



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

**PREVALENCIA DE MICROORGANISMOS
INDICADORES EN EL FRUTO DEL INGA
JINICUIL PROVENIENTE DE TEPANGO,
GRO. MÉXICO**

**PREVALENCE OF INDICATOR MICROORGANISMS IN THE
FRUIT OF INGA JINICUIL FROM TEPANGO, GRO.,
MEXICO**

Sandra Tahití González Trujillo

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco - México

Diego Frankzua Castañón de Jesús

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco - México

Gerardo Galindo Ramos

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco - México

Beatriz Gabriel Salmerón

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco - México

Nyx Anaid Vargas Sotomayor

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco - México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12013

Prevalencia de microorganismos indicadores en el fruto del Inga jinicuil proveniente de Tepango, Gro. México

Sandra Tahití González Trujillo¹sandra_trujillo29@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0007-0318-1512>Tecnológico Nacional de México Campus
Acapulco
Acapulco-México**Diego Frankzua Castañon de Jesús**frankzuadiego@gmail.com<https://orcid.org/0009-0009-3958-5388>Tecnológico Nacional de México Campus
Acapulco
Acapulco-México**Gerardo Galindo Ramos**gerardo.gr@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-3268-2857>Tecnológico Nacional de México Campus
Acapulco
Acapulco-México**Beatriz Gabriel Salmerón**beatriz.gs@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0001-6785-1342>Tecnológico Nacional de México Campus
Acapulco
Acapulco-México**Nyx Anaid Vargas Sotomayor**nyx.vs@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0003-2295-6567>Tecnológico Nacional de México Campus
Acapulco
Acapulco-México

RESUMEN

El Jinicuil es el fruto del árbol Inga Jinicuil Schtdl, se encuentra en algunas regiones del estado de Guerrero principalmente en aquellas con climas húmedos; sin embargo, no es muy conocido ni aprovechado por la región. Por esta razón, la presente investigación buscó analizar y determinar la presencia de microorganismos que conforman la microbiota nativa del fruto, con el fin de proporcionar información sobre los organismos indicadores de calidad que estén presentes en la composición total de este. Para ello, se emplearon métodos de análisis microbiológicos basados en las Normas Oficiales Mexicanas, como la siembra en placa a profundidad, uso de técnicas estadísticas como el método del número más probable y la observación de características morfológicas. Estos métodos permitieron obtener colonias y confirmar la presencia (o ausencia) de bacterias, mohos y levaduras, así como la prevalencia de estos microorganismos en las diferentes partes del fruto y la identificación de algunos géneros fúngicos presentes en este. El resultado obtenido indicó la alta prevalencia de microorganismos indicadores en la cáscara del fruto, esto debido a la exposición que sufre en su desarrollo de maduración, mientras que en la pulpa y semilla la presencia fue considerablemente menor, lo cual mostró que el consumo de este fruto no presenta ningún riesgo a la salud siempre y cuando no se contamine de alguna manera por contacto con el exterior, debido a que estas partes son las comestibles del jinicuil. Se logró identificar los géneros fúngicos *Fusarium* y *Penicillium* al observar características macro y microscópicas que comparten los resultados obtenidos con la bibliografía consultada sobre los géneros más comunes encontrados en la intemperie, debido a que la presencia y prevalencia en el interior del fruto es menor que en la cáscara, no representa inconveniente alguno si es que no hay un desarrollo visible en esta parte, lo cual evidenciaría la producción de micotoxinas en niveles suficientes para considerarse no apto para consumo.

Palabras Clave: inga jinicuil, prevalencia, mesófilos, coliforme, mohos

¹ Autor Principal

Correspondencia: sandra_trujillo29@hotmail.com

Prevalence of indicator microorganisms in the fruit of *Inga jinicuil* from Tepango, Gro. Mexico

