



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
División Académica de Ciencias Biológicas
Laboratorio de Microbiología



INDICADORES MICROBIANOS DE CHILES SECOS EN EL MERCADO
JOSÉ MARÍA PINO SUÁREZ, VILLAHERMOSA, TABASCO

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

JESÚS DAVID TRINIDAD LÁZARO

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DRA. LUCERO VÁZQUEZ CRUZ

EN CODIRECCIÓN DE:

MCA. ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ

VILLAHERMOSA, TABASCO. MAYO 2025

Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 20 del mes de mayo del año 2025, el que suscribe **Jesús David Trinidad Lázaro** alumno del Programa de **Licenciatura en Biología** con número de matrícula **171G17007** adscrito a la **División Académica de Ciencias Biológicas** de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor de la tesis presentada para la obtención del título de **Licenciatura en Biología** y titulada **“Indicadores microbianos de chiles secos en el mercado José María Pino Suárez, Villahermosa, Tabasco”** dirigido por la Dra. Lucero Vázquez Cruz y MCA. Rosa Martha Padrón López.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido del Desarrollo Tecnológico presentado de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 20 de mayo 2025.



Jesús David Trinidad Lázaro
Nombre y Firma del Tesista



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2025
AÑO DE LA
Mujer
Indígena

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 14 de Mayo de 2025

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. JESÚS DAVID TRINIDAD LÁZARO** egresado de la Lic. en **BIOLOGÍA** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: "**INDICADORES MICROBIANOS DE CHILES SECOS EN EL MERCADO JOSÉ MARÍA PINO SUÁREZ, VILLAHERMOSA, TABASCO**".

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADEMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado

U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



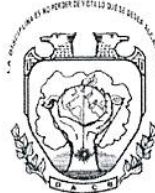
DIRECCIÓN





UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN



MAYO 14 DE 2025

C. JESÚS DAVID TRINIDAD LÁZARO
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"INDICADORES MICROBIANOS DE CHILES SECOS EN EL MERCADO JOSÉ MARÍA PINO SUÁREZ, VILLAHERMOSA, TABASCO"**, asesorado por la Dra. Lucero Vázquez Cruz y MCA. Rosa Martha Padrón López, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por la M. en C. Marcela Alejandra Cid Martínez, MIA. Jesús Manuel Carrera Velueta, MCA. Rosa Martha Padrón López, QBP. Leonardo García Hernández y Dra. Alba Zulema Rodas Martínez.

A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE


DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



**2025
AÑO DE LA
Mujer
Indígena**

13 de mayo de 2025

C. Jesús David Trinidad Lázaro
Pasante de la Lic. en Biología

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se implementó la revisión del trabajo recepcional (**Tesis**), a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad y el Código Institucional de Ética para la Investigación.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la revisión en la plataforma iThenticate de su trabajo recepcional **INDICADORES MICROBIANOS DE CHILES SECOS EN EL MERCADO JOSÉ MARÍA PINO SUÁREZ, VILLAHERMOSA, TABASCO.**

OBSERVACIONES:

Se incluyó citas, se excluyó bibliografía y fuentes pequeñas (o palabras), y se limitó el tamaño de coincidencias a 16 palabras.

RESULTADO DE SIMILITUD	3 %
	10581 palabras, 10 coincidencias y 10 fuentes

Finalmente, se le solicita al **C. Jesús David Trinidad Lázaro**, integrar en la versión final del trabajo recepcional, este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

C.c.p. Dra. Lucero Vázquez Cruz. Director de tesis
C.c.p. MCA. Rosa Martha Padrón López. Codirector de tesis
C.c.p. Archivo

INDICADORES MICROBIANOS DE CHILES SECOS EN EL MERCADO JOSÉ MARÍA PINO SUÁREZ, VILLAHERMOSA, TABASCO

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	cahsac.org.mx Internet	65 palabras — 1 %
2	Martinez Herrera Jorge, Arguello García Elizabeth, Sanchez Sanchez Odilón, Andrea Valdés-Rodríguez Ofelia. "Fortification of hotcakes from edible flour of non-toxic Mexican <i>Jatropha curcas</i> L.", African Journal of Food Science, 2017 Crossref	44 palabras — < 1 %
3	repositorio.uaaan.mx Internet	37 palabras — < 1 %
4	www.aar.com.mx Internet	34 palabras — < 1 %
5	revistacompleta.com Internet	23 palabras — < 1 %
6	sswm.info Internet	21 palabras — < 1 %
7	www.coursehero.com Internet	20 palabras — < 1 %
8	repository.humboldt.org.co Internet	18 palabras — < 1 %

9 ri.ujat.mx 18 palabras — < 1%
Internet

10 NURUL AQILAH MOHD ZAINI, HANIS HAZEERA 16 palabras — < 1%
HARITH, AKANBI TAIWO OLUSESAN, ANWARUL
HIDAYAH ZULKIFLI et al. " Level of Chemical and Microbiological
Contaminations in Chili (Paste) ", Journal of Food Protection,
2010
Crossref

EXCLUIR CITAS

DESACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

< 10 PALABRAS

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 16 PALABRAS

Carta de Cesión de Derechos

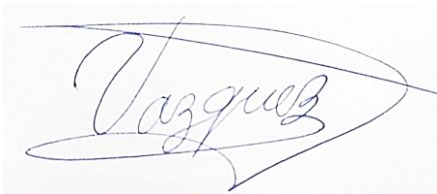
Villahermosa, Tabasco a 20 de mayo 2025.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTOR en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **“Indicadores microbianos de chiles secos en el mercado José María Pino Suárez, Villahermosa, Tabasco”** Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES



Jesús David Trinidad Lázaro



Dra. Lucero Vázquez Cruz



MCA. Rosa Martha Padrón López

TESTIGOS



Gloria de los Santos Lázaro Zapata



Yaizet Maritel Almendra Martínez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

“Los microbios están en todas partes, y los ignoramos bajo nuestro propio riesgo”
Stanley Falkow

DEDICADO A:

A mi padre José, que sin tener nada, nos lo dio todo.
A mi madre Gloria, el pilar que ha sostenido a sus cuatro hombres para
que no desfallezcamos.
A Yaizet, amor de mi existencia, que, entre tanto viento, nunca me soltó.
A mis asesoras, por su infinita paciencia en su ardua labor de enseñar y
guiar

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al Laboratorio de Microbiología por abrirme las puertas y permitirme formar parte de su espacio de trabajo, aprendizaje y crecimiento profesional.

A la Dra. Lucero Vázquez Cruz, por su guía, su conocimiento compartido y su constante disposición para orientarme a lo largo de este proceso.

A la Mtra. Rosa Martha Padrón López, por su apoyo, su paciencia y por acompañarme con compromiso durante cada etapa de este trabajo.

A mis compañeros y amigos de la carrera: Jonathan, Alejandra, Eder, Jossué y Susana. Gracias por su apoyo genuino, por los buenos momentos y por estar presentes cuando más se necesitaba.

A los chicos y chicas del servicio social, por su compañerismo y colaboración durante esta etapa.

A mis padres, por su apoyo incondicional, su esfuerzo y su confianza en mí desde el inicio. Todo esto también es suyo.

Y a Yaizet, mi compañera de vida, gracias por tu paciencia, tu amor y tu presencia constante, incluso en los días más difíciles. Este logro también lleva tu nombre.

Este trabajo es el resultado de muchas manos, muchas voces y mucho corazón. Cada palabra, cada consejo y cada gesto fueron parte fundamental para llegar hasta aquí. Por eso, a todos los que formaron parte de este camino, les dejo mi más sincero agradecimiento y el compromiso de seguir adelante, aprendiendo y creciendo, siempre con gratitud.

Índice de contenido

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	5
Estudios sobre evaluación microbiana en chiles	7
3. Justificación.....	11
4. Objetivos.....	13
Objetivo general	13
Objetivos Específicos	13
5. METODOLOGÍA.....	14
Área de estudio	14
Colecta de muestras.....	15
Procesamiento de muestras.....	15
Cuantificación de coliformes por el Método del Número Más Probable	16
Prueba presuntiva	16
Prueba confirmativa.....	17
Coliformes totales.....	17
Coliformes fecales	18
Cálculos para NMP.....	19
Cuantificación de bacterias aeróbicas mesofílicas en placa	22
Determinación de mohos y levaduras.....	23
6. RESULTADOS	27
Mohos y Levaduras	30
Bacterias Aerobias Mesófilas (BAM)	30
7. Discusión	34
8. CONCLUSIONES:.....	40
9. LITERATURA CITADA.....	42

Índice de figuras

Figura 1. Mercado José María Pino Suárez	14
Figura 2. Local visitado para la colección de muestras.....	15
Figura 3. a) Diluciones seriadas por cada muestra correspondiente a cada tipo de chile. b) Incubación de las muestras a 35 °C c) Resultados de la fase presuntiva después de la incubación d) Observación de la turbidez y presencia de gas.	17
Figura 4. Muestras de CT. a) Indica las muestras llevadas a la incubadora después de las 48 horas. b) Indica la presencia de turbidez y de gas de las muestras positivas, en la fase confirmativa de la prueba de CT	18
Figura 5 . Incubación a 44.5 °C en baño de agua con termo circulación, de tubos para la confirmación de CF	18
Figura 6. Cuenta viable de bacterias aeróbicas en agar para Métodos Estándar .	22
Figura 7. Diagrama general de la metodología utilizada para la cuantificación de BMA, CT, CF y MyL.....	24
Figura 8. Esquema general de la técnica de cuenta en placa por superficie	25
Figura 9. Determinación de mohos y levaduras, en agar PDA.	26
Figura 10. Pruebas de medias al 95% de los cuatro indicadores estudiados, a) CF; b) CT; c) MyL y d) MyL	31
Figura 11. Pruebas de medias al 95% de los cuatro indicadores estudiados, a) CF; b); CT; c); MyL y d) MyL por tipo de chile seco evaluado.....	33

Índice de tablas

Tabla 1. Indicadores microbianos utilizados para la determinar la calidad microbiológica del chile seco.	16
Tabla 2. Índice del NMP y límites de confianza 95% para varias combinaciones de resultados positivos cuando son usados varios números de tubos. (Diluciones 10, 1,0 y 0,1 g)	20
Tabla 3. Valores de CT Y CF en NMP/g por local y tipo de chile.....	28
Tabla 4. Valores obtenidos de BAM y MyL, expresados en UFC/g	29

INDICADORES MICROBIANOS DE CHILES SECOS EN EL MERCADO JOSÉ MARIA PINO SUÁREZ, VILLAHERMOSA, TABASCO

RESUMEN

El presente estudio evaluó la calidad microbiológica de chiles secos comercializados en el mercado público José María Pino Suárez, en Villahermosa, Tabasco. Ante la ausencia de una normatividad específica que regule los parámetros microbiológicos de estos productos, se identificó la necesidad de examinar su inocuidad alimentaria, considerando la alta demanda y consumo de chiles secos en la dieta mexicana.

Se analizaron 30 muestras de tres tipos de chile (guajillo, mulato y de color) provenientes de diez locales del mercado. Se evaluaron los siguientes indicadores microbiológicos: coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), bacterias aerobias mesófilas (BAM) y mohos y levaduras (MyL). Para el análisis estadístico, los datos fueron transformados a log₁₀ y se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y prueba de la mediana de Mood) para determinar diferencias significativas entre locales y tipos de muestra.

Los resultados revelaron que el 30% y el 40% de las muestras presentaron contaminación por CT y CF, respectivamente. Asimismo, el 54% mostró presencia de MyL y el 100% de BAM. El local 4 registró los niveles más elevados de contaminación en todos los indicadores. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre la mayoría de los grupos analizados.

Se concluye que una parte considerable de los chiles secos comercializados presenta niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud pública. Los hallazgos destacan la necesidad urgente de establecer normativas específicas para este tipo de producto, así como de implementar buenas prácticas de manejo en su producción y comercialización.

ABSTRACT

This study evaluated the microbiological quality of dried chili peppers sold at the José María Pino Suárez public market in Villahermosa, Tabasco. Due to the lack of specific regulations governing microbiological parameters for these products, there is a pressing need to assess their food safety, considering the high demand and frequent consumption of dried chilies in the Mexican diet.

A total of 30 samples were analyzed, including three types of chili peppers (guajillo, mulato, and colored varieties) collected from ten market stalls. The microbiological indicators assessed were total coliforms (TC), fecal coliforms (FC), aerobic mesophilic bacteria (AMB), and molds and yeasts (M&Y). Data were log₁₀-transformed, and non-parametric tests (Kruskal-Wallis and Mood's median test) were used to identify significant differences among locations and sample types.

The results showed that 30% and 40% of the samples were contaminated with TC and FC, respectively. Additionally, 54% were positive for M&Y and 100% for AMB. Stall 4 reported the highest levels of contamination across all microbiological indicators. However, no statistically significant differences were found among most groups analyzed.

It is concluded that a considerable portion of dried chili peppers sold in the market presents contamination levels that could pose a risk to public health. These findings underscore the urgent need to establish specific regulations for dried chili products and to implement good handling practices during their production and commercialization.

