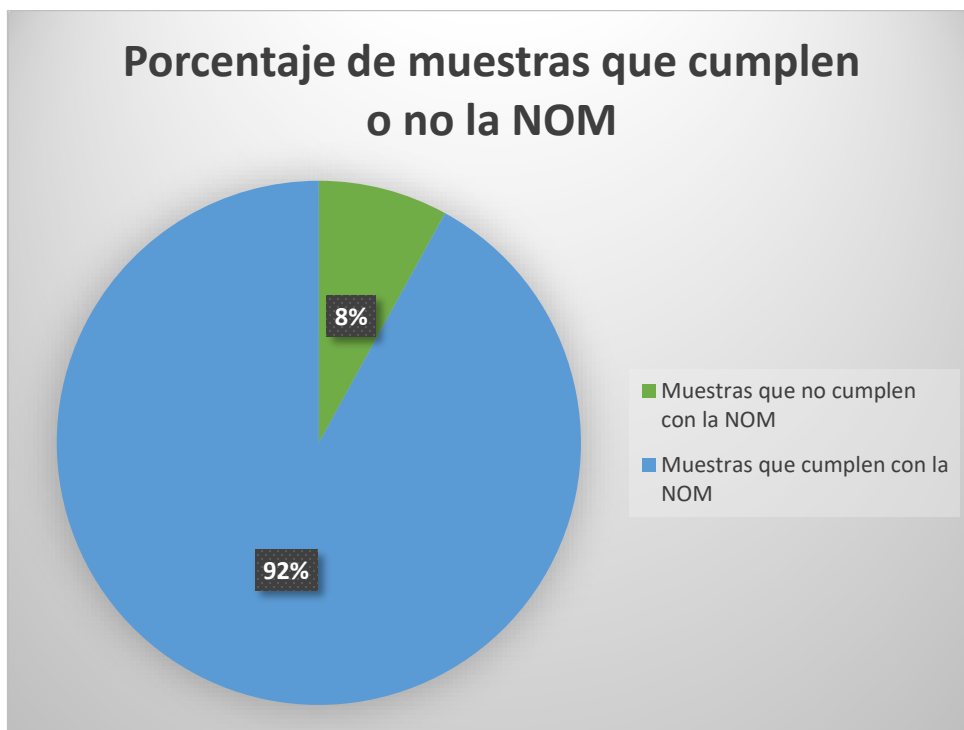


Gráfico 1: Porcentaje de muestras que cumplen con la Norma Oficial Mexicana.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al salir un producto terminado al mercado pensamos que cumplirá con las necesidades básicas y además de que no nos causarán ninguna enfermedad, pero en algunos casos, nos causa desconcierto que estos productos nos causen daño, además de pensar que se realizaron los análisis necesarios para que éstos salieran a la venta sin cumplir la norma.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a 50 muestras de pastas de sémola de trigo de marca libre, se muestra lo siguiente; todas las pastas analizadas cumplen con los límites microbianos de Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA) que están indicadas en la NOM-247-SSA1-2008, el límite es $< 10,000$ UFC/g, solo una muestra de pasta (A5) nos indicó una alta cantidad de bacterias, pero ésta se encuentra dentro de los límites permitidos.

En cuanto a Coliformes Totales (CT) la NOM-247-SSA1-2008 establece que el límite microbiano debe ser < 30 UFC/g de las cuales, 4 muestras (A13, A27, A39 y A44) no cumplieron con la norma ya que éstas están fuera del límite permitido.

Los resultados obtenidos de Hongos y Levaduras (HL) de acuerdo con la NOM-247-SSA1-2008 nos indica que el límite es < 300 UFC/g y todas las muestras analizadas están dentro de los límites indicados.

Es necesario indicar que una persona no consume 10g de pasta, además de que todos cocinan o hierven la pasta el tiempo que creen más conveniente o de acuerdo con el punto de cocción que necesiten; por lo que aquellas muestras que presentan un alto crecimiento en bacterias mesofílicas aerobias como se observa en el caso de la muestra A5 se deben implementar procedimientos que durante su producción disminuyan la carga bacteriana de éstas o la empresa debe sugerir en sus empaques aumentar los tiempos de cocción de las pastas, esto para evitar problemas de salud en los consumidores.