ABSTRACT

Jinicuil is the fruit of the *Inga Jinicuil* Schtdl tree, found in some regions of the state of Guerrero, mainly in those with humid climates; however, it is not well known or used in the region. For this reason, the present research sought to analyze and determine the presence of microorganisms that make up the native microbiota of the fruit, in order to provide information on the quality indicator organisms that are present in the total composition of this. To do this, microbiological analysis methods based on Mexican Official Standards were used, such as deep plate sowing, use of statistical techniques such as the most probable number method and observation of morphological characteristics. These methods allowed obtaining colonies and confirming the presence (or absence) of bacteria, molds and yeasts, as well as the prevalence of these microorganisms in the different parts of the fruit and the identification of some fungal genera present in it. The result obtained indicated the high prevalence of indicator microorganisms in the peel of the fruit, this due to the exposure it suffers in its maturation development, while in the pulp and seed the presence was considerably lower, which showed that the consumption of this fruit does not present any risk to health as long as it is not contaminated in any way by contact with the outside, because these parts are the edible ones of the jinicuil. The fungal genera *Fusarium* and *Penicillium* were identified by observing macro and microscopic characteristics that share the results obtained with the consulted bibliography on the most common genera found in the open air, because the presence and prevalence inside the fruit is lower than in the peel, it does not represent any inconvenience if there is no visible development in this part, which would show the production of mycotoxins at levels sufficient to be considered unfit for consumption.

Keywords: inga jinicuil, prevalence, mesophiles, coliforms, molds

Artículo recibido 20 mayo 2024
Aceptado para publicación: 24 junio 2024



INTRODUCCIÓN

Los productos que se suelen consumir crudos como frutas, hortalizas y algunas legumbres frecuentemente se asocian con algún grado de contaminación por parte del ambiente, en lo que influye la exposición a la intemperie, el agua de riego no tratada, la manipulación del personal agrícola y los animales presentes en el área de cultivo.

El consumo de alimentos frescos es considerado un factor de riesgo a la salud pública debido al número de enfermedades ocasionadas por estos, al ser ingeridos cuando no presentan un estado adecuado de consumo. En muchos casos, estos padecimientos son obra de microorganismos que proliferan en los comestibles, que a su vez pueden alterar su estado llevándolos a una degradación apreciable.

Los malestares provocados por ingerir alimentos contaminados, los cuales en ocasiones no suelen presentar algún tipo de alteración visible, se dan con frecuencia cuando no se tiene el hábito de higienizarlos previo a su conservación o consumo inmediato, provocando que los microorganismos se encuentren presentes en ese ambiente se desarrollen.

La obtención de este tipo de productos por parte de muchas personas se da en mercados locales, en donde se ofertan diferentes tipos de frutas frescas, que pueden ser las ya conocidas como manzanas, peras, naranjas, entre otras, pero también suelen encontrarse frutos no tan conocidos como es el caso del jinicuil.

Al existir una alta demanda de frutos conocidos hay una serie de procesos que se llevan a cabo para su cultivo, cosecha y comercialización. En el caso del jinicuil al no ser de este tipo de productos deseados no cuenta con grandes áreas de cultivo, sino que crece en lugares variados o se utiliza como árbol de sombra en otras industrias, por tal motivo, se desconoce en gran medida los microorganismos presentes en este fruto que pueden llegar a ser un problema de alteración.

El presente proyecto de investigación tiene por nombre “Prevalencia de microorganismos indicadores en el fruto del Inga jinicuil proveniente de Tepango, Gro., México”; dada la importancia que ha tomado el consumo de alimentos frescos, así como el cambio de alimentación y estilo de vida más saludable, es relevante realizar un estudio en el que se identifiquen los principales microorganismos que afecten significativamente al fruto del inga jinicuil y pueden tener algún tipo de impacto sobre los consumidores de este producto.

Esta investigación está enfocada en analizar aquellos microorganismos específicos que afectan la calidad sanitaria, que puede conllevar a un problema hacia la salud pública o el deterioro del mismo producto, para esto se hace uso de la normativa mexicana vigente que da las bases de análisis, así como el lineamiento sobre la cantidad máxima de microorganismos aceptados en un alimento para su consumo seguro.

Sirve como referencia para las personas que se dedican a exportar y comercializar este fruto a distintas regiones a lo largo del estado de Guerrero. Además, es un antecedente para los mismos consumidores sobre la aplicación de buenas prácticas de higiene.

La hipótesis de trabajo se establece como “la prevalencia de microorganismos indicadores en el jinicuil es un factor de riesgo para su consumo” mientras que la hipótesis nula se especifica como “la prevalencia de microorganismos indicadores en el jinicuil no es un factor de riesgo para su consumo”.