Palabras claves: Chiles secos, Calidad microbiológica, Coliformes fecales, Bacterias mesófilas, Seguridad alimentaria

Keywords: Dried chili peppers, Microbiological quality, Fecal coliforms, Mesophilic bacteria, Food safety

1. Introducción

Los chiles son una pieza clave en el arte culinario de las mesas mexicanas y un emblema nacional. La diversidad de chiles, tanto en fresco como en seco, abre un abanico de opciones para preparar una gran cantidad de platillos mexicanos, como mole, chiles rellenos, horneados y tamales, entre otros. Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017), México ocupa un lugar destacado en la producción y exportación de chiles frescos y secos a nivel mundial, para satisfacer la alta demanda de los consumidores en todo el territorio mexicano y globalmente. En 2020, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA) reportó un crecimiento del 2.7% en la producción de chiles en el país. Esta actividad se lleva a cabo en casi todo el territorio nacional, con una producción promedio anual de tres millones 324 mil 260 toneladas, y un consumo per cápita de 17.2 kilogramos.

El SIAP (2020) indica que, en los últimos 15 años, la superficie destinada a cultivos de chiles ha promediado 147 mil hectáreas anuales, con un incremento de un millón de toneladas. Este aumento se relaciona con el rendimiento promedio por hectárea, que pasó de 13.86 toneladas por hectárea en 2005 a 21.65 toneladas por hectárea en 2019.

La gran variedad de chiles que existen en México origina que se comercialicen en su presentación de chiles secos. La deshidratación permite su preservación y una amplia diversidad para su comercialización. Este proceso se efectúa a través de diferentes técnicas, tanto artesanales como industriales. La actividad de deshidratación demanda el 40% de los chiles cultivados y se realiza en casi todo el territorio mexicano, especialmente en los estados de Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Sonora y Zacatecas. El método artesanal consiste en dispersar los chiles en una delgada capa sobre el suelo, exponiéndolos a los rayos solares (Saldívar et al., 2019).

En la actualidad, la tecnología ha facilitado procedimientos más simples y sofisticados para producciones a gran escala. La forma convencional de deshidratar chiles se lleva a cabo mediante túneles de secado, utilizando combustibles fósiles como fuente de energía. Aunque este método produce un producto de buena calidad en poco tiempo, contribuye significativamente a la contaminación ambiental (Saldívar et al., 2019).

Desde el punto de vista taxonómico, todos los chiles pertenecen al género *Capsicum*, que forma parte de la familia Solanáceas. Este género está conformado por 31 especies, de las cuales cinco han sido domesticadas: *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens*, y *C. annum*. Esta última es la especie de chile más popular y ampliamente cultivada en el mundo, gracias a su riqueza genética, lo que ha permitido su domesticación y cultivo en diversas variedades a lo largo y ancho del continente. La existencia de una gran variedad de *Capsicum* se ha visto influenciada por diversos factores, tales como la migración, la presencia de plagas y enfermedades, el abandono de cultivos, la introducción de variedades mejoradas, y el cambio en el uso del suelo (Aguilar-Rincón, 2010).

Con respecto a los criterios de calidad establecidos en la normatividad mexicana, la NMX-FF-107/1-SCFI-2006 especifica que los chiles frescos deben cumplir con las siguientes especificaciones antes de ser sometidos a procesos de deshidratación: forma, color y sabor (pungencia o picor) característicos; deben ser enteros, sanos, limpios, de consistencia firme y textura brillante; además, deben estar libres de pudrición y no presentar defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, así como de insectos y hongos (Secretaría de Salud, 2006).

En cuanto al aspecto microbiológico, las bacterias pueden tener un impacto significativo cuando son transmitidas por los alimentos, provocando enfermedades infecciosas. La escasa sanidad en la elaboración, manipulación, almacenamiento y transporte de los alimentos es un factor clave que puede exponer estos productos a diversas fuentes de contaminación, lo que pone en riesgo al consumidor y puede causar infecciones gastrointestinales que varían desde leves hasta graves.

dependiendo del sistema inmunitario del huésped y la serología de los patógenos. *Escherichia coli* es el organismo indicador microbiano más utilizado para detectar contaminación de origen fecal en los alimentos, ya que cumple con características como estar presente siempre que se encuentran patógenos de importancia, sobrevivir fuera del tracto intestinal, y ser fácil de identificar (Atlas & Berta, 2002).

Los grupos de indicadores bacterianos de mayor interés sanitario, utilizados para evaluar la calidad de los alimentos procesados o en crudo, incluyen el grupo coliforme, mohos y levaduras, así como algunas bacterias como *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*, estreptococos fecales, y *E. coli* (Downes, 2001). La presencia de *E. coli* es especialmente relevante debido a que algunas de sus variedades causan diarreas con sangre, como la *E. coli* enterohemorrágica O157, que produce una toxina llamada Shiga (STEC). Esta cepa puede infectar a los seres humanos a través del consumo de diversos productos contaminados, como leche cruda, carne cruda o mal cocinada, cremas de pescado, vegetales y aves, considerados productos de alto riesgo por contener patógenos, toxinas naturales y otros contaminantes (Asfaw Geresu & Regassa, 2021).

Por otra parte las micotoxinas deberían ser un indicador sanitario para evaluar los chiles secos, ya que son termoestables y resistentes a diversos métodos de deshidratación. Estas toxinas son generadas por mohos y hongos, como *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, que se detectan en cereales, semillas y chiles, entre otros (Anónimo, 2019). Costa et al. (2019), en su investigación sobre pimientos, mencionan que, una vez contaminados, los chiles frescos pueden retener estas toxinas, resultando en la presencia de micotoxinas como aflatoxinas (AF), fumonisinas (FB), zearalenona (ZEN), tricotecenos (TCT), y patulina (PAT), que pueden causar infecciones que van desde agudas hasta crónicas y, en algunos casos, letales. En países como Brasil y Pakistán, las micotoxinas son parte de la normatividad para chiles frescos y secos, mientras que, en México, no están reguladas (Casquete et al., 2017).

Los chiles secos en la actualidad presentan una gran demanda para la producción de diversos alimentos, y muchos de estos chiles son exportados. Por lo tanto, debería establecerse una normatividad mexicana que determine los límites permisibles fisicoquímicos y microbiológicos para la gran variedad de chiles secos que se producen y comercializan en mercados y puestos ambulantes. En esta investigación se determinó la calidad microbiológica de los chiles secos que se comercializan en locales del mercado José María Pino Suárez, ubicado en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, utilizando como indicadores microbianos a los coliformes fecales, coliformes totales, bacterias mesofílicas aeróbicas, y mohos y levaduras.

2. Antecedentes

Los chiles (*Capsicum spp.*) son un componente esencial en la gastronomía de diversas culturas, especialmente en México, donde representan un elemento distintivo en la dieta y la identidad culinaria (Gaceta UNAM, 2011). Se cultivan y comercializan en distintas variedades, tanto frescas como secas, dependiendo de su uso y procesamiento. Los chiles secos son aquellos que han pasado por un proceso de deshidratación, lo que permite su conservación por más tiempo y potencia su sabor y aroma. Sin embargo, durante este proceso pueden contaminarse con microorganismos patógenos y toxinas que representan un riesgo para la salud pública (FAO, 2000).

En el contexto de la microbiología alimentaria, las bacterias son organismos unicelulares capaces de multiplicarse en distintos ambientes, incluidos los alimentos. Algunas son inofensivas o incluso beneficiosas, pero otras pueden ser patógenas y causar enfermedades. Dentro de este grupo, los coliformes son bacterias que se utilizan como indicadores de contaminación en los alimentos y el agua. Los coliformes totales incluyen géneros como *Escherichia*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, y su presencia sugiere condiciones inadecuadas de higiene en la manipulación de los alimentos. Por otro lado, los coliformes fecales, entre los que se encuentra *Escherichia coli*, están directamente asociados con contaminación de origen fecal, lo que indica un mayor riesgo sanitario (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Además de las bacterias, los hongos juegan un papel importante en la contaminación de los alimentos. Dentro de este grupo se incluyen los mohos y las levaduras. Los mohos son microorganismos filamentosos que pueden desarrollarse en productos secos, como los chiles, y producir micotoxinas, compuestos tóxicos que pueden afectar la salud humana. Las levaduras, aunque menos peligrosas, pueden alterar la calidad del producto al generar cambios en su textura, sabor y apariencia (Mérieux NutriSciences, 2021).

Las toxinas son sustancias que pueden ser perjudiciales para la salud. En los chiles secos, una de las toxinas de mayor relevancia son las micotoxinas, generadas por hongos del género *Aspergillus*, como las aflatoxinas. Estas toxinas son resistentes a los procesos de secado y cocción, lo que incrementa el riesgo de intoxicación al consumir productos contaminados (FAO, 2000).

Dado que los chiles secos pueden representar un medio para la proliferación de microorganismos patógenos y la acumulación de toxinas, resulta fundamental la evaluación microbiológica para determinar su calidad y seguridad. En la actualidad, no existe una normatividad específica en México que establezca límites microbiológicos claros para los chiles secos. La norma NMX-FF-107/1-SCFI-2006 establece que estos productos deben estar libres de contaminación microbiana, pero no detalla parámetros cuantitativos (Secretaría de Economía, 2006). Esto subraya la necesidad de realizar estudios microbiológicos que permitan determinar los niveles de contaminación presentes en estos productos y contribuir al desarrollo de regulaciones más precisas.

En México existen más de 40 tipos de chiles que consolidan la gran riqueza y variedad de los platillos mexicanos, desde los moles de Puebla, Yucatán y Oaxaca, hasta las salsas y adobos preparados en el centro del país. Debido a la alta demanda de este producto, los agricultores deben producir grandes cantidades de diversas variedades de chiles, tanto frescos como secos, siendo estos últimos los que requieren un largo proceso para llegar a la mesa de los consumidores (Rincón *et. al.*, 2010).

A pesar de esta gran diversidad, en México solo existe la norma NMX-FF-108-SCFI-2007, que se refiere a las condiciones y características de calidad que deben cumplir los chiles jalapeños rojos (*C. annuum*) en su presentación como chiles enteros secos, deshidratados y ahumados (chiles chipotle). Esta norma omite otros tipos de chiles secos que se comercializan en el país. Los parámetros bacteriológicos

considerados en esta norma son coliformes, mohos y levaduras, así como parámetros fisicoquímicos.

La contaminación de los alimentos puede derivar de diversos factores, incluyendo elementos químicos, físicos y biológicos. La contaminación biológica, que proviene de organismos vivos como las bacterias, representa la mayor preocupación, ya que puede provocar enfermedades si se consumen alimentos contaminados. De hecho, la mayoría de las enfermedades alimentarias se deben a esta forma de contaminación (Rosas, 2006).

Los alimentos orgánicos, debido a sus características, son un ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos. Si estos están presentes y la forma en que manejamos y almacenamos los alimentos no es adecuada, pueden surgir las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Estos problemas han aumentado en los últimos tiempos y, debido al impacto económico y de salud que conllevan, las organizaciones responsables han establecido reglas y normas para garantizar la calidad de los alimentos y, en consecuencia, prevenir problemas para los consumidores.

Una ETA es una enfermedad que ocurre poco después (horas o días) de consumir algo no seguro. La causa puede ser la ingestión de comida contaminada con microorganismos generan la enfermedad (infección), el consumo de alimentos contaminados con toxinas producidas por la proliferación de microorganismos en el alimento (intoxicación) o una combinación de ambos (toxiinfección) (Rosas, 2006).

El excesivo consumo de alimentos ha resultado en la falta de atención a la higiene adecuada, exponiendo a los consumidores a una variedad de factores que afectan su salud (Lugo-Jiménez, 2010). Por esta razón, la realización de investigaciones microbiológicas que avalen la adecuada salubridad para la venta y consumo humano se vuelve esencial. Ejemplos de tales investigaciones se encuentran en los trabajos siguientes.

Estudios sobre evaluación microbiana en chiles

En un estudio se abordó la contaminación física y microbiológica del chile "chipotle" durante el proceso de deshidratación (Ávila-Quezada et al., 2009). Observaron que

al procesar el chile chipotle, que implica someterlo al humo y calor de la madera en un horno al aire libre durante un período de seis días, existe el riesgo de contaminación con materia fecal debido a la exposición ambiental. Con el objetivo de cumplir con los estándares establecidos por la norma NMX-FF-108-SCFI-2007 y garantizar una mayor calidad del producto, llevaron a cabo una identificación de puntos de contaminación física y microbiológica, además de analizar los chiles en polvo de una marca comercial en Bangladesh, midiendo el contenido de humedad, cenizas, cenizas solubles en ácido, índice de refracción y grasa volátil. Los parámetros bacteriológicos medidos fueron el conteo de mohos, conteo de coliformes y *Salmonella*. Todas las pruebas se realizaron siguiendo el estándar de la FDA, Filipinas (2013). Como resultado, se encontró que el contenido de humedad y de cenizas del chile en polvo eran de 4.40% a 6.00% y 5.28% a 6.19%, respectivamente; mientras que el recuento total de moho oscilaba entre 1.0×10^3 y 3.1×10^3 UFC/g y los coliformes totales de 1.0×10^2 UFC/g. Cabe señalar que no se detectó la presencia de *Salmonella* en las muestras analizadas. En conclusión, las marcas evaluadas no cumplieron con los parámetros de calidad establecidos por las autoridades correspondientes del país, exponiendo a la población a diversas enfermedades (Mamun et al., 2016).