En cuanto a las pastas que presentan coliformes totales como son A13, A27, A39 y A44 no deben ser consumidas, porque nos indican malas prácticas higiénicas. Estas 4 pastas son el 8% de las muestras que no cumplen con la Norma Oficial Mexicana y, por lo tanto, no deberían estar a la venta.

Las pastas con presencia de coliformes no solo son un indicio de alguna mala práctica higiénica como no lavar correctamente el equipo que se empleó o que algún trabajador haya manipulado

la pasta con las manos sucias o sin el equipo adecuado, además pueden estar presentes en alguno de los ingredientes y los tiempos de horneado no fueron correctos para su eliminación, otra de las posibles causas puede ser que el empaque este contaminado, lo cual permita que los microorganismos presentes en estos puedan permanecer en la pasta.

Comparando nuestro marco de referencia con los resultados obtenidos, Plavsic y otros investigadores en el año 2011 manifestaron que las pastas industriales no poseían bacterias patógenas, esto debido a que los tiempos de horneado disminuyen en gran cantidad las bacterias que están presentes en la materia prima para la producción de pastas; nuestros resultados mostraron presencia coliformes, mostrando que los tiempos de horneado o secado no fueron los correctos en la producción de estas pastas. Lizárraga y otros investigadores en el año 2016 conforme indican las NOM en el análisis microbiológico, demostraron que las pastas que se analizaron cumplieron con los requerimientos indicados en la norma; en cuanto a nuestros resultados el 92% de las pastas que se analizaron cumplieron con la norma.

Con respecto a los 3 últimos autores que realizaron análisis microbiológicos a pastas demostraron que la presencia de Bacterias Mesofílicas están dentro de la norma pero en algunos casos, se muestran pastas que tienen un alto contenido pero siempre cumpliendo con lo indicado en las normas, en cuanto a Coliformes Totales o Fecales demostraron que cumplieron con la norma o estaban ausentes; nuestros resultados de Bacterias Mesofílicas Aerobias nos mostraron que todas las pastas estaban dentro de los límites microbiológicos indicados por la NOM, pero el 6% de ellas tenían una alta cantidad, lo cual puede ser un indicio de que la materia prima para producción de estas pastas se encontraban contaminadas o posiblemente el agua que se utilizó tiene un alto contenido de este tipo de bacterias.

Desde el momento en que se analizan las materias primas, si alguna de ellas no llegara a cumplir con los límites microbianos debería ser descartada, pero muchas veces esto indica una pérdida para la empresa, por lo que se debería promover un tratamiento antes de utilizarlo. Al utilizar materia prima con una alta cantidad de Bacterias Mesofílicas Aerobias para producir pastas sería lo normal que la masa obtenida tenga un alto contenido de estas, por lo que es necesario promover sustancias que ayuden a disminuir la carga bacteriana, tratamientos a la materia prima o la masa antes de la producción o que durante la producción se empleen mayores tiempos de horneado y secado para disminuirlas, esto será favorecedor para la empresa ya que no tendría

perdidas de materia prima y mucho menos de un producto final, el cual se puede ver dañado por la presencia de un alta carga bacteriana.

La importancia de emprender la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura recae en la empresa productora de alimentos, estas prácticas establecen los procedimientos que se deben llevar a cabo y en que instancias deben cumplirse, ya que no solo consiste en elaborar alimentos y que estos salgan al mercado, éstos productos deben cumplir con las necesidades del consumidor algunas tales como ser apetecibles a la vista como al gusto, ser nutritivos y que no causen enfermedades.

Los procesos de producción de la pasta intervienen en los resultados microbiológicos ya que, a partir de éstos podemos conocer que parte del proceso se debe mejorar y si el producto puede salir a la venta. El área o departamento de control de calidad microbiológica debe establecer y conocer cuáles son los principales procesos que interfieren en el aumento de la carga bacteriana y buscar una solución para disminuirla.