El objetivo general de esta investigación es determinar la prevalencia de microorganismos alterantes en el fruto del inga jinicuil. Entre los objetivos específicos se pretende analizar microbiológicamente el Inga Jinicuil para la cuenta de mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levaduras, determinar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de los microorganismos analizados e identificar los géneros de los mohos encontrados en las muestras del fruto.

El Inga jinicuil es un árbol originario de regiones de América con clima tropical, que se adapta bien a condiciones de clima subtropical. Se encuentra desde México hasta el pacífico en Ecuador y Perú, así como Brasil (Vargas & Peire, 2017).

En México, se encuentra en los estados de Chiapas, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Morelos, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Tabasco. Crece en altitudes no superiores a 1,500 metros sobre el nivel del mar y en regiones con temperaturas promedio a los 18°C (Vargas & Peire, 2017).

Los árboles de esta especie suelen crecer en suelos ácidos o desprovistos de vegetación, así como también en suelos limosos como en los estados de Veracruz, Chiapas y tabasco (Vargas & Peire, 2017).

La planta pertenece a la clase equisetosida, del orden de las favelas, familia fabaceae (Leguminosae), del género Inga y especie jinicuil Schldl. Recibe diferentes nombres según el país o la región donde se encuentre, en México los nombres más comunes por los que se le conoce en los diferentes estados donde

se encuentran son: Jinicuil, cuajinicuil, cojinicuil, paterno, vaina, chalahuite, cujinicuil, cuinicuil, quinicuil, talax y cuilmacheton (Vargas & Peire, 2017).

El árbol I. jinicuil mide entre 15 y 20 m de altura con 30 cm de diámetro normal de tallo, con ramas ascendentes y una copa chica e irregular si es que crece en la naturaleza, pero es amplia y densa en los árboles cultivados. Cuenta con raíces tubulares, fuste cilíndrico, su corteza externa es lisa, pálida grisácea con mucha cantidad de lenticelas en líneas horizontales y algunos anillos (Vargas & Peire, 2017).

Sus hojas están dispuestas en espiral, paripinnadas de 6 a 20 cm de largo subtendidas por grandes estipulas verde pálido de 7 a 20 mm de longitud, estrechamente elípticas, ramas con lenticelas, con un raquis no alado, con 3 a 5 pares de folíolos que van desde obovado a lanceados (Vargas & Peire, 2017).

Los frutos de esta planta son vainas de color verde, rectos o curvos, fibrosos, glabros con varias semillas, las cuales están cubiertas de una pulpa de aspecto algodonoso de sabor dulce. Tanto la base como el ápice son redondeados, con rebordes gruesos. Llegan a medir entre 25.1 - 29.5 cm de largo, con un ancho de 5.6 cm y un grosor en la parte media del fruto de 3.5 - 3.7 cm en promedio; sus semillas son exalbuminosas, tienen una longitud de 4.07 cm en promedio; constan de un par de cotiledones de reserva de color verde (Vargas & Peire, 2017).

Al realizar cualquier análisis microbiológico de alimentos para determinar la calidad sanitaria se tienen en cuenta los microorganismos indicadores de sanidad. Son considerados como un grupo o especie a través de los cuales se evalúa la seguridad del alimento tanto en microorganismos patógenos y sus toxinas, y su calidad microbiológica (Fernández, 2017). Entre el grupo de estos indicadores se encuentran las bacterias mesófilas aerobias, bacterias coliformes, mohos y levaduras. La presencia de alguno de estos es evidencia indirecta de que los alimentos estuvieron expuestos a condiciones que pueden determinar el alojamiento de microorganismos patógenos o facilitar la proliferación de estos (Baggini, 2020). El grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad, el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación, y de calidad sanitaria; incluye a los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y especies lactosa positivas de otros géneros (Baggini, 2020).

Para esta investigación se tomaron como referencia las NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico, NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa, NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable y NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

METODOLOGÍA

El fruto de Inga Jinicuil se colectó en la localidad de Tepango localizado en el municipio de Ayutla de los libres en el estado de Guerrero, en las coordenadas 16°53'51.1"N 99°05'06.4"W. En esta localidad existen arboles silvestres de jinicuil que sus pobladores aprovechan para cosechar su fruto y colocarlo a la venta en el mercado local.