Mokemiabeka et al. (2016), en su investigación, evaluaron chiles rojos previamente triturados y comercializados en el mercado local de la República del Congo, con el objetivo de evaluar la presencia de bacterias de origen intestinal como *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus* y *Legionella sp.*. Los resultados mostraron la ausencia de estas bacterias, debido a que durante el proceso de fermentación se produce un efecto positivo en el producto. Con base en el análisis de secuenciación del gen 16S ARNr (ácido ribonucleico ribosomal), determinaron la presencia de bacterias benéficas (*Paenibacillus sp.*, *Bacillus marisflavi*, *Bacillus pseudomycoides*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus megaterium*), concluyendo que estas bacterias tienen la capacidad de secretar biomoléculas e inhibir el crecimiento de otras bacterias en las placas.

En Nigeria y EE. UU. se evaluaron chiles rojos debido a los reportes de contaminación por aflatoxina, producida por algunas cepas de *Aspergillus flavus*. Se obtuvo una incidencia mayoritaria por *A. flavus*. En los análisis de ambos países se encontraron hongos con morfología de S y con alta virulencia, en orden contiguo: *A. tamarii* y *A. parasiticus*. Los hongos con morfología de L produjeron aflatoxinas menores que los hongos con forma de S. Como resultado, se reportó que los chiles importados de EE. UU., con hongos de morfología S, produjeron el 80% de contaminación de aflatoxinas B, mientras que el 20% de chiles nigerianos produjeron aflatoxinas de tipo B y G. A partir de estos resultados, se realizaron análisis filogenéticos que dieron paso a cinco clados distintos, entre ellos uno nuevo, *A. cicutus* sp. En conclusión, existe un riesgo por parte de este producto hacia los consumidores. Sin embargo, como los autores indican, las autoridades no presentan conflictos de interés en este tema, por lo que se deben tomar decisiones que regulen esta problemática sanitaria (Singh & Cotty, 2019).

Wikandari et al. (2020) evaluaron la calidad microbiológica de chiles secos en Indonesia debido a la contaminación por aflatoxinas y ocratoxina a través de los siguientes parámetros: identificación morfológica, identificación molecular y análisis cromatográfico. Para la determinación de hongos, se mezclaron 10 g de cada muestra con 90 mL de NaCl. La metodología se basó en Rahayu et al. (2014), y la frecuencia de estos microorganismos se calculó a partir de las Unidades Formadoras de Colonias. El ADN se amplificó mediante PCR, utilizando los primers nor-1, aflR y omtB para detectar el gen de biosíntesis de aflatoxinas. Se utilizó AcPKS y AnPKS para detectar el gen de biosíntesis de ocratoxina. Los niveles de contaminación fúngica en los chiles oscilaban entre 1 y 408×10^3 UFC/g. Los resultados de las pruebas morfológicas mostraron que *Aspergillus* es el principal hongo que contamina los chiles y los aislamientos comunes fueron *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*.

Otro estudio realizado en Malasia se dirigió a realizar análisis de pH, humedad y contenido de ácido benzoico, carga microbiana (aerobia, anaerobia, esporas aeróbicas y hongos), y microorganismos termófilos en 15 marcas diferentes de

pasta de chile compradas en mercados locales e hipermercados. Los resultados mostraron que tanto el contenido de humedad como el pH diferían entre las muestras. Se encontró que la concentración de ácido benzoico detectada en la salsa de chile estaba en el rango de 537 a 5,435 mg/kg. Según el Codex *Alimentarius*, se halló que nueve de quince marcas excedían el nivel máximo permitido (1000 mg/kg de ácido benzoico) por la Ley Alimentaria de Malasia. Además, se identificó una clara correlación entre la concentración de ácido benzoico y la carga microbiana presente en la salsa de chile. Se apreciaron microorganismos como *Flavobacterium tritici*, *Stenotrophomonas rhizogenes*, *Microbacterium maritopicum*, *Roseomonas spp.*, CDC II-E subgrupo A, *Flavimonas oryzihabitans* y *Pseudomonas aeruginosa*, siendo *M. maritopicum* el microorganismo más común (Leisner et al., 1997).

Debido a lo anterior, es necesario resaltar la importancia de realizar este tipo de estudios en estos productos, dada la alta demanda a nivel global y sus implicaciones en la salud por la presencia de agentes patógenos. Además, para las autoridades, esto no representa ninguna problemática. A nivel nacional, la información con respecto a estos análisis es casi nula, por lo cual no existe un sustento que obligue a las autoridades a regularizar estrictamente la producción y comercialización de los chiles secos.

3. Justificación

México es uno de los países con una gran variedad de chiles, que se consumen de forma fresca o deshidratada, conocidos como chiles secos. Las especificaciones microbiológicas que marcan los criterios de calidad de estos productos están establecidas en la norma NMX-FF-107/1-SCFI-2006. Sin embargo, esta normatividad solo indica que los chiles secos no deben contener microorganismos (Economía, 2006). A pesar de la existencia de esta regulación, la venta de chiles secos en lugares públicos, como los mercados, se realiza sin un manejo adecuado y sin la supervisión de las dependencias de salud, lo que compromete la calidad del producto que consumen los ciudadanos.

Los chiles secos, como alimento, pueden albergar microorganismos causantes de infecciones e intoxicaciones, a menudo debido a las malas prácticas sanitarias de quienes los elaboran, producen o comercializan. Un estudio reciente destaca que los chiles secos pueden estar contaminados con *Aspergillus* spp., que produce aflatoxinas, lo que subraya la importancia de establecer buenas prácticas de manejo para prevenir la contaminación (Purwandari et al., 2020). Un informe de la OMS sobre peligros microbiológicos en especias también enfatiza la necesidad de regulaciones más estrictas para la comercialización de productos alimenticios secos (WHO, 2022).

Durante el proceso de deshidratación y el almacenamiento, muchos productos pueden contaminarse con bacterias de origen intestinal, lo que puede provocar intoxicaciones en el consumidor. Aquí radica la importancia de evaluar la calidad microbiológica de los chiles secos, dado el mal manejo del producto durante la producción, almacenamiento y distribución. Según la Organización Mundial de la Salud, la creciente preocupación por los peligros microbiológicos en especias y alimentos secos resalta la necesidad de regulaciones más efectivas para asegurar la seguridad alimentaria (WHO, 2022). La regulación de estos productos es esencial debido a la presencia de diversas enfermedades gastrointestinales microbianas.

entre las que se incluyen *E. coli* (cepas enteropatógenas), *Salmonella enterica*, y otros patógenos asociados (Anglada, 1997; Madigan et al., 2022).

Además, se ha documentado que el consumo de especias contaminadas puede resultar en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, lo que pone en riesgo la salud pública (González et al., 2021). Un estudio sobre la microbiología de especias secas encontró que una alta proporción de muestras contenía niveles inaceptables de contaminación microbiana, lo que podría causar infecciones severas en los consumidores (Khan et al., 2022)

Por último, la falta de información y la carencia de regulaciones específicas en México resaltan la urgencia de investigaciones microbiológicas que evalúen la calidad de los chiles secos. Este estudio busca analizar la salud microbiana de los chiles secos adquiridos en el mercado público José María Pino Suárez. Para ello, se considerarán indicadores microbianos como el recuento total de coliformes, el conteo de bacterias aerobias, y la presencia de mohos y levaduras. El propósito principal es contribuir al entendimiento de la higiene y calidad de los chiles secos en este contexto.

4. Objetivos

Objetivo general

Determinar la calidad microbiológica de tres variedades de chiles secos de *Capsicum annuum* (guajillo, color y mulato) distribuidos al público en el mercado
José María Pino Suárez.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la calidad microbiológica en diez locales que distribuyen chiles secos al público.
2. Cuantificar la presencia de mohos, levaduras, bacterias mesofílicas aerobias, coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en las tres variedades de chiles secos (guajillo, color y mulato).

5. METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó en el mercado público "José María Pino Suárez", ubicado en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, en las coordenadas $17^{\circ}59'27.128''$ de latitud norte y $92^{\circ}54'59.605''$ de longitud oeste (Figura 1). Este mercado cuenta con una diversidad de locales que ofrecen al público una amplia gama de productos alimenticios, incluyendo carnes, verduras, granos, abarrotes, pozol, taquerías y productos a granel como semillas, chiles y galletas, entre otros.



Figura 1. Mercado José María Pino Suárez

Colecta de muestras.

El muestreo se llevó a cabo entre abril y julio de 2022. En cada local visitado, como se muestra en la figura 2, se adquirieron entre 50 y 100 gramos de chiles guajillo, color y mulato. Las muestras de cada variedad de chile fueron almacenadas en bolsas plásticas estériles y transportadas al Laboratorio de Microbiología de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde fueron procesadas de inmediato.

En la figura 7 se muestra un esquema general de la metodología empleada.



Figura 2. Local visitado para la colección de muestras

Procesamiento de muestras

En la Tabla 1, se muestra el método y los indicadores utilizados en este estudio. En la primera etapa del análisis, los chiles se cortaron en pequeños trozos utilizando una tijera esterilizada previamente, y luego se trasladaron a una caja Petri de 100 x 20 mm. Utilizando una balanza semianalítica (Adventurer™ OHAUS), se pesaron 50 g con el propósito de obtener una muestra uniforme. Posteriormente, se seleccionaron 10 g para analizar los indicadores microbianos. Para preparar la homogeneización, se procesaron los 10 g de muestra junto con 90 ml de caldo

lactosado (Bioxon®) en una licuadora previamente esterilizada, durante un período de 1 a 2 minutos.

Tabla 1. Indicadores microbianos utilizados para la determinar la calidad microbiológica del chile seco.

Método	Indicador microbiano
NORMA Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.	Coliformes fecales y totales
NORMA Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.	Mohos y levaduras
NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1, Bienes y servicios. método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.	Bacterias aerobias
NORMA Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Bienes y servicios.	Preparación y dilución de muestras

Cuantificación de coliformes por el Método del Número Más Probable

Prueba presuntiva

En la etapa inicial del análisis de coliformes, se llevaron a cabo diluciones seriales en peptona al 0.1%, utilizando volúmenes de 10, 1, 0.1 y 0.01 ml. Estas diluciones se realizaron en series de tres tubos que contenían un dispositivo de Durham (tubos de fermentación) y caldo lactosado. Los tubos se incubaron a una temperatura de 35 ± 0.5 °C durante un período de 48 horas. Se consideraron positivos aquellos tubos que mostraron turbidez y formación de gas en el dispositivo después de las 48 horas, mientras que los tubos que no presentaron estas características se clasificaron como negativos (figura 3).

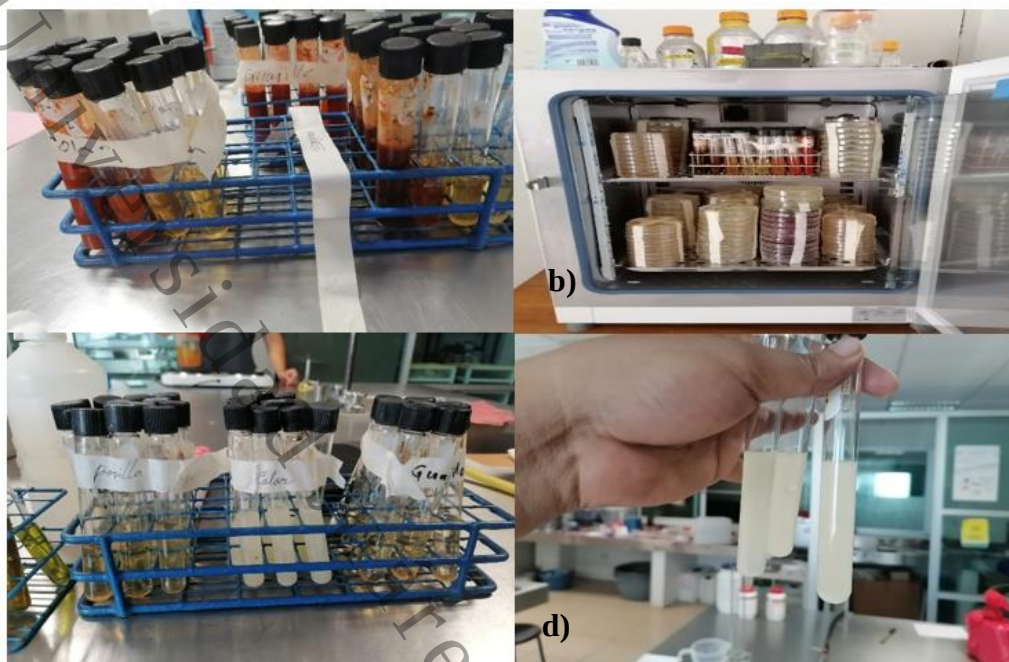


Figura 3. a) Diluciones seriadas por cada muestra correspondiente a cada tipo de chile. b) Incubación de las muestras a 35 °C c) Resultados de la fase presuntiva después de la incubación d) Observación de la turbidez y presencia de gas.