Las empresas diseñan modelos de cómo llevar a cabo el control de calidad, en cuanto a los análisis microbiológicos se pueden realizar 2, uno interno y otro externo, esto para conocer si hay algún error en los procedimientos de análisis interno y para corroborar los resultados obtenidos; manifestando la gran importancia de estos análisis que demuestran si el producto puede o no salir al mercado.

Los análisis microbiológicos para alimentos deben ser más exigentes ya que deben resguardar la salud del consumidor y sobre todo ofrecer productos de calidad que satisfagan tanto las necesidades del consumidor y la empresa alcance sus objetivos.

CONCLUSIONES

- De las muestras analizadas el 92% cumplieron con la norma, el 8% restante no cumplieron, debido a la presencia de coliformes totales.
- A pesar de que las empresas tienen un laboratorio o departamento de control de calidad, se muestran casos en que, los productos llegan a salir al mercado con riesgos para la salud, pues éstos no cumplen con las normas de calidad que se establecen.
- Las empresas deben implementar procedimientos adecuados que aseguren la disminución de microorganismos antes, durante y después de la obtención del producto final.
- Los análisis microbiológicos son una garantía de si se están llevando correctamente los procesos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ajila, C., Aalami, M., Leelavathi, K., Rao, P., & S, U. 2010. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol. 11, 219-224.
2. *alibaba.com*. 2017. (s.f) Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/Baklava-production-of-filo-pastry-machine_139413620.html
3. Andrade-Molina, T. P., Shirai, M. A., Grossmann, M. V., & Yamashita, F. 2013. Active biodegradable packaging for fresh pasta. *Food Science and Technology*, Vol. 54, 25-29.
4. Aydin, A., Pulsen, P., & Smulders, J. 2009. The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, Vol. 33, 445-454.
5. Bullerman, L., & Bianchini, A. 2011. The Microbiology of Cereals and Cereal Products. En *Food Quality and Safety*. Vol. 24, ThermoFisher Scientific. Obtenido en <http://www.foodqualityandsafety.com/article/the-microbiology-of-cereals-and-cereal-products/>
6. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo, CANIMOLT. 2016. *Trigo. Morfología de la planta*. México, D.F.: SEP-INDAUTOR. Recuperado el 24 de Noviembre de 2017, de <http://www.canimolt.org/trigo/morfologia>
7. Carrasquero, P. J. Julio, 2009. *Evaluación de calidad de las pastas alimenticias de sémola durum*. Maracaibo. Tesis.
8. China, C. o. 2010. *GB/T 2760. Estándar de calidad China*.
9. Collar, C. 2007. Cereales menores: Avena, sorgo, mijo. En A. L. Edel, & C. M. Rosell, *De tales harinas tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. Documento pdf.
10. Del Nobile, M., Di Benedetto, N., Suriano, N., Conte, A., Lamacchia, C., Corbo, M., & Sinigaglia, M. 2009. Use of natural compounds to improve the microbial stability of amaranth-based homemade fresh pasta. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 26, 151-156.
11. Edel, A. L., Rosell, C. M., & Gómez, M. P. 2007. *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. (H. Baéz, Ed.) Córdoba. Documento pdf.