La metodología utilizada es del tipo exploratorio cuantitativo, debido a la poca información existente sobre las características del fruto analizado y lo que se pretende comprobar. De este modo se abren diferentes líneas de investigación sobre el jinicuil.

Muestreo

El método utilizado para la toma de muestras es el aleatorio simple, por su sencillez y practicidad para obtener el número de población a analizar, lo que ayuda a los fines de la investigación. Se enumeraron del 1 al 126 las vainas de jinicuil, en este caso la población total adquirida es $N = 126$. Posteriormente con ayuda de Microsoft Excel se generaron números aleatorios entre 0 y 1 para multiplicarlos por la muestra total y obtener los números poblacionales que fueron las 63 muestras del estudio, Tabla 1.

Criterios de inclusión

Se incluyeron los frutos del Inga jinicuil que no presentaban podredumbre interna para el análisis de la pulpa y semilla.

Criterios de exclusión

No se contemplaron aquellos frutos que presentan deterioro en la cáscara derivado de golpes, gusanos en su interior y aquellos que no fueron de tamaño óptimo para el estudio, así como los que presenten podredumbre en el interior del fruto.

Preparación de las muestras

Para la preparación de las muestras utilizadas en cada una de las determinaciones se siguió la metodología propuesta por la NOM-110-SSA1-1994, Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.

Preparación del agua peptonada

En una balanza analítica Adam con capacidad de 250 gr y legibilidad de 0.1 mg, se pesó 1 gr de peptona y 8.5 gr de NaCl, con un matraz se midió 1 L de agua destilada y adicionó la peptona y cloruro de sodio previamente pesados. Empleando un pHmetro se ajustó el pH a 7 ± 0.1 con hidróxido de sodio 1N. Posteriormente, con una pipeta estéril, se distribuyó en porciones de 9 mL en tubos de ensayo con rosca. Finalmente, en una autoclave eléctrico All-American modelo 25X-1, se esterilizó a 121°C durante 15 minutos.

Se mantuvieron en refrigeración entre 0 y 5°C en lugares oscuros por un lapso no mayor a un mes hasta que llegó el momento de su uso.

Preparación de la dilución primaria y diluciones decimales

Se pesaron 10 gr de la muestra a analizar en recipiente o bolsa plástica estéril empleando una balanza analítica, se añadió a un volumen de 90 ml de diluyente estéril a la muestra.

Utilizando la licuadora se trituró y homogenizó de 1 a 2 minutos hasta obtener una suspensión completa. Antes de tomar las alícuotas se dejó sedimentar las partículas grandes, posteriormente se transfirió la cantidad deseada tomando las capas superiores de la suspensión.

Después, se transfirió la muestra homogeneizada a un matraz con tapa, empleando una pipeta estéril, se tomó 1 mL de la dilución primaria para pasarlo a un tubo de ensayo con 9 mL de diluyente estéril, agitando la muestra manualmente con 25 movimientos de arriba abajo con un arco de 30 cm efectuados en un tiempo de 7 segundos.

El procedimiento se repitió hasta alcanzar la cantidad de diluciones deseadas.

Corte microbiológico

Al ser el jinicuil un fruto sin información alguna de carga microbiológica en cualquiera de sus partes que lo conforman se llevó a cabo un corte en el análisis de algunas de las muestras para determinar las diluciones adecuadas necesarias para la cuenta de mesófilos aerobios, mohos y levaduras con la finalidad

de obtener solamente las placas con el número de colonias que entren dentro del rango establecido por sus respectivas NOM.

Este procedimiento consistió en llevar a cabo todas las series de conteos de microorganismos descritas en este capítulo con algunas muestras del jinicuil utilizando diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-7} , para posteriormente poder visualizar el crecimiento obtenido en cada una de estas y definir el rango de diluciones adecuadas para un conteo apropiado en el resto de las muestras analizadas.

Mesófilos aerobios

Para el recuento de estos microorganismos se utilizó el procedimiento según la NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Recuento de bacterias mesófilas en placa

Para la preparación del medio de cultivo (agar cuenta estándar) se sigue la metodología del fabricante. En una caja Petri estéril se adicionó 1 mL de la dilución primaria con 12 a 15 mL de medio de cultivo, posteriormente se mezcló mediante seis movimientos de derecha a izquierda, seis en sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás a adelante. Por último, se colocó sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio y su solidificación.