Prueba confirmativa

Coliformes totales

Los tubos positivos de la prueba presuntiva fueron resembrados en caldo lactosa bilis verde brillante al 2% (BVB) con tubo de fermentación. Para ello, se realizaron tres inoculaciones utilizando un asa de siembra previamente esterilizada. Posteriormente, los tubos se incubaron a 35 °C durante un periodo de 48 horas. Las características de los tubos positivos se definieron de la misma manera que en el párrafo anterior, considerando la turbidez y la formación de gas en el dispositivo de Durham como indicadores de la presencia de coliformes totales (figura 4). Este procedimiento sigue los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, que establece la técnica del número más probable para la determinación de bacterias coliformes.

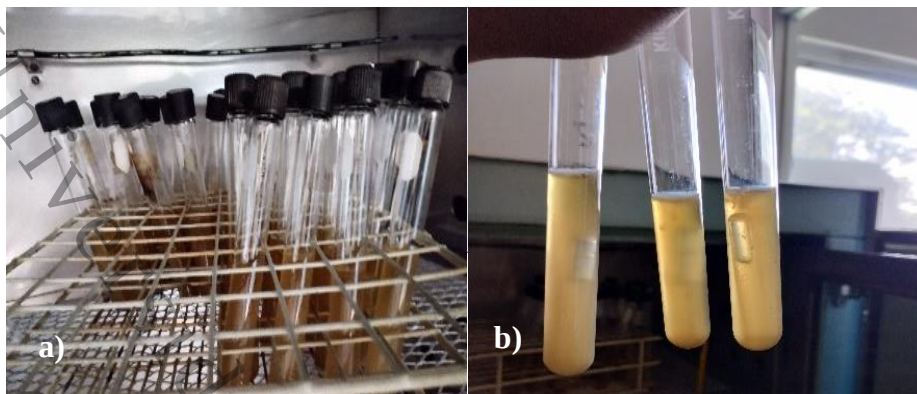


Figura 4. Muestras de CT. a) Indica las muestras llevadas a la incubadora después de las 48 horas. b) Indica la presencia de turbidez y de gas de las muestras positivas, en la fase confirmativa de la prueba de CT

Coliformes fecales

Para la determinación de coliformes fecales (CF), se utilizó el medio EC (Bioxon®). A partir de los tubos que mostraron resultados positivos en la prueba presuntiva, se realizó una resiembra utilizando un asa de siembra. Los tubos seleccionados se incubaron a una temperatura de 44.5 °C durante un periodo de 24 horas. Tanto los tubos con resultados positivos como negativos presentaron las mismas características que las mencionadas para los coliformes totales (CT) (figura 5). Este procedimiento sigue los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, que establece los métodos para la evaluación de la calidad microbiológica en alimentos.



Figura 5 . Incubación a 44.5 °C en baño de agua con termo circulación, de tubos para la confirmación de CF

Cálculos para NMP

Para realizar el cálculo del NMP/g de CT y CF, las combinaciones de tubos obtenidas en las pruebas confirmativas se compararon en la columna correspondiente de la tabla 2 de la **Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994**.

El valor del NMP obtenido de la tabla se multiplicó por el factor de dilución correspondiente para obtener el número total de coliformes por gramo de muestra de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{NMP}{g} = \frac{NMP \text{ obtenido de la tabla}(\text{factor de dilución})}{\text{volumen de la muestra en g}}$$

donde:

- **NMP obtenido de la tabla:** Valor estimado en la tabla de la norma, basado en la combinación de tubos positivos.
- **Factor de dilución:** La inversa de la dilución en la que se encontraron los tubos positivos (por ejemplo, 10, 100, 1000).
- **Volumen de la muestra:** Volumen de muestra utilizado en cada tubo (generalmente 1 g o 0.1 g).

Tabla 2. Índice del NMP y límites de confianza 95% para varias combinaciones de resultados positivos cuando son usados varios números de tubos. (Diluciones 10, 1,0 y 0,1 g)

Combinación de positivos	Índice del NMP por g	3 tubos por dilución 95% Límites de confianza		5 tubos por dilución índice del NMP por g	95% Límites de confianza	
		bajo	alto		bajo	alto
0-0-0	<0,03	<0,005	<0,09	<0,02	<0,005	<0,07
0-0-1	0.03	<0,005	<0,09	0.02	<0,005	0.07
0-1-0	0.03	<0,005	0.13	0.02	<0,005	0.07
0-2-0	--	--	--	0.04	<0,005	0.11
1-0-0	0.04	<0,005	0.20	0.02	<0,005	0.07
1-0-1	0.07	0.01	0.21	0.04	<0,005	0.11
1-1-0	0.07	0.01	0.23	0.04	<0,005	0.11
1-1-1	0.11	0.03	0.36	0.06	<0,005	0.15
1-2-0	0.11	0.03	0.36	0.06	<0,005	0.15
2-0-0	0.09	0.01	0.36	0.05	<0,005	0.13
2-0-1	0.14	0.03	0.37	0.07	0.01	0.17
2-1-0	0.15	0.03	0.44	0.07	0.01	0.17
2-1-1	0.20	0.07	0.89	0.09	0.02	0.21
2-2-0	0.21	0.04	0.47	0.09	0.02	0.21
2-2-1	0.28	0.10	1.50	--	--	--
2-3-0	--	--	--	0.12	0.03	0.28
3-0-0	0.23	0.04	1.20	0.08	0.01	0.19
3-0-1	0.39	0.07	1.3	0.11	0.02	0.25
3-0-2	0.64	0.15	3.80	--	--	--
3-1-0	0.43	0.07	2.1	0.11	0.02	0.25
3-1-1	0.75	0.14	2.3	0.14	0.04	0.34
3-1-2	1.20	0.30	3.8	--	--	--
3-2-0	0.93	0.15	3.80	0.14	0.04	0.34
3-2-1	1.50	0.30	4.40	0.17	0.05	0.46
3-2-2	2.10	0.35	4.70	--	--	--
3-3-0	2.40	0.36	13.0	--	--	--
3-3-1	4.60	0.71	24.0	--	--	--
3-3-2	11.0	1.50	48.0	--	--	--
3-3-3	>11,0	>1,50	>48,0	--	--	--
4-0-0	--			0.13	0.03	0.31

4-0-1	--			0.17	0.05	0.46
4-1-0	--			0.17	0.05	0.46
4-1-1	--			0.21	0.07	0.63
4-1-2	--			0.26	0.09	0.78
4-2-0	--			0.22	0.07	0.67
4-2-1	--			0.26	0.09	0.78
4-3-0	--			0.27	0.09	0.80
4-3-1	--			0.33	0.11	0.93
4-4-0	--			0.34	0.12	0.93
5-0-0	--			0.23	0.07	0.70
5-0-1	--			0.31	0.11	0.89
5-0-2	--			0.43	0.15	1.14
5-1-0	--			0.33	0.11	0.93
5-1-1	--			0.46	0.16	1.2
5-1-2	--			0.63	0.21	1.5
5-2-0	--			0.49	0.17	1.3
5-2-1	--			0.70	0.23	1.70
5-2-2	--			0.94	0.28	2.2
5-3-0	--			0.79	0.25	1.9
5-3-1	--			1.10	0.31	2.5
5-3-2	--			1.4	0.37	3.4
5-3-3	--			1.80	0.44	5.0
5-4-0	--			1.30	0.35	3.0
5-4-1	--			1.70	0.43	4.9
5-4-2	--			2.20	0.57	7.0
5-4-3	--			2.80	0.90	8.5
5-4-4	--			3.50	1.20	10.0
5-5-1	--			2.40	0.68	7.5
5-5-2	--			3.50	1.60	10.0
5-5-3	--			5.40	1.80	14.0
5-5-4	--			9.20	3.0	32.0
5-5-5	--			16.09	6.40	58.0

Cuantificación de bacterias aeróbicas mesofílicas en placa



Figura 6. Cuenta viable de bacterias aeróbicas en agar para Métodos Estándar

Simultáneamente, se llevó a cabo el método de siembra en placa por superficie, como se muestra en la figura 8, para la enumeración de bacterias aeróbicas a partir de la homogeneización mencionada en la sección de procesamiento de la muestra. El medio utilizado para este propósito fue el Agar para Métodos Estándar (Bioxon®). Se realizaron diluciones de 10^1 , 10^2 , 10^3 y 10^4 . La incubación se llevó a cabo a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante un período de 72 horas.

Para calcular el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de muestra, se seleccionaron aquellas diluciones en las cuales las placas contenían entre 25 y 250 unidades formadoras de colonias (UFC) para garantizar resultados confiables. En caso de que las colonias se encontraran agrupadas o cercanas, estas se consideraron como una sola colonia para evitar errores en el conteo (Figura 6). Para los cálculos de las UFC presentes en la muestra se aplicó la siguiente formula:

$$\frac{UFC}{g} = \frac{N(D)}{V}$$

donde

N: es el número de colonias contadas en la placa,

D: es el factor de dilución

V: es el volumen de muestra inoculada en mililitros (ml).

Determinación de mohos y levaduras

La determinación de los mohos y levaduras se realizó utilizando el método de siembra en placa por superficie, siguiendo el mismo enfoque que se utilizó previamente en los procesos. El homogeneizado empleado en etapas anteriores sirvió como base para esta evaluación. Se utilizó Agar Dextrosa y Papa (PDA) (Bioxon®) como medio de cultivo. Las diluciones previamente preparadas (10^1 , 10^2 , 10^3 , 10^4) se utilizaron nuevamente. Posteriormente, las placas se incubaron a 35 °C durante un período de 120 horas. Al finalizar el periodo de incubación, se procedió a contar las colonias desarrolladas en cada placa.

Se seleccionaron aquellas diluciones en las cuales las placas contenían entre 25 y 250 unidades formadoras de colonias (UFC) para garantizar resultados confiables. En caso de que las colonias se encontraran agrupadas o cercanas, estas se consideraron como una sola colonia para evitar errores en el conteo. (figura 9)

Para realizar el cálculo de las Unidades Formadoras de Colonias por gramo de muestra (UFC/g), se empleó la siguiente fórmula:

$$\frac{UFC}{g} = \frac{N(D)}{V}$$

donde

N: es el número de colonias contadas en la placa,

D: es el factor de dilución

V: es el volumen de muestra inoculada en mililitros (ml).

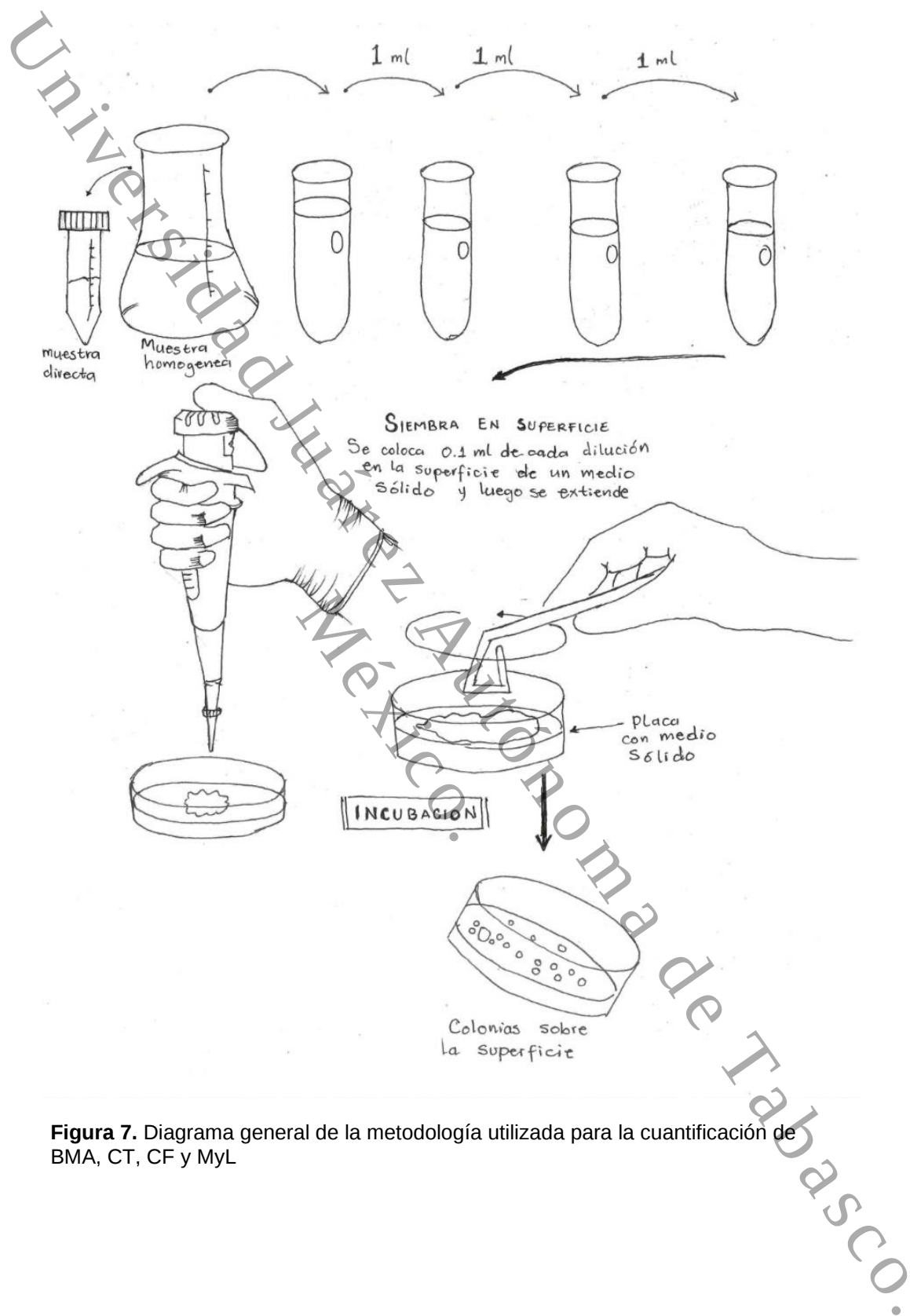


Figura 7. Diagrama general de la metodología utilizada para la cuantificación de BMA, CT, CF y MyL