12. FAO. 2017. *Depósito de documentos de la FAO*. Obtenido de Sistemas de secado: <http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S08.htm>
13. Friedman, F. 2007. Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral and antifungal activities of tea flavonoids and teas. *Molecular Nutrition & Food Research*, Vol. 51, 116-134.
14. Fu, X., Huang, B., & Feng, F. 2008. Shelf-life of fresh noodles as affected by the food-grade monolaurin microemulsion system. *Journal of Food Process Engineering*, Vol. 31, 619-627.
15. Gamiño, F. R. 2013. *Maíz, trigo y arroz. Los cereales que alimentan al mundo*. Monterrey: La ciencia a tu alcance. Documento pdf.
16. hispano-3000. 2015. (s.f) ayudahispano-3000.blogspot.mx. Obtenido de http://ayudahispano-3000.blogspot.mx/2015/01/botanica-terminos-de-la-botanica_27.html
17. Hocking, A. 2003. Microbiological facts and fictions in grain storage. *Food Science Australia*. Obtenido de <http://storedgrain.com.au/wp-content/uploads/2013/06/10.pdf> Conferencia.
18. Inc., A. G. 2012. Wheat. Obtenido de <http://www.atclgrain.com/wheat.html>
19. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Cereales y sus productos. En Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, & Organización Panamericana de la Salud, *Contenidos Actualizados de Nutrición y Alimentación*, 2-5. Obtenido de <http://www.depadresahijos.org/INCAP/cereales.pdf>
20. Ivanisová, E., Ondrejovic, M., & Silhar, S. 2012. Antioxidant activity of milling fractions of selected cereals. *Nova Biotechnologica et Chimica*, Vol. 11, 45-56.
21. Jay, J., Loessner, M., Golden, D. 2005. *Modern Food Microbiology*. Protection of Foods by Drying, (pp. 203; 443-450). New York, United States of America: Springer US
22. Juárez, Z., Bárcenas-Pozos, M., & Hernández, L. 2014. El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, Vol. 8, 79-93.
23. Junqueira, R. M., Castro, I., Areas, J., & Oliveira, K. 2007. Application of response surface methodology for the optimization of oxidants in wheat flour. *Food chemistry*, Vol. 101, 131-139.
24. Kanatt, S., Chander, R., & Sharma, A. 2008. Chitosan glucose complex a novel food preservative. *Journal Food Chemistry, ELSEVIER*, Vol. 106, 521-528.

25. Kaya, F. F., & Topaktas, M. 2007. Genotoxic effects of potassium bromate on human peripheral lymphocytes in vitro. *ELSEVIER*, Vol. 626, 48-52.
26. Li, M., Luo, L., Zhu, K., Guo, X., Peng, W., & Zhou, H. 2015. Effect of vacuum-mixing on the quality characteristics of fresh noodles. *Journal Chinese Cereals and Oils Association*, Vol. 30, 525-531.
27. Li, M., Zhang, Z., Zhu, K., Peng, W., Zhang, S., Wang, B., Peng, W., Zhou, Y., Zhou, H. 2012. Effect of superfine green tea powder on the thermodynamic, rheological and fresh noodle making properties of wheat flour. *Journal LWT-Food Science and Technology*, Vol. 46, 23-28.
28. Li, M., Zhu, K.-X., Guo, X., Peng, W., & Zhou, H. 2011. Effect of water activity (aw) and Irradiation on the shelf-life of fresh noodles. *ELSEVIER*, Vol. 12, 526-530.
29. Li, M., Zhu, K.-X., Guo, X.-N., Brijs, K., & Zhou, H.-M. 2014. Natural Additives in Wheat-Based Pasta and Noodle Products: Opportunities for Enhanced Nutritional and Functional Properties. *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety*, Vol. 13, 347-357.
30. Liyana-Pathirana, C. M. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of whole wheat and milling fractions. *ELSEVIER*, Vol. 101, 1151-1157.
31. Lizárraga, B. G., Martínez, M. A., Romero, R., Mariñes, R., Rodríguez, D. C., & León, C. O. 2016. Pasta tipo tallarín a base de harina de amaranto (*Amaranthus tricolor*), sémola y salvado de trigo (*triticum aestivum*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Vol. 1 , No. 1, 717-720.
32. Losio, M. N., Dalzini, E., Pavoni, E., Merigo, D., Finazzi, G., & Daminelli, P. 2016. A survey study on safety and microbial quality of "gluten-free" products made in Italian pasta factories. *ELSEVIER. Food Control.*, Vol. 73, Parte B, 316-322.
33. Manrique, E. M., & Vera, V. J. 2013. *Cereales. Técnicas de análisis*. Ciudad de México: UNAM. Cuatitlán. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/semillas/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=18
34. Mosqueda-Melgas, J., Raybaudi-Massilia, R., & Martin-Belloso, O. 2008. Combination of high-intensity pulsed electric fields with natural antimicrobials to inactivate pathogenic microorganisms and extend shelf-life of melon and watermelon juices. *Food Microbiology*, Vol. 25, 479-491.
35. Mossel, D. A., García, B. M., & Struijk, C. B. 2006. *Microbiología de los alimentos. Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la integridad (inocuidad y*