Este procedimiento se repite con las demás diluciones, además se incluye una caja sin inóculo como testigo de esterilidad.

Las cajas se incubaron, con ayuda de una incubadora electrotérmica de temperatura constante Zeigen modelo DNP, en posición invertida (tapa hacia abajo) por 48 ± 2 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Para la lectura se seleccionaron aquellas placas donde aparezcan 25 a 250 colonias características.

Se tomaron las medidas de la esterilidad de los materiales utilizados, tiempos de dilución y de inoculación, temperatura de trabajo y de incubación como se especifica en la NOM-092-SSA1-1994.

Mohos y levaduras

Para el recuento de mohos y levaduras se utiliza el procedimiento según la NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Preparación estéril de ácido tartárico al 10%

- Disolver ácido tartárico previamente calculado en agua destilada.
- Esterilizar a $121 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 minutos.
- Adicionar al medio de cultivo aproximadamente 1.4 mL de ácido tartárico estéril por cada 100 mL de medio.

Preparación del medio de cultivo

Pesar en una balanza analítica, 39 gramos de agar papa dextrosa, adicionar en 1 litro de agua destilada.

Calentar en parrilla con agitación constante.

Finalmente, enfriar hasta alcanzar una temperatura de $45^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ acidificando con ácido tartárico estéril al 10% hasta la obtención de un pH de 3.5 ± 0.1 .

Cuenta de mohos y levaduras en placa

En cajas Petri estériles, se adicionaron 1 mL de la dilución primaria para posteriormente verter de 15 a 20 mL de medio de cultivo acidificado. Se mezcló cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en sentido de las manecillas del reloj, seis en sentido contrario y seis de atrás para adelante.

Se dejó reposar hasta solidificar y se llevó a incubación de 3 a 5 días a $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Se contabilizaron las colonias después de 3, 4 y 5 días. Después de 5 días, se seleccionaron aquellas placas que contuvieron entre 10 y 150 colonias.

El procedimiento se repitió tantas veces como diluciones decimales se requiera.

Se tomaron las medidas de la esterilidad de los materiales utilizados, tiempos de diluciones y de inoculación, temperatura de trabajo y de incubación como especifica la NOM-111-SSA1-1994.

Diferenciación de mohos y levaduras

Cuando la morfología colonial no fue suficiente, se examinaron microscópicamente las colonias para distinguirlas de levaduras y mohos de las bacterias utilizando las descripciones proporcionadas en la teoría, esto con un microscopio biológico binocular Zeigen.

Coliformes totales

Técnica del número más probable

La siguiente metodología es planteada por la NOM-112-SSA1-1994, para la determinación de bacterias coliformes; teniendo en todo momento las condiciones de esterilidad necesarias.

Prueba presuntiva.

En la preparación del medio líquido, se utilizó el caldo lactosado preparado como lo indica el fabricante, posteriormente se adicionan a 9 tubos de ensayo 9 mL del caldo para su esterilización en autoclave.

Para la preparación de la muestra, se pesaron 10 gramos en una balanza analítica, y se añadió a un matraz de rosca con 90 mL de agua peptonada estéril, a partir de la cual se prepararon las diluciones seriadas.

Con una pipeta estéril, se añadió 1 mL de la primera dilución a una serie de 3 tubos, 1 mL de la dilución 10^{-2} a 3 tubos y 1 mL de la dilución 10^{-3} a otros 3 tubos.

Se colocaron en una gradilla y se incubaron a una temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas, una vez transcurrido el tiempo se observa la formación de gas, en caso de no presentarlo se incubaron por 48 ± 2 horas.

Los tubos que presentan formación de gas y turbulencia son los tubos que se emplearon en la prueba confirmativa para coliformes totales y fecales.

Prueba confirmativa

Para la prueba de coliformes totales, se tomó una azada de los tubos con formación de gas de la prueba presuntiva empleando un asa bacteriológica, para sembrar en un número igual de tubos con caldo bilis verde brillante al 2%.

Posteriormente, se llevó a incubar a una temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Después transcurrido el tiempo, se observó la formación de gas y en caso de no presentarlo, la incubación se alargó hasta las 48 ± 2 horas.