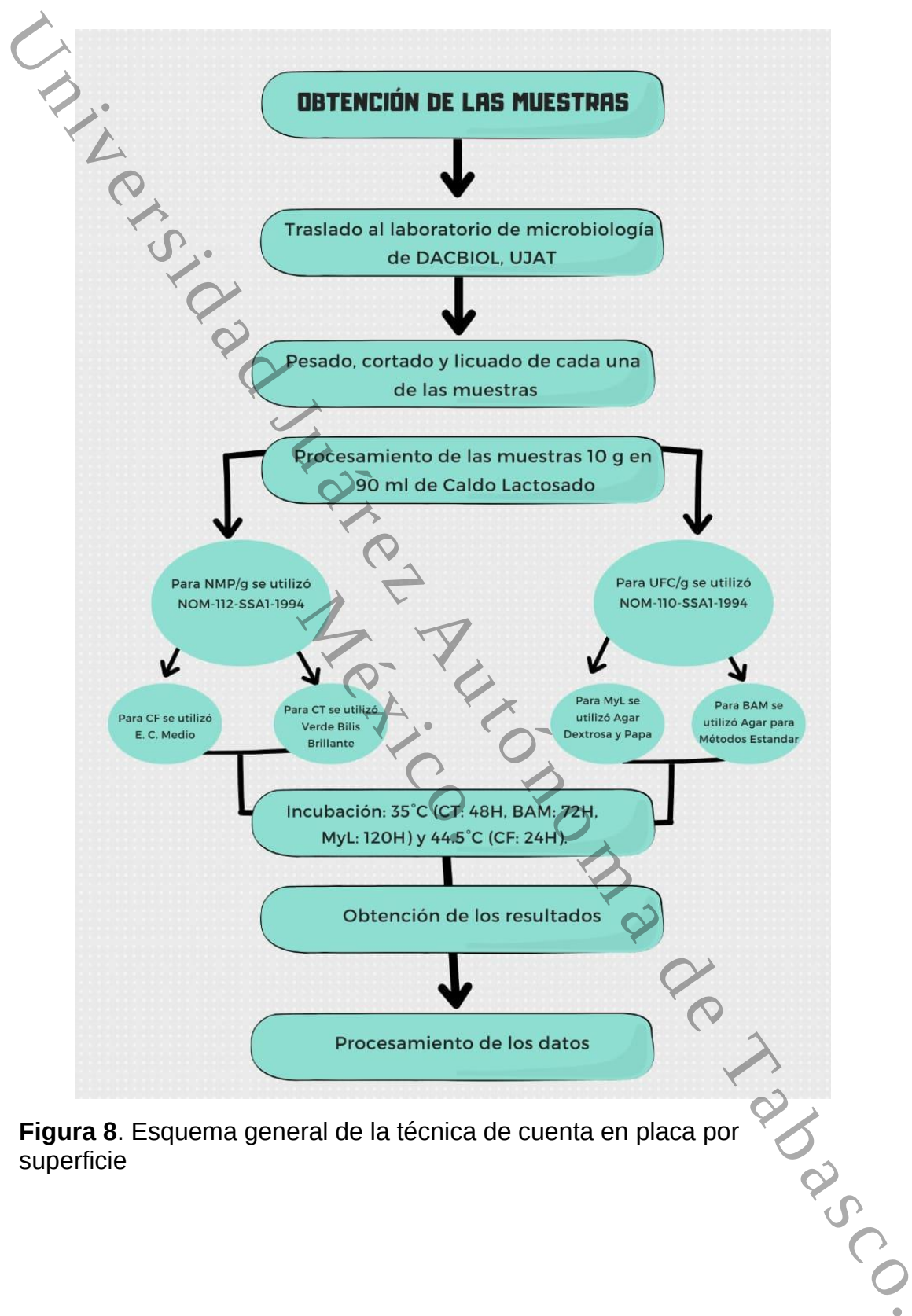




Figura 9. Determinación de mohos y levaduras, en agar PDA.

6. RESULTADOS

Se evaluaron diez locales dedicados a la venta de chiles secos ubicados en el mercado José María Pino Suárez en el municipio de Centro, Villahermosa, Tabasco. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) expresados como Número Más Probable (NMP/g). Esta información es fundamental para evaluar la calidad microbiológica de los productos ofrecidos en estos locales.

Coliformes Totales

Los valores de CT variaron desde < 0.03 NMP/g hasta ≥ 110 NMP/g. Los productos analizados del Local 4 registraron las concentraciones más altas de CT, en las variedades de chile de color y mulato, con un valor de ≥ 110 NMP/g.

Los valores más bajos de CT en las tres clases de chiles fueron detectados en los locales 2 y 3 con concentraciones de < 0.03 NMP/g y una concentración promedio de < 0.3 y 0.05 NMP/g respectivamente.

Coliformes Fecales

Los valores de CF (Coliformes Fecales) se encontraron en un rango de < 0.03 a ≥ 110 NMP/g, siendo el chile color del Local 4 los que obtuvieron las cifras más altas, con ≥ 110 NMP/g. El 50% de los chiles muestreados para CF presentaron concentraciones menores a 0.03 NMP/g, lo que indica niveles bajos de contaminación por este tipo de bacterias.

En cuanto a los CT (Coliformes Totales), los niveles promedios variaron desde < 0.03 hasta 73.37 NMP/g. Los locales 2 y 3 presentaron los promedios más bajos, con valores entre < 0.03 y 0.05 NMP/g, respectivamente. Por su parte, los CF se encontraron en un rango promedio de < 0.03 a 36.98 NMP/g (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de CT Y CF en NMP/g por local y tipo de chile

Local	Muestras	CT	Promedio	CF	Promedio
		NMP/g			
1	G	1.5	1.2	2	0.7
	C	2		0.07	
	M	0.11		<0.03	
2	G	< 0.03	< 0.03	<0.03	<0.3
	C	< 0.03		<0.03	
	M	<0.03		<0.03	
3	G	0.04	0.05	<0.03	<0.03
	C	0.07		<0.03	
	M	<0.03		<0.03	
4	G	0.11	73.37	<0.03	36.98
	C	≥110		≥110	
	M	≥110		0.93	
5	G	21	12.01	<0.03	0.07
	C	15		0.15	
	M	<0.03		<0.03	
6	G	0.04	0.52	<0.03	<0.03
	C	<0.03		<0.03	
	M	1.5		<0.03	
7	G	0.93	0.46	0.11	0.06
	C	0.43		<0.03	
	M	<0.03		<0.03	
8	G	0.09	0.18	0.09	0.09
	C	0.21		0.15	
	M	0.23		0.04	
9	G	2.4	1.02	0.04	0.04
	C	0.23		0.04	
	M	0.43		0.04	
10	G	46	15.72	<0.3	<0.3
	C	0.93		<0.3	
	M	0.23		<0.3	

En la Tabla 4 se presentan los resultados de bacterias mesófilas aerobias (BAM) y de mohos y levaduras (MyL) expresados en unidades formadoras de colonias (UFC/g). Estos datos son esenciales para determinar el nivel de contaminación por bacterias y de tipo fúngica en los chiles secos, lo cual puede tener implicaciones importantes para la salud pública y la calidad del producto.

Tabla 4. Valores obtenidos de BAM y MyL, expresados en UFC/g

Local	Muestras	M y L	Promedio	BAM	Promedio
		UFC/g			
1	G	0	157,333	185,000	246,667
	C	450,000		35,000	
	M	22,000		520,000	
2	G	25,000	26,667	2,750,000	28,045,000
	C	25,000		80,000,000	
	M	30,000		1,385,000	
3	G	300,000	100,000	300,000	133,167
	C	0		36,500	
	M	0		63,000	
4	G	2,805,000,000	972,341,667	565,000,000	326,666,667
	C	25,000		300,000,000	
	M	112,000,000		115,000,000	
5	G	20,000	16,667	129,500,000	43,428,333
	C	30,000		340,000	
	M	0		445,000	
6	G	0	7,500	490,000	11,330,000
	C	22,500		18,400,000	
	M	0		15,100,000	
7	G	0	9,667	225,000	8,575,000
	C	29,000		22,500,000	
	M	0		3,000,000	
8	G	0	0	3,000,000	1,018,333
	C	0		30,000	
	M	0		25,000	
9	G	25,000	8,333	250,000	106,667
	C	0		27,500	
	M	0		42,500	
10	G	20,000	58,167	3,600,000	1,248,000
	C	154,500		72,000	
	M	0		72,000	

Mohos y Levaduras

Los mohos y levaduras presentaron una notable variabilidad, con valores que oscilaron entre 0 y 2,805,000,000 UFC/g. El Local 4 registró los niveles más altos, destacándose los chiles de las variedades guajillo y mulato, con un promedio de 972,341,667 UFC/g. Por otro lado, en el Local 8 no se detectó presencia de mohos y levaduras. El valor promedio más bajo fue de 8,333 UFC/g, encontrado en el Local 9.

Bacterias Aerobias Mesófilas (BAM)

En cuanto a las BAM, los niveles detectados oscilaron entre 25,000 y 565,000,000 UFC/g. Los promedios por local variaron entre 106,667 y 326,666,667 UFC/g, siendo este último correspondiente al Local 4, particularmente en los chiles guajillo, color y mulato.

En este estudio los chiles secos evaluados en el local 4 evidenciaron concentraciones elevadas para CT, CF, BM y MyL, como se puede apreciar en la Figura 10.

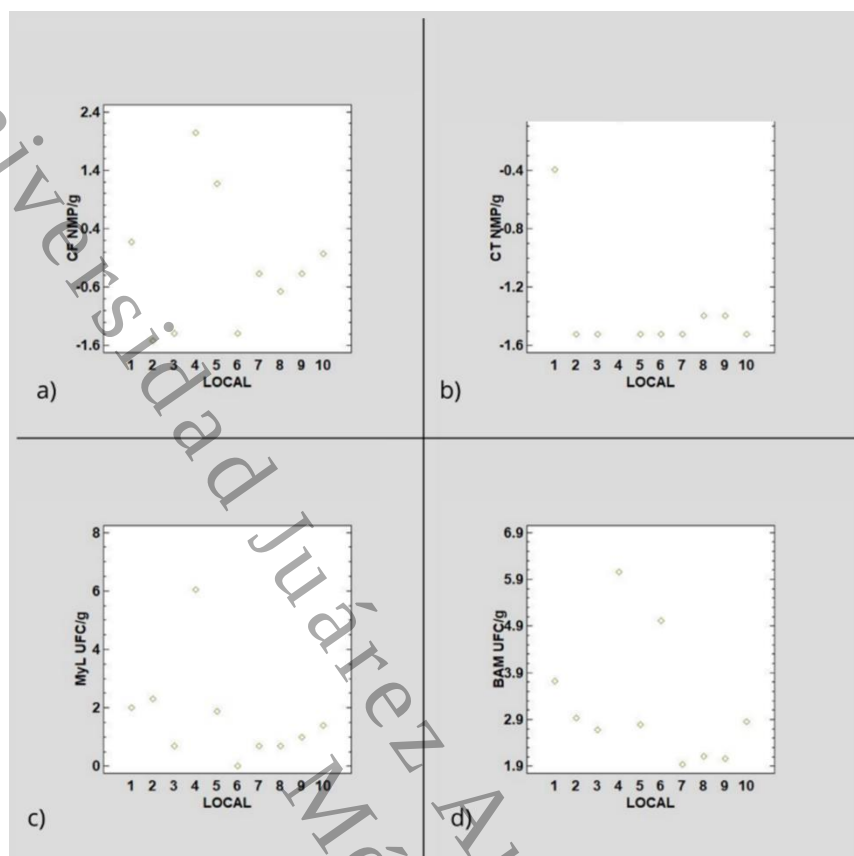


Figura 10. Pruebas de medias al 95%, de los cuatro indicadores estudiados, a) CF; b) CT; c) MyL y d) MyL

A pesar de que los chiles del local 4 presentaron concentraciones más altas que el resto de los expendios, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las medianas de los niveles de los CF, CT entre estos, según la prueba de Kruskal-Wallis (valor- $P > 0.05$). Esto sugiere que las concentraciones de CF y CT son similares en los comercios estudiados. La prueba de la Mediana de Mood confirma esta observación, ya que tampoco se encontraron diferencias significativas (valor- $P > 0.05$). Los valores estuvieron distribuidos de manera uniforme alrededor de la mediana global, lo que refleja una consistencia relativa en las condiciones microbiológicas relacionadas con CF y CT en los puntos de venta.