- calidad) microbiológica de los alimentos. Alimentos con cantidad de agua notablemente reducida Zaragoza. (pp. 549-555). España, Acibia S.A.*
36. Plavsic, D. V., Psodorov, D. B., BĵKalenjuk, B. M., Tesanovic, D. V., Saric, L. C., Cabarkapa, I. S., & Filipovic, J. S. 2011. Comparison of microbiological safety of pasta and pasta related products depending on the conditions of production. *Food and Feed Research*, Vol. 2, 51-58.
 37. Precop, I. 2017. *agritotal.com*. (s.f.) Obtenido de <http://www.agritotal.com/nota/regular-la-cosechadora-de-trigo/>
 38. Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. 2004. *Microbiología*. Capítulo 41: Microbiología de los alimentos. Crecimiento de los microorganismos en los alimentos. (pp. 1044-1054). Aravaca, Madrid., Mc Graw Hill.
 39. Ricci, V., Barone, F., & Petrella, L. 2017. Microbiological Quality of Industrial and Artisanal Pasta from Italian Market. *Journal of Food Chemistry and Nanotechnology*, Vol. 3, 44-49.
 40. Rodríguez, G. 2003. *Proceso productivo de materias primas y pastas*. Taller.
 41. Román, M. G. 2009. *Tecnología de Cereales*. Granada, España. Curso de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Obtenido de <http://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>
 42. Sabillón, L. E. 2014. Understanding the factors affecting microbiological quality of wheat milled products: from wheat fields to milling operations. *Food Science and Technology Department*, 14-30. Tesis.
 43. *NOM-247-SSA1-2008. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación.* . Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de : cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación.
 44. *NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.* México.
 45. *NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.* México.
 46. *NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.* México.

47. NOM-113-SSA1-1994. *Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa*. México.
48. Serna-Saldívar, S. O. 2009. *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*. D.F., México: AGT.
49. TECHNOSILOS. 2007. *technosilos*. Obtenido de <http://www.technosilos.com/wp-content/uploads/2014/09/Scheda-Silos-Alluminio.pdf>
50. Tiwari, B., Valdramidis, V., O'Donnell, C., Muthukumarappan, K., Bourke, P., & Cullen, P. 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 57, 5987-6000.
51. Trigo, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y. 2016. *CIMMYT*. Obtenido de <http://www.cimmyt.org/>: <http://wheatdoctor.org/es/partes-de-la-planta-del-trigo>
52. Vedia-Quispe, V. S., Gurak, P. D., Espinoza, S. K., & Ruano-Ortiz, J. A. 2016. Calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. *Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics*, Vol. 20, 190-197.
53. Wang, L., Hou, G. G., Hsu, Y.-H., & Zhou, L. 2011. Effect of phosphate salts on the Korean non-fried instant noodle quality. *Journal of Cereal Science*, Vol. 88, 506-512.
54. Xu, Y., & Hall, C. 2008. Fungistatic activity of flaxseed in potato dextrose agar and a fresh noodle system. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 121, 262-267.

ANEXOS

Preparación de medios de cultivo (Agar Papa Dextrosa Sabouraud, Agar Lactosa Bilis Rojo Violeta y Agar para Métodos Estándar, Agua de Peptona), disolventes y soluciones.

Para la preparación de los medios sólidos se deberán leer las indicaciones del proveedor.