Para la prueba de coliformes fecales, se repitió el mismo procedimiento de la prueba de coliformes totales, cambiando la temperatura de incubación a 44.5°C .

Para la toma de resultados, en ambas pruebas, se consideró la serie de tubos de la prueba confirmativa donde se presentó la formación de gas después del tiempo requerido y se buscó el NMP en las tablas presentadas por la NOM.

Se tomaron las medidas de la esterilidad de los materiales utilizados, tiempos de diluciones y de inoculación, temperatura de trabajo y de incubación como se especifica en la NOM-112-SSA1-1994.

Pruebas estadísticas

Para el contraste de las hipótesis se utilizó la región crítica o de rechazo con un límite de confianza del 95%, manejando los límites máximos permisibles y los UFC/g de las muestras o en su defecto los NMP/g. Se empleó la fórmula para una hipótesis de dos extremos:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

S = desviación estándar muestral

X = valor de UFC/g

\bar{x} = promedio

n-1= número de muestras menos 1

$$Zc = (X - \mu) / (S / \sqrt{N})$$

Zc= la zona crítica

X= promedio

μ = población tomada

S = desviación estándar muestral

N= muestra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología descrita se obtuvieron los siguientes resultados:

Corte de bacterias mesófilas

En el conteo de placas llevado a cabo en diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-7} se obtuvo que las cajas que cumplían con las especificaciones dictadas por la NOM fueron:

- Para la cáscara las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} .
- Para la pulpa y la semilla las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} .

Además de incluir una caja sin inóculo, para cada una de las muestras, que sirvió como testigo de esterilidad. Todas las muestras, a excepción de las correspondientes al corte, que se analizan en el recuento de mesófilos aerobios corresponden solamente a la inoculación de estas series de diluciones decimales, Tabla 2.

Las colonias observadas durante los conteos presentaron una coloración que va desde el amarillo hasta el naranja, llegando a ser opacas, de diversos tamaños, con formas circulares y puntiformes, con elevación plana, bordes lisos y en algunos casos rugosos. Se apreció un gran crecimiento de colonias en las placas con las diluciones primarias de las muestras de cáscara y pulpa. Estas llegan a exceder el número establecido para su selección en el conteo, siendo las cajas que se utilizaron para este fin las de diluciones 10^{-3} y 10^{-4} .

Con respecto al límite máximo permisible establecido por la NOM-093-SSA1-1994, en la cáscara solo dos muestras se encuentran por debajo de este, lo cual contrasta con lo calculado en la prevalencia, mientras que en las muestras de pulpa y semilla no sobrepasan el límite definido.

Lo reportado por Castro, et al. (2023) difiere de lo que se encontró en la cáscara del fruto, debido que en el estudio mencionado halló cargas microbianas aceptables en los alimentos analizados, lo que se puede deber al origen de las muestras, ya que en el estudio de estas se toman de fincas enfocadas en la producción donde se tienen procedimientos establecidos para obtener un producto de calidad, mientras que las muestras de jinicuil son tomadas mayoritariamente de árboles silvestres a los cuales no se les proporciona cuidado alguno.

Corte de mohos y levaduras

Las cajas que cumplieron con la especificación de la norma que se utilizan para la incubación de las demás muestras son las que se mencionan a continuación:

- Para la cáscara se emplearon las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} .
- Para la pulpa y semilla se utilizaron las diluciones 10^{-1} y 10^{-2} .

Además de incluir una caja sin inóculo, para cada una de las muestras, que sirvió como testigo de esterilidad. Todas las muestras, a excepción de las correspondientes al corte, que se analizaron en el recuento de mohos y levaduras corresponden a la inoculación de estas series de diluciones decimales.

Las colonias obtenidas presentaron formas puntiformes, irregulares y filamentosas; con elevaciones levantadas y convexas, con bordes filamentosos, dentados y lisos; llegando a presentar coloraciones verdes, blancas, oscuras y marrones. Las colonias de mohos, en particular, obtenidas durante la incubación se asemejan a las descritas del género *Penicillium* en la mayoría de los casos, siendo las demás que no entran en la descripción, posiblemente, del género *Fusarium*. Esto basado en las características morfológicas descritas para ambos géneros.