En el caso de las bacterias aerobias mesófilas (BAM), los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los locales evaluados, según la prueba de Kruskal-Wallis (valor- $P < 0.05$). Esto indica que

algunos sitios presentan concentraciones de BAM significativamente más altas o bajas. La prueba de la Mediana confirmó estas diferencias significativas (valor- $P < 0.05$), destacando el local 4 con valores que se desvían notables de la mediana global. Estas diferencias pueden estar relacionadas con prácticas de manejo y almacenamiento específicos que afectan la calidad microbiológica de las muestras. Tampoco fue identificado diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los locales evaluados (valor- $P > 0.05$) para mohos y levaduras (MyL). Esto sugiere que la distribución de MyL es uniforme entre los puntos de venta, confirmando que las concentraciones de MyL se encuentran en un rango similar en todos los locales analizados.

De los análisis realizados, las únicas diferencias estadísticamente significativas se observaron en los niveles de BAM por LOCAL, lo que sugiere que esta variable presenta una mayor variabilidad entre los puntos de venta evaluados. En contraste, los niveles de CF, CT y MyL no mostraron diferencias significativas entre los locales, indicando una relativa homogeneidad en estas variables microbiológicas. Estos hallazgos subrayan la importancia de identificar y abordar prácticas de manejo específicas que puedan estar contribuyendo a las diferencias observadas en los niveles de BAM en ciertos lugares.

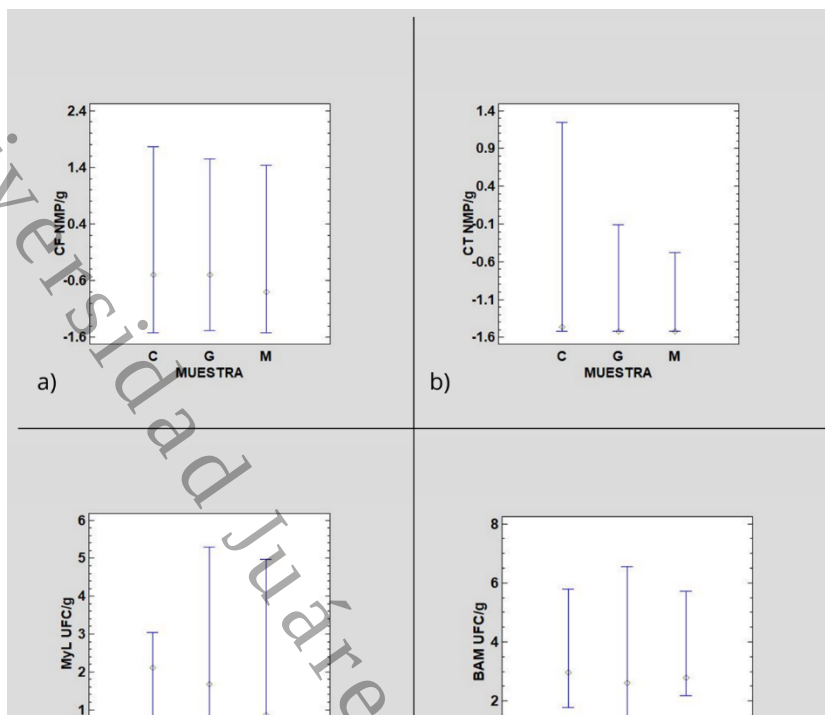


Figura 11. Pruebas de medias al 95% de los cuatro indicadores estudiados, a) CF; b) CT; c) MyL y d) MyL por tipo de chile seco evaluado.

Los análisis estadísticos realizados para evaluar las diferencias entre las muestras (G, C y M) en los indicadores microbiológicos permitieron identificar las siguientes observaciones generales:

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las muestras de los chiles G, C y M para los niveles de CT, CF, BMA y MyL (valor- $P > 0.05$). Esto indica que las concentraciones de estos indicadores en los chiles evaluados son uniformes entre las diferentes muestras. De manera consistente, la prueba de la Mediana de Mood tampoco encontró diferencias significativas entre las muestras (valor- $P > 0.05$). Ambas pruebas sugieren que la presencia de CF, CT, BMA y MyL no varía significativamente entre las tres variedades de chile seco analizadas.

7. Discusión

Este estudio evaluó la presencia de bacterias indicadoras de contaminación en chiles secos comercializados en el mercado José María Pino Suárez de la Ciudad de Villahermosa, Tabasco. Se hallaron cifras importantes de CT, CF, BMA y MyL, específicamente en los productos que se comercializan en el local 4. En este punto, las concentraciones de CT y CF fueron de hasta ≥ 110 NMP/g. Estos resultados prueban la presencia de microorganismos que podrían representar un riesgo para la salud pública, si este tipo de materia prima no tiene un manejo adecuado que minimice la presencia de los indicadores microbianos y en consecuencia la de algún agente o sustancia perjudicial para los consumidores.

Los M y L estuvieron presentes en el 57 % de los chiles muestreados en concentraciones hasta de 2,805,000,000 UFC/g. Aunque en este estudio no se abordó la identificación de los hongos y levaduras, los altos valores hallados en algunos locales representan un riesgo para el consumidor, pues dentro de los hongos que contaminan más frecuentemente a los chiles secos se encuentra el género *Aspergillus*, productores de micotoxinas (Wikandari, et al., 2020). El mecanismo de ingreso al cuerpo humano puede ser directamente en el cuerpo o por inhalación de sus esporas, provocando problemas de salud desde enfermedades leves en la piel, como la tiña, hasta problemas más serios en órganos internos, como los pulmones o estómago (Fung & Clark, 2004). En algunos informes recientes, se ha asociado la presencia de ciertos hongos en interiores con síntomas indefinidos en personas expuestas. (Jelinek, Pohland, & Wood, 1989).

El número tan alto de MyL hallados en este estudio, sugiere la alta probabilidad de que los chiles evaluados, también cuenten con la presencia de toxinas fúngicas, como los estudios realizados a chiles secos comercializados en Nigeria y EE. UU por Singh & Cotty (2019) y Costa et al. (2019) en Brasil, donde en ambos estudios refirieron la presencia de aflatoxinas y hongos como *Aspergillus*. En este sentido, el consumo de chiles secos con pobre calidad microbiológica representa un riesgo

significativo para la salud pública, al poder estar contaminados con microorganismos patógenos, toxinas y otros contaminantes. Por ejemplo, la presencia de hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*, que producen aflatoxinas y fumonisinas, puede estar asociada con enfermedades graves como el cáncer de hígado (Coello-Cedeño & Vizniac-Romero, 2020). Algunas de las especies de *Aspergillus* reportadas son específicamente *A. flavus* y *A. parasiticus* confirmados por Wikandari et al. (2020) como contaminantes comunes en chiles secos en Indonesia, quienes destacaron los riesgos significativos para la salud asociados con la inhalación o ingestión de sus esporas.

En este contexto, los productos a la venta en locales que presentaron los valores promedios más alto de MyL sugiere un riesgo potencial de producción de micotoxinas. Esta similitud subraya la necesidad de implementar controles estrictos y buenas prácticas de manejo para mitigar los riesgos de contaminación fúngica y sus posibles efectos nocivos.

Con respecto a la presencia de bacterias indicadores de contaminación en los chiles estudiados, los resultados coinciden con investigaciones previas sobre la contaminación microbiana en chiles secos. Por ejemplo, Ávila-Quezada et al. (2009) reportaron niveles de coliformes fecales de hasta 210 NMP/g en chiles chipotle, lo cual coincide con lo observado en este estudio, en el cual los CF fueron ≥ 110 NMP/g en chile color. La presencia de *E. coli* y otros coliformes en los chiles secos comercializados sugiere un riesgo potencial para la salud, ya que su presencia advierte la probabilidad de que patógenos como *Salmonella* puedan también estar presentes en el producto. En esta investigación no se registró la presencia de *Salmonella*, lo que puede sugerir que los métodos de secado y la deshidratación de los chiles produzca un efecto inhibitorio sobre este microorganismo como lo señalan Mamun et al. (2016).

Como enfoque adicional y para comparar los resultados obtenidos en los puntos de muestreo se comparó el contenido bacteriano con los criterios establecidos de la

Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF). Se determinó que los valores promedios de BAM hallados en los locales comerciales entre 25,000 y 565,000,000 UFC/g indican que, de acuerdo con los criterios microbiológicos de la ICMSF, el 90 % de las muestras de chiles secos examinadas fueron de calidad marginal (10^4 - 10^6 UFC/g) y el 10% de ellas fueron inaceptables (mayores a 10^6). Es importante comentar que un recuento total de mesófilos aerobios alto, no se relaciona con la presencia de bacterias patógenas en el producto. Sin embargo, las cifras detectadas de BAM, si sugieren condiciones inadecuadas de higiene y manipulación de los chiles durante su cadena de producción, manejo y almacenamiento del producto (Pascual y Calderón, 2000).

En un estudio realizado por Lee et al. (2020) en Corea del Sur compararon la contaminación microbiana en productos secos de mercados tradicionales y supermercados. Sus resultados mostraron niveles más altos de contaminación en los mercados tradicionales debido a condiciones de almacenamiento inadecuadas, lo que coincide con la investigación realizada en el mercado José María Pino Suárez, donde también se observó condiciones inapropiadas del producto. Esto destaca la importancia de mejorar las condiciones de almacenamiento, implementar medidas de control más estrictas y educar a los productores y comerciantes en buenas prácticas de manejo.

Algunas de estas condiciones también fueron valoradas por García et al. (2018) quienes evaluaron prácticas de manejo post-cosecha en la producción de alimentos secos, demostrando que la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) puede reducir considerablemente la contaminación microbiana. Por lo tanto, la capacitación BPM podría ser una herramienta eficaz para reducir la contaminación microbiana en chiles secos, dado que muchos de los procesos de manejo post-cosecha y de almacenamiento en mercados locales no cumplen con los estándares adecuados (Espinoza & Moreno, 2019).

Para reducir los riesgos microbiológicos asociados a la contaminación microbiana, incluidas las toxinas producidas por mohos toxigénicos, Gurtler y

Keller (2019) proponen aplicar intervenciones efectivas, como la radiación, para minimizar los riesgos asociados y garantizar la seguridad alimentaria.

Balakrishnan *et al.* (2021) y Yu *et al.* (2018) han demostrado la eficacia de la radiación gamma para eliminar microorganismos patógenos y toxigénicos y reducir la carga microbiana, como hongos, bacterias aerobias y coliformes fecales de chiles secos y en polvo, ya que los productos sometidos a este tipo de tratamiento presentan alteraciones mínimas en propiedades como el color y la pungencia. No obstante, destacaron que a dosis elevadas de radiación podrían afectar negativamente estas características. Además, se remarca la importancia del uso de un empaque adecuado, como bolsas de aluminio, para preservar las propiedades volátiles y la pungencia durante el almacenamiento. Aunque esta tecnología no se evaluó en nuestro estudio, podría representar una opción viable para mejorar la calidad microbiológica de los chiles secos en mercados como el José María Pino Suárez.

Los chiles secos, al ser un ingrediente ampliamente utilizado en la gastronomía mexicana e internacional, debería ser considerado prioritario dentro de la normatividad sanitaria en México. A menudo, este producto se consume crudo o sin una adecuada desinfección durante su preparación, lo que incrementa el riesgo de exposición a contaminantes microbianos (Fung & Clark, 2004).

En México se requiere de una normativa más estricta, amplias y específicas para distintos tipos de chiles secos, al igual que las regulaciones vigentes en países como Brasil y Pakistán (Marín *et al.*, 2009). La ausencia de una normativa clara para chiles secos, distintos del chile chipotle, deja un vacío regulatorio que permite la comercialización de productos contaminados. A nivel internacional, agencias como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) en Estados Unidos y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en la Unión Europea regulan la seguridad alimentaria de manera más amplia, lo que podría servir de modelo para México. La implementación de dichas normativas podría mejorar significativamente

la calidad microbiológica de los productos comercializados y, en consecuencia, la salud pública.

Una de las limitaciones de este estudio es el tamaño de la muestra, que puede no ser representativo de todos los chiles secos comercializados en el mercado. A pesar de los esfuerzos por obtener una muestra diversa, un tamaño de muestra más grande y una mayor diversidad geográfica permitirían obtener una visión más completa de la contaminación microbiana en chiles secos. La inclusión de muestras de distintas regiones del país permitiría evaluar si los problemas de contaminación son uniformes a nivel nacional o si existen diferencias significativas entre las áreas de producción y comercialización. Reconocer estas limitaciones es fundamental para interpretar adecuadamente los hallazgos del estudio.

Futuros estudios deberían aumentar el tamaño de la muestra e incluir otros mercados y regiones para obtener una visión más completa de la contaminación microbiana en chiles secos. Esto permitiría evaluar si los problemas identificados son generalizables a nivel nacional o si existen variaciones significativas entre diferentes áreas. La realización de estudios longitudinales podría proporcionar información valiosa sobre las tendencias temporales de la contaminación microbiana en chiles secos.