Todos los medios que se utilicen deberán ser esterilizados en las condiciones indicadas por la NOM-092-SSA1-1994 para bacterias mesofílicas aerobias, NOM-113-SSA1-1994 para coliformes totales, NOM-111-SSA1-1994 para hongos y levaduras en alimentos y la NOM-247-SSA1-1994 para alimentos a base de cereales.

Agua de peptona: Por cada litro de medio se debe agregar 1g de Peptona de Caseína y 8.5g de cloruro de sodio, disolver en un matraz Erlenmeyer y agregar la cantidad de agua necesaria (NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico). Se deben distribuir 90 mL de agua de peptona en los frascos de tapa de rosca herméticos, entre cerrarlos hasta $\frac{3}{4}$ y colocarlos en la autoclave a 121°C durante 15 minutos. Después de terminado el tiempo de esterilización cerrar completamente y deberá esperar a enfriar para su uso.

Solución estéril de ácido tartárico: Disolver 10g de ácido tartárico en 100 mL de agua destilada y esterilizar a $121 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 minutos o por filtración a través de membrana de 0.45 μm (NOM-111-SSA1-1994. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.).

Preparación de muestras de estudio.

Preparación de la dilución primaria: es la solución, suspensión o emulsión obtenida después de pesar o medir una cantidad del producto bajo examen y mezclarla con una cantidad de nueve veces en proporción de diluyente.

Preparación de diluciones decimales adicionales: las suspensiones o soluciones obtenidas al mezclar determinado volumen de la dilución primaria con un volumen nueve veces un diluyente y que, por repetición de esta operación con cada dilución así preparada, se obtiene la serie de diluciones decimales adecuadas para la inoculación de los medios de cultivo.

1. Transferir 1mL de la dilución primaria a un tubo con 9 mL de diluyente.
2. Utilizar pipetas o puntas diferentes en cada dilución.
3. Para la tercera dilución tomar 1mL del tubo anterior y agregarlo a un tubo con 9mL del diluyente.

PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO

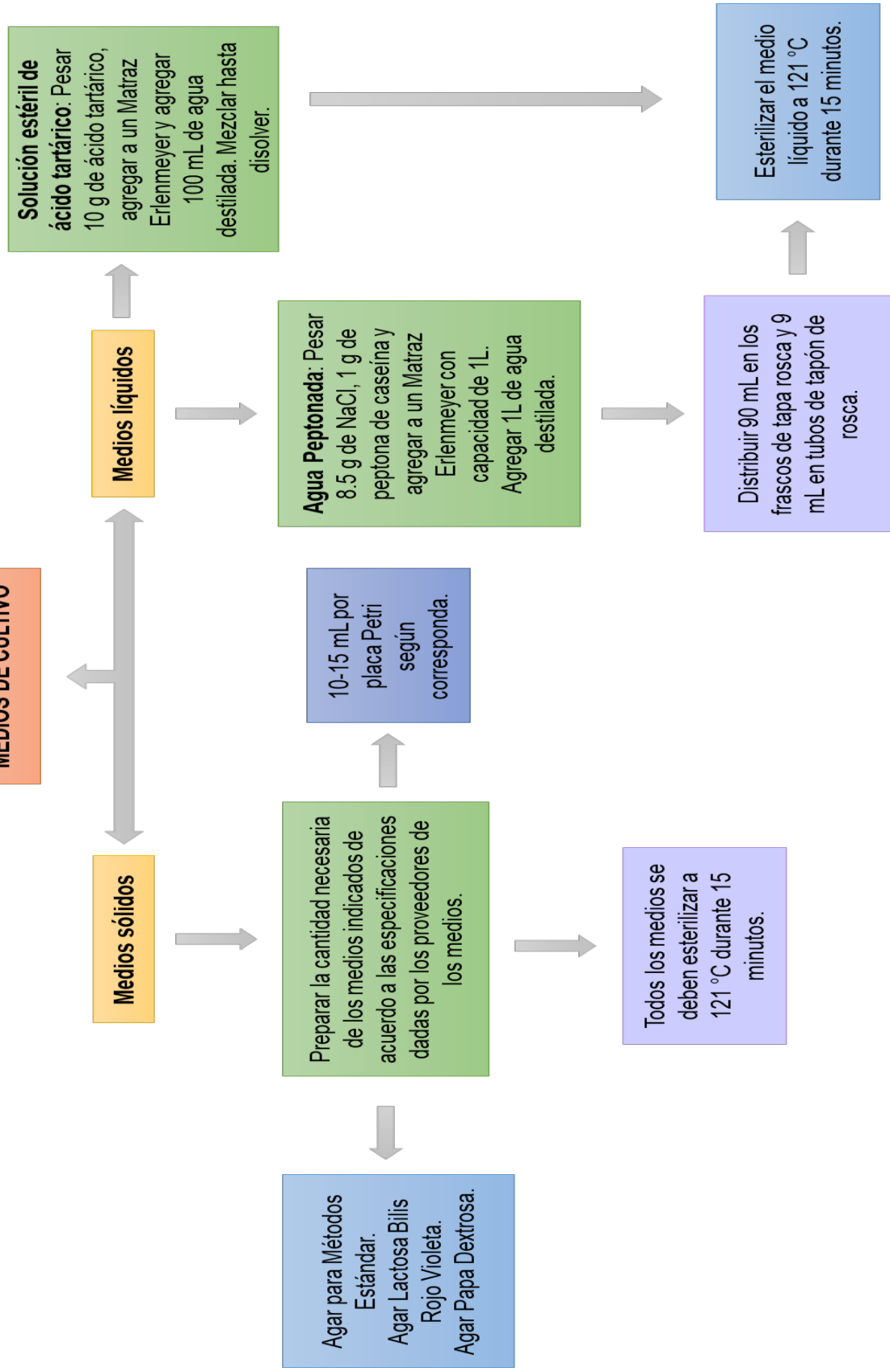


Tabla #10: Resultado de conteo de bacterias, hongos y levaduras.

Muestra	Bacterias Mesofílicas Aerobias (BMA)			Coliformes Totales (CT)	Hongos (H)	Levaduras (L)
	1/10	1/100	1/1000			
A1	2	0	1	0	1	0
A2	5	1	1	0	0	0
A3	4	0	0	0	1	0
A4	2	0	0	0	0	0
A5	>250	48	0	0	1	1
A6	1	0	0	0	0	0
A7	29	6	1	0	0	1
A8	26	0	0	0	3	2
A9	5	0	0	0	1	0
A10	0	0	0	0	0	0
A11	0	0	0	0	0	1
A12	1	0	0	0	0	0
A13	0	0	0	4	0	0
A14	0	0	0	2	0	0
A15	3	1	3	0	0	0
A16	27	1	1	2	0	0
A17	0	0	0	0	1	1
A18	4	1	2	0	0	0
A19	4	2	0	0	1	0
A20	6	3	0	2	0	0
A21	1	0	0	0	1	0
A22	2	2	0	0	0	0
A23	35	3	0	0	2	0
A24	1	1	1	0	0	0
A25	216	0	2	0	0	0
A26	0	0	0	0	0	0
A27	1	0	0	4	0	0
A28	0	0	0	0	0	0
A29	0	0	0	0	0	0
A30	0	0	0	1	0	1
A31	0	0	0	2	0	0
A32	10	1	0	0	0	0
A33	0	0	0	0	0	0
A34	0	0	0	2	0	0
A35	0	0	0	0	0	0
A36	2	0	0	0	0	0
A37	7	0	0	1	4	1
A38	1	1	0	0	0	0
A39	1	0	0	4	1	0
A40	0	0	0	1	0	0
A41	3	2	0	1	0	0
A42	1	0	0	2	0	0
A43	0	0	0	0	0	0
A44	2	0	0	0	0	0
A45	1	0	0	3	0	0
A46	3	1	0	0	0	0
A47	1	0	0	2	0	0
A48	0	0	0	1	0	0
A49	0	0	0	0	0	0
A50	0	0	0	0	0	0