Las colonias que no se adaptaron a las características de mohos se consideran típicas de levaduras, una de las razones para ello es el medio de crecimiento acidificado, así como la forma, coloración y aspecto cremoso que presentan al momento de su conteo. Sin embargo, a rasgos macroscópicos no se puede sospechar de algún género en particular de estos microorganismos fúngicos.

La presencia de mohos y levaduras en la cáscara del jinicuil es notable, destacado por la presencia de su desarrollo por parte de la mayoría de las placas inoculadas con las muestras, donde se observó la predominancia de los mohos sobre las levaduras, lo cual no resultó en ningún inconveniente el momento de su conteo.

En la pulpa, únicamente dos muestras estuvieron en el rango del conteo de colonias necesarias según la NOM-111-SSA1-1994, las restantes carecieron de un número significativo de mohos y levaduras para este fin, solamente llegando a presentar muy pocas colonias de mohos en un par de muestras y las restantes sin crecimiento aparente. Lo anterior no significa que el análisis diera un resultado inconcluyente para esta parte del fruto, dado que para estos casos se utilizaron las diluciones primarias en la inoculación de las placas, que son las que en teoría muestran la mayor carga de microorganismos del alimento, lo cual puede considerarse que no presentan una cantidad significativa de estos organismos en esta parte del jinicuil.

En la semilla se sigue un comportamiento similar, donde solo una muestra cumple con el rango de conteo establecido por la norma y todas las demás no lo hacen, en consecuencia, en los conteos para esta parte y para la pulpa, se ve reflejada una cantidad relativamente pequeña de UFC/g de mohos y levaduras. En el caso del límite máximo dado por la NOM-121-SSA1-1994, se encontró que ninguna de las muestras de la cáscara cumple con éste, mientras que en la pulpa se encontraron dos muestras que están por encima, siendo la semilla la que se encuentra en el margen del límite.

El resultado en general de presencia de mohos y levaduras, haciendo énfasis en la cáscara del fruto, se asemeja a lo encontrado por Campuzano et al. (2015) donde se excede el recuento de estos microorganismos en alimentos como las ensaladas y las piñas, lo que no los hace que sean no aptos para el consumo.

Tinción con azul de lactofenol

Al momento de la revisión las muestras en microscopio, se pudieron observar estructuras en forma de hifas, de las colonias características de mohos tomadas de las placas Petri incubadas, que a simple observación son no tabicadas y cuentan con estructuras de métulas, filiales y conidios en algunas terminaciones. Esta descripción se asemeja mucho a la dada en la estructura de estas partes por McPherson & Pincus (2021) así como las descripciones más antiguas de mohos de otros autores. Al observar detenidamente los conidióforos de las tinciones realizadas, se aprecia cómo es que estos se asemejan bastante bien con los géneros *Fusarium* y *Penicillium*, aun cuando no se aprecia las hifas típicas a estos géneros por la resolución de la imagen, las cuales son tabicadas.

En todas las muestras de cáscara se presentó el género *Fusarium*, señalado por los microconidios sencillos que presentan, aunque no se visualizaron rastros de macroconidios, se considera que debido al tiempo de incubación y el tamaño de las colonias analizadas, no se pudieron desarrollar o apreciar con la técnica utilizada. La mayoría de las muestras que presentaron el género *Penicillium* son de la pulpa y semilla, en las cuales se puede apreciar algunas de las subdivisiones del género como *Aspergilloides*, *Penicillium*, *Berticillium* y *Furcatum*, esto en base al nivel de ramificación visto en las tinciones.

Técnica del número más probable (coliformes)

Prueba presuntiva.

A las 48 horas, en la prueba presuntiva en caldo lactosado de microorganismos coliformes para la cáscara, el NMP/g resultó claramente elevado en todas las muestras, lo que evidencia la presencia de estos microorganismos cuando el fruto esta recién cosechado.

En el caso de la pulpa, los resultados dejan a la vista que la cáscara del fruto no es lo suficientemente eficiente para evitar la contaminación hacia el interior, debido a que solo dos muestras arrojan resultados aceptables.