Además, se recomienda investigar la presencia de micotoxinas y otros contaminantes químicos para comprender mejor los riesgos asociados con el consumo de chiles secos. Estudios específicos sobre la eficacia de diversas prácticas de manejo y procesamiento en la reducción de la contaminación microbiana serían altamente valiosos. Esto podría incluir la evaluación de técnicas de secado, almacenamiento y transporte, así como la implementación de programas de capacitación en buenas prácticas de manejo para productores y comerciantes. La investigación sobre nuevas tecnologías de desinfección y conservación podría ofrecer soluciones innovadoras para minimizar la contaminación microbiana en productos alimenticios secos.

Finalmente, la falta de diferencias significativas entre muestras en algunas pruebas no debe interpretarse como una ausencia de riesgo. Por ejemplo, los resultados de

las pruebas de Kruskal-Wallis y de medianas indicaron que las diferencias entre las muestras no fueron estadísticamente significativas para BAM y MyL, aunque los niveles absolutos sugieren riesgos sanitarios en ciertos locales. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de regulaciones específicas para chiles secos y de una mejora en las prácticas de manejo y almacenamiento, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud pública.

8. CONCLUSIONES:

1. De las muestras analizadas, se encontró que el 30% y el 40% presentaban contaminación en los indicadores de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF), respectivamente. Además, se registró un 54% de contaminación microbiológica para mohos y levaduras (HM), y un 100% para bacterias aerobias mesófilas (BAM). Es importante señalar que no contamos con una norma oficial que establezca si las cantidades de microorganismos detectadas cumplen con los estándares para un consumo seguro. La norma NMX-FF-107/1-SCFI-2006 indica que el producto debería estar libre de problemas relacionados con microorganismos. Esta norma proporciona un punto de referencia valioso para evaluar la calidad del producto en términos microbiológicos.
2. No existe una norma que defina la calidad de todos los chiles secos en México. Actualmente, solo hay una normativa oficial, la NMX-FF-108-SCFI-2007, que regula la calidad del chile chipotle. Esto significa que no hay una entidad encargada de garantizar que todos los chiles secos estén libres de microorganismos. Como resultado, algunos productos se venden al público sin cumplir con dichos estándares, lo que podría representar un riesgo significativo para la salud de los consumidores. La falta de regulación efectiva aumenta la probabilidad de que los chiles secos contaminados lleguen a la mesa del consumidor, enfatizando la necesidad urgente de establecer normativas más amplias y específicas para todos los tipos de chiles secos.
3. Las empresas responsables deben implementar medidas que aseguren la calidad de los chiles en todas las etapas del proceso, desde la recolección hasta el secado, la distribución y la venta de los chiles secos. Esto incluye la capacitación de los trabajadores en buenas prácticas de

manejo, la supervisión de las condiciones de almacenamiento y transporte, y la adopción de procedimientos estandarizados para el procesamiento. La implementación de estas medidas no solo garantizará la seguridad alimentaria, sino que también contribuirá a mejorar la calidad de los productos ofrecidos a los consumidores, reduciendo así los riesgos asociados con la contaminación microbiana.

4. Continuar realizando pruebas de análisis microbiológico es crucial, ya que representa una manera efectiva de garantizar que los procesos de producción se llevan a cabo de manera óptima y segura. Estas pruebas permiten identificar rápidamente cualquier posible contaminación en los productos, asegurando que se mantengan los estándares de calidad en cada etapa del proceso, desde la recolección hasta la distribución. Además, implementar un programa de monitoreo regular contribuiría a generar confianza entre los consumidores y a proteger su salud al asegurar que los chiles secos comercializados cumplan con los requisitos de seguridad alimentaria.

9. LITERATURA CITADA

1. Aguilar-Rincón, V. (2010). **Análisis de la diversidad genética del género *Capsicum* en México.** *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(2), 123-135.
2. Anglada, J. (1997). **Microorganismos patógenos en los alimentos: riesgos y control.** *Revista Española de Salud Pública*, 71(4), 327-335. <https://doi.org/10.1590/S1135-57271997000400005>
3. Anónimo. (2019). **Estudio sobre la presencia de micotoxinas en alimentos.** *Revista de Toxicología Alimentaria*, 15(4), 145-150.
4. Asfaw Geresu, A., & Regassa, F. (2021). Microbial contamination in fresh produce: Implications for public health. *Food Safety Journal*, 9(3), 211-221. <https://doi.org/10.1016/j.fsij.2021.08.004>
5. Asfaw Geresu, R., & Regassa, F. (2021). **Microbial and Chemical Safety of Food Products: Risks and Management.** *Food Safety*, 7(3), 34-42. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2257>
6. Atlas, R. M., & Berta, J. (2002). **Microbiología de los alimentos.** McGraw-Hill.
7. Ávila-Quezada, G. D., Sánchez-Burgos, J. A., & Arámbula, A. M. (2009). **Contaminación física y microbiológica del chile "chipotle" durante el proceso de deshidratado.** *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 26(1), 12-18.
8. Ávila-Quezada, G. D., Sánchez-Burgos, J. A., & Arámbula, A. M. (2009). Contaminación física y microbiológica del chile "chipotle" durante el proceso de deshidratado. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 26(1), 12-18.
9. Balakrishnan, N., Yusop, SM, Rahman, IA, Dauqan, E. y Abdullah, A. (2022). Efecto de la radiación gamma y el tiempo de almacenamiento sobre las propiedades microbianas y fisicoquímicas del chile byadgi seco (*Capsicum annuum*). *Agricultura*, 12 (5), 639. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050639>
10. Balakrishnan, N., Yusop, SM, Rahman, IA, Dauqan, E. y Abdullah, A. (2021). Eficacia de la irradiación gamma para mejorar las propiedades microbianas y de calidad física

- de los chiles secos (*Capsicum annuum* L.): una revisión *Alimentos*, 11 (1) , 91.
<https://doi.org/10.3/alimentos11010091>
11. Coello-Cedeño, D., & Vizniac-Romero, W. (2020). Aflatoxinas en los alimentos de la ciudad de Nueva Loja. **Bol. Ciencia**, 58(2), 73-76. DOI: 10.13140/RG.2.2.12074.98249.
[AFLATOXINAS-EN-LOS-ALIMENTOS-DE-LA-CIUDAD-DE-NUEVA-LOJA.pdf](#)
 12. Casquete, R., Rodríguez, E., & García, M. (2017). **Contaminación por aflatoxinas en chiles secos: un estudio en el mercado de México**. *Revista Internacional de Microbiología*, 23(4), 45-51.
 13. Costa, A. M., Silva, L. M., & Oliveira, R. S. (2019). **Micotoxinas en productos alimenticios: un enfoque en la contaminación por Aspergillus**. *Food Control*, 98, 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.023>
 14. Costa, A. M., Silva, L. M., & Oliveira, R. S. (2019). Micotoxinas en productos alimenticios: un enfoque en la contaminación por Aspergillus. *Food Control*, 98, 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.023>
 15. Del Rosario, PAM y Vicente, C. (2000). *Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas* (2ª ed.). Editorial Díaz de Santos SA
 16. Downes, F. P. (2001). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. American Public Health Association.
 17. Espinoza, H., & Moreno, C. (20 de enero de 2019). **Conceptos claves de los manipuladores de alimentos**.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3db4fb46-6a34-43f9-91ed-9a5ddb6aee57/content>.
 18. **FAO. (2000).** *La inocuidad alimentaria, realidad y reto mundial* . Recuperado de <https://www.fao.org/4/y0600m/y0600m02.htm>
 19. Fung, D. Y. C., & Clark, S. (2004). **Microbial Safety of Fresh Produce**. *Food Safety Magazine*, 10(3), 30-37.
 20. Fung, D. Y. C., & Clark, S. (2004). Microbial Safety of Fresh Produce. *Food Safety Magazine*, 10(3), 30-37.

21. **Gaceta UNAM. (2011).** *Los chiles secos, posibles portadores de micotoxinas* . Recuperado de <https://www.acervo.gaceta.unam.mx/index.php/gum00/article/view/53063>
22. **García, M. C., Martínez, A. L., & Rodríguez, J. (2018).** Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en la producción de alimentos secos. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 36(4), 34-45.
23. **González, C., Gómez, R., & Salazar, M. (2021).** **Impacto de la contaminación en la salud pública: un análisis de brotes alimentarios en México.** *Revista de Salud Pública*, 19(3), 253-262.
24. Gurtler, JB y Keller, SE (2019). Seguridad microbiológica de las especias secas. *Revista anual de ciencia y tecnología de los alimentos*, 10 (1), 409–427 . <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121916>
25. **ICMSF. (1974).** *Microorganisms in Foods: Their Significance and Methods of Enumeration*. University of Toronto Press.
26. **Khan, M. F., Ali, S., & Ghaffar, A. (2022).** **Microbiological quality of spices and their association with foodborne illnesses: a review.** *Journal of Food Safety*, 42(1), e12855. <https://doi.org/10.1111/jfs.12855>
27. **Khan, M. F., Hussain, T., & Ali, F. (2022).** Microbial quality of dried spices: A risk to food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 373, 109646. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109646>
28. **Lee, J. H., Kim, H. J., & Lee, S. J. (2020).** Comparative analysis of microbial contamination in dried products sold in traditional markets and supermarkets. *Food Safety Journal*, 8(2), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.fsij.2020.10.003>
29. **Leisner, J. J., Kinzel, K., & Desai, S. K. (1997).** **Microbial quality of commercially available chili pastes in Malaysia.** *Journal of Food Science*, 62(3), 467-471. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb15663.x>
30. **Lugo-Jiménez, J. E. (2010).** **La importancia de la higiene en la manipulación de alimentos.** *Revista de Salud Pública*, 12(3), 211-218.

31. Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2022). **Biology of Microorganisms**. Pearson Education.
32. Mamun, M. I. A., Rahman, M. M., & Rashid, M. A. (2016). **Microbial quality assessment of powdered chili products sold in Bangladesh**. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1524-1530. <https://doi.org/10.1007/s11483-015-0833-0>
33. Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2009). **Mycotoxins in Food: A Global Perspective**. *Food Chemistry*, 113(4), 1438-1445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.054>
34. Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2009). Mycotoxins in Food: A Global Perspective. *Food Chemistry*, 113(4), 1438-1445. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.054>
35. **Mérieux NutriSciences. (2021).** AESAN publica un informe relacionando el cambio climático y las micotoxinas en los alimentos . Recuperado de <https://www.merieuxnutrisciences.com/es/aesan-publica-un-informe-relacionando-el-cambio-climatico-y-las-micotoxinas-en-los-alimentos/>
- 36.
37. Mokemiabeka, M. A., Poma, S. H., & Ndozi, M. O. (2016). **Evaluación de chiles rojos en el mercado local de la República del Congo**. *Revista Internacional de Microbiología*, 22(2), 118-124.
38. **Organización Mundial de la Salud. (2018).** *Micotoxinas* . Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
39. Purwandari, U., Sari, D. H., & Setyawan, E. (2020). **Microbial contamination of dried chili peppers: A threat to food safety**. *Food Control*, 113, 107171. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107171>
40. Rincón, J. M., García, H., & Rojas, C. (2010). Caracterización de la producción de chile en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(1), 1-15.
41. Rosas, C. A. (2006). **Contaminación de los alimentos y su impacto en la salud pública**. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 34(1), 25-32.
42. Rosas, J. C. (2006). Contaminación de los alimentos: Tipos y consecuencias. *Revista de Salud Pública*, 8(2), 45-55.

43. Saldívar, R. A., Martínez, M. G., & Vargas, E. M. (2019). **Métodos de deshidratación de chiles y su impacto en la calidad.** *Revista de Tecnología Alimentaria*, 8(2), 45-56.
44. Saldívar, R. A., Martínez, M. G., & Vargas, E. M. (2019). **Métodos de deshidratación de chiles y su impacto en la calidad.** *Revista de Tecnología Alimentaria*, 8(2), 45-56.
45. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA). (2020). **Reporte de producción de chiles en México.** Recuperado de <https://www.gob.mx/sader>.
46. Secretaría de Economía. (2006). **Norma Oficial Mexicana NMX-FF-107/1-SCFI-2006.** *Chiles secos - Especificaciones de calidad.* Recuperado de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx-ff-107-1-scfi-2006.pdf>.
47. Secretaría de Salud. (1994). **Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994.** *Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.* Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/196362/NOM-111-SSA1-1994.pdf>.
48. Secretaría de Salud. (2006). **Norma Oficial Mexicana NMX-FF-107/1-SCFI-2006.** *Chiles secos - Especificaciones de calidad.* Recuperado de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx-ff-107-1-scfi-2006.pdf>.
49. Secretaría de Salud. (2006). **Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994.** *Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.* Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/196358/NOM-112-SSA1-1994.pdf>.
50. Singh, M., & Cotty, P. J. (2019). **Aflatoxin contamination in dried chili peppers: a review.** *Toxins*, 11(2), 123-134. <https://doi.org/10.3390/toxins11020123>
51. Singh, M., & Cotty, P. J. (2019). Aflatoxin contamination in dried chili peppers: A review. *Toxins*, 11(2), 123-134. <https://doi.org/10.3390/toxins11020123>
52. Yu, WJ, Liu, HP, Zhang, XW, Dong, D., Jiang, Y., Sun, NX, ... y Yuan, JF (2018). Cambios posirradiación en la calidad microbiológica, aflatoxina, capsinoides, aceites volátiles y el color del polvo de pimiento rojo. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42 (2), e13522. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13522>

53. **WHO.** (2022). **Microbiological hazards in spices and dried foods.** *World Health Organization.* Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FCT-2022.1>.
54. **WHO.** (2022). *Microbiological hazards in spices and dried fruits.* World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240068134>
55. **Wikandari, R., Rahayu, E. S., & Andini, S.** (2020). Quality assessment of dried chili in Indonesia based on microbial contamination. *Journal of Food Safety*, 40(1), e12744. <https://doi.org/10.1111/jfs.12744>

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	Indicadores microbianos de chiles secos en el mercado José María Pino Suárez, Villahermosa, Tabasco
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	Jesús David Trinidad Lázaró
ORCID:	https://orcid.org/0009-0008-4110-4347
Resumen de la Tesis:	El presente estudio evaluó la calidad microbiológica de chiles secos comercializados en el mercado público José María Pino Suárez, en Villahermosa, Tabasco. Ante la ausencia de una normatividad específica que regule los parámetros microbiológicos de estos productos, se identificó la necesidad de examinar su inocuidad alimentaria, considerando la alta demanda y consumo de chiles secos en la dieta mexicana. Se analizaron 30 muestras de tres tipos de chile (guajillo, mulato y de color) provenientes de diez locales del mercado. Se evaluaron los siguientes indicadores microbiológicos: coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), bacterias aerobias mesófilas (BAM) y mohos y levaduras (MyL). Para el análisis estadístico, los datos fueron transformados a log10 y se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y prueba de la mediana de Mood) para determinar diferencias significativas entre locales y tipos de muestra. Los resultados revelaron que el 30% y el 40% de las muestras presentaron contaminación

	por CT y CF, respectivamente. Asimismo, el 54% mostró presencia de MyL y el 100% de BAM. El local 4 registró los niveles más elevados de contaminación en todos los indicadores. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre la mayoría de los grupos analizados. Se concluye que una parte considerable de los chiles secos comercializados presenta niveles de contaminación que podrían representar un riesgo para la salud pública. Los hallazgos destacan la necesidad urgente de establecer normativas específicas para este tipo de producto, así como de implementar buenas prácticas de manejo en su producción y comercialización.
Palabras claves de la Tesis:	Chiles secos, Calidad microbiológica, Coliformes fecales, Bacterias mesófilas, Seguridad alimentaria
Referencias citadas:	1. Aguilar-Rincón, V. (2010). Análisis de la diversidad genética del género Capsicum en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1(2), 123-135. 2. Anglada, J. (1997). Microorganismos patógenos en los alimentos: riesgos y control. Revista Española de Salud https://doi.org/10.1590/S1135-57271997000400005 Pública, 71(4), 327-335. 3. Anónimo. (2019). Estudio sobre la presencia de micotoxinas en alimentos. Revista de Toxicología Alimentaria, 15(4), 145-150. 4. Asfaw Geresu, A., & Regassa, F. (2021). Microbial contamination in fresh produce: Implications for public health. Food Safety Journal, 9(3), 211-221. https://doi.org/10.1016/j.fsij.2021.08.004 5. Asfaw Geresu, R., & Regassa, F. (2021). Microbial and Chemical Safety of Food Products: Risks and Management. https://doi.org/10.1002/fsn3.2257 Food Safety, 7(3),

6. Atlas, R. M., & Berta, J. (2002). Microbiología de los alimentos. McGraw-Hill. 34-42.
7. Ávila-Quezada, G. D., Sánchez-Burgos, J. A., & Arámbula, A. M. (2009). Contaminación física y microbiológica del chile "chipotle" durante el proceso de deshidratado. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 26(1), 12-18.
8. Ávila-Quezada, G. D., Sánchez-Burgos, J. A., & Arámbula, A. M. (2009). Contaminación física y microbiológica del chile "chipotle" durante el proceso de deshidratado. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 26(1), 12-18.
9. Balakrishnan, N., Yusop, SM, Rahman, IA, Dauqan, E. y Abdullah, A. (2022). Efecto de la radiación gamma y el tiempo de almacenamiento sobre las propiedades microbianas y fisicoquímicas del chile byadgi seco (*Capsicum annum*). *Agricultura* , 12 (5) , 639.
<https://doi.org/10.3390/agriculture12050639>
10. Balakrishnan, N., Yusop, SM, Rahman, IA, Dauqan, E. y Abdullah, A. (2021). Eficacia de la irradiación gamma para mejorar las propiedades microbianas y de calidad 47 física de los chiles secos (*Capsicum annum* L.): una revisión *Alimentos*, 11 (1) , 91.
<https://doi.org/10.3/alimentos11010091>
11. Coello-Cedeño, D., & Vizniac-Romero, W. (2020). Aflatoxinas en los alimentos de la ciudad de Nueva Loja. *Bol. Ciencia*, 58(2), 73-76. DOI: 10.13140/RG.2.2.12074.98249. AFLATOXINAS-EN-LOS-ALIMENTOS-DE-LA-CIUDAD DE-NUEVA-LOJA.pdf
12. Casquete, R., Rodríguez, E., & García, M. (2017). Contaminación por aflatoxinas en chiles secos: un estudio en el mercado de México. *Revista Internacional de Microbiología*, 23(4), 45-51.
13. Costa, A. M., Silva, L. M., & Oliveira, R. S. (2019). Micotoxinas en productos alimenticios: un enfoque en la contaminación por *Aspergillus*. *Food Control*, 98, 230-235.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.023>

14. Costa, A. M., Silva, L. M., & Oliveira, R. S. (2019). Micotoxinas en productos alimenticios: un enfoque en la contaminación por *Aspergillus*. *Food Control*, 98, 230-235.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.023>
15. Del Rosario, PAM y Vicente, C. (2000). *Microbiología alimentaria: Metodología analítica para alimentos y bebidas* (2ª ed.). Editorial Díaz de Santos SA
16. Downes, F. P. (2001). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association.
17. Espinoza, H., & Moreno, C. (20 de enero de 2019). Conceptos claves de los manipuladores de alimentos.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bits/treams/3db4fb46-6a34-43f9-91ed-9a5ddb6aee57/content>.
18. FAO. (2000). La inocuidad alimentaria, realidad y reto mundial . Recuperado de <https://www.fao.org/4/y0600m/y0600m02.htm>
19. Fung, D. Y. C., & Clark, S. (2004). Microbial Safety of Fresh Produce. *Food Safety Magazine*, 10(3), 30-37.
20. Fung, D. Y. C., & Clark, S. (2004). Microbial Safety of Fresh Produce. *Food Safety Magazine*, 10(3), 30-37. 48
21. Gaceta UNAM. (2011). Los chiles secos, posibles portadores de micotoxinas . Recuperado de <https://www.acervo.gaceta.unam.mx/index.php/qum00/article/view/53063>
22. García, M. C., Martínez, A. L., & Rodríguez, J. (2018). Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en la producción de alimentos secos. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 36(4), 34-45.
23. González, C., Gómez, R., & Salazar, M. (2021). Impacto de la contaminación en la salud pública: un análisis de brotes alimentarios en

- México. Revista de Salud Pública, 19(3), 253-262.
24. Gurtler, JB y Keller, SE (2019). Seguridad microbiológica de las especias secas. Revista anual de ciencia y tecnología de los alimentos, 10 (1), 409–427 . <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121916>
25. ICMSF. (1974). Microorganisms in Foods: Their Significance and Methods of Enumeration. University of Toronto Press.
26. Khan, M. F., Ali, S., & Ghaffar, A. (2022). Microbiological quality of spices and their association with foodborne illnesses: a review. Journal of Food Safety, 42(1), e12855. <https://doi.org/10.1111/jfs.12855>
27. Khan, M. F., Hussain, T., & Ali, F. (2022). Microbial quality of dried spices: A risk to food safety. International Journal of Food Microbiology, 373, 109646. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109646>
28. Lee, J. H., Kim, H. J., & Lee, S. J. (2020). Comparative analysis of microbial contamination in dried products sold in traditional markets and supermarkets. Food Safety Journal, 8(2), 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.fsij.2020.10.003>
29. Leisner, J. J., Kinzel, K., & Desai, S. K. (1997). Microbial quality of commercially available chili pastes in Malaysia. Journal of Food Science, 62(3), 467-471. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb15663.x>
30. Lugo-Jiménez, J. E. (2010). La importancia de la higiene en la manipulación de alimentos. Revista de Salud Pública, 12(3), 211-218. 49
31. Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2022). Biology of Microorganisms. Pearson Education.
32. Mamun, M. I. A., Rahman, M. M., & Rashid, M. A. (2016). Microbial quality assessment of powdered chili products sold in Bangladesh. Journal of Food Science and Technology, 53(3), 1524-1530. <https://doi.org/10.1007/s11483-015-0833-0>

33. Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2009). Mycotoxins in Food: A Global Perspective. Food Chemistry, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.054> 113(4), 1438-1445.
34. Marín, S., Sanchis, V., & Ramos, A. J. (2009). Mycotoxins in Food: A Global Perspective. Food Chemistry, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.054> 113(4), 1438-1445.
35. Mérieux NutriSciences. (2021). AESAN publica un informe relacionando el cambio climático y las micotoxinas en los alimentos . Recuperado de <https://www.merieuxnutrisciences.com/es/aesan-publica-un-informe-relacionando-el-cambio-climatico-y-las-micotoxinas-en-los-alimentos/>
37. Mokemiabeka, M. A., Poma, S. H., & Ndozi, M. O. (2016). Evaluación de chiles rojos en el mercado local de la República del Congo. Revista Internacional de Microbiología, 22(2), 118-124.
38. Organización Mundial de la Salud. (2018). Micotoxinas . Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
39. Purwandari, U., Sari, D. H., & Setyawan, E. (2020). Microbial contamination of dried chili peppers: A threat to food safety. Food Control, 113, 107171. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107171>
40. Rincón, J. M., García, H., & Rojas, C. (2010). Caracterización de la producción de chile en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1(1), 1-15.
41. Rosas, C. A. (2006). Contaminación de los alimentos y su impacto en la salud pública. Revista de Ciencias Alimentarias, 34(1), 25-32.
42. Rosas, J. C. (2006). Contaminación de los alimentos: Tipos y consecuencias. Revista de Salud Pública, 8(2), 45-55. 50

43. Saldívar, R. A., Martínez, M. G., & Vargas, E. M. (2019). Métodos de deshidratación de chiles y su impacto en la calidad. *Revista de Tecnología Alimentaria*, 8(2), 45-56.
44. Saldívar, R. A., Martínez, M. G., & Vargas, E. M. (2019). Métodos de deshidratación de chiles y su impacto en la calidad. *Revista de Tecnología Alimentaria*, 8(2), 45-56.
45. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA). (2020). Reporte de producción de chiles en México. Recuperado de <https://www.gob.mx/sader>.
46. Secretaría de Economía. (2006). Norma Oficial Mexicana NMX-FF-107/1-SCFI 2006. Chiles secos - Especificaciones de calidad. Recuperado de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx-ff-107-1-scfi-2006.pdf>.
47. Secretaría de Salud. (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/196362/NOM-111-SSA1-1994.pdf>.
48. Secretaría de Salud. (2006). Norma Oficial Mexicana NMX-FF-107/1-SCFI-2006. Chiles secos - Especificaciones de calidad. Recuperado de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx-ff-107-1-scfi-2006.pdf>.
49. Secretaría de Salud. (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/196358/NOM-112-SSA1-1994.pdf>.
50. Singh, M., & Cotty, P. J. (2019). Aflatoxin contamination in dried chili peppers: a review. *Toxins*, 11(2), 123-134. <https://doi.org/10.3390/toxins11020123>
51. Singh, M., & Cotty, P. J. (2019). Aflatoxin

	contamination in dried chili peppers: A review. <i>Toxins</i>, 11(2), 123-134. https://doi.org/10.3390/toxins11020123 52. Yu, WJ, Liu, HP, Zhang, XW, Dong, D., Jiang, Y., Sun, NX, ... y Yuan, JF (2018). Cambios posirradiación en la calidad microbiológica, aflatoxina, capsinoides, aceites 51 volátiles y el color del polvo de pimienta roja. <i>Journal of Food Processing and Preservation</i>, 42 (2), e13522. https://doi.org/10.1111/jfpp.1352232 53. WHO. (2022). Microbiological hazards in spices and dried foods. World Health Organization. Recuperado de https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FCT-2022.1. 54. WHO. (2022). Microbiological hazards in spices and dried fruits. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240068134 55. Wikandari, R., Rahayu, E. S., & Andini, S. (2020). Quality assessment of dried chili in Indonesia based on microbial contamination. <i>Journal of Food Safety</i>, 40(1), e12744. https://doi.org/10.1111/jfs.12744
--	--