La semilla es la parte del jinicuil que menor NMP/g presentó en esta prueba, existiendo solo una muestra con una cantidad elevada de microorganismos que se desarrollaron en el caldo, logrando ser la excepción a la poca cantidad encontrada en general de la presunta carga de coliformes.

Prueba confirmativa

Las cáscaras de la mayoría de las muestras presentaron un número elevado de coliformes totales y fecales, lo cual no es de extrañeza para este tipo de alimentos que se encuentran a la intemperie donde se pueden contaminar inclusive por el polvo que es arrastrado por aire.

En la pulpa se encontró que la presencia de coliformes es relativamente más baja que la presente en el exterior del fruto, siendo solo una de las muestras de coliformes totales la que arroja un resultado alto, esto puede deberse a la integridad de la cáscara al estar rasgada lo que propiciaría la entrada de estos organismos hacia el interior.

Para la semilla, la carga de estas bacterias disminuyó hasta niveles mínimos en la mayoría de las muestras, lo que se correlaciona con lo visto en la prueba presuntiva, por lo cual no es de extrañar que, así como todas las demás pruebas microbiológicas, ésta sea la parte del fruto que menos carga microbiana presenta.

De acuerdo con el límite máximo permisible establecido por la NOM-093-SSA1-1994, en la cáscara solamente una muestra para coliformes fecales está por debajo del límite, siendo las restantes junto con la totalidad de muestras de coliformes totales las que exceden este parámetro en esta parte del fruto. En la pulpa se pudieron encontrar cinco muestras por debajo del límite máximo en ambos tipos de microorganismos coliformes, en la semilla solamente dos muestras exceden el parámetro establecido por la Norma Oficial, para el caso de coliformes totales, estando las restantes muestras junto con las analizadas para coliformes fecales dentro de lo establecido para su consumo.

En general, lo encontrado para organismos coliformes se correlaciona muy bien con lo que se reporta en la literatura sobre la presencia de microorganismos de Vázquez (2014), Peña (2014) y Carrillo (2016) donde se encontraron altos grados de contaminación de cierto tipo de coliformes, principalmente por uso de agua no tratada o malas prácticas de higiene, Tablas 4 y 5.

Prevalencia

En el caso de la prevalencia de mesófilos aerobios se determinó un 100% de esta, al obtener un resultado positivo en todas las muestras analizadas, siendo que el 94.96% de las UFC/g de mesófilos se encuentran en el exterior del fruto, la cáscara, mientras la pulpa y semilla mostraron un 3.87% y 1.17% de microorganismos, respectivamente.

Para mohos y levaduras, al igual que en todas las determinaciones, se concluyó basándose en el número de muestras consideradas positivas y el número de UFC/g totales. Obteniendo un 87.71% y 38.09% de mohos y levaduras respectivamente en el fruto, del cual destaca la cáscara con un 87.25% del total de mohos y un 36.83% del total de levaduras. Para la pulpa y la semilla el número disminuye hasta un máximo de 0.40% de mohos y 1.26% de levaduras, Tabla 6.

La prevalencia de coliformes totales se determinó en un 85.71%, destacando principalmente la presencia en la cáscara con un 66.04%, la pulpa con 14.38% y finalmente la semilla con un 5.29%.

Por su parte, para coliformes fecales, se encontró una prevalencia de 76.19%, en donde el mayor porcentaje se encontró en la cáscara (65.4%), seguido de la pulpa con 9.97% y la semilla con 0.82%, Tabla 7.

Pruebas estadísticas

Al realizar la prueba de hipótesis de dos extremos para los microorganismos que se analizaron en este estudio, se determinó que la hipótesis nula se acepta en todos los casos exceptuando a los coliformes totales. Si se analiza de una manera detenida, estos por sí mismos no involucran complicaciones importantes ante el estado del fruto o a la salud, debido a que la mayoría de las bacterias coliformes no se consideran como dañinas y solo es una pauta para desglosar el análisis de coliformes fecales los cuales son los más relacionados a contaminación y enfermedades transmitidas por alimentos, Tabla 8.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Muestreo aleatorio de las vainas de jinicuil.

Núm. Muestra	Núm. Entre 0 y 1	Núm. En la población
1	0.1308294980	16
2	0.6382576126	80
3	0.3975762045	50
4	0.3107397486	39
5	0.7680037452	97
6	0.9944649701	125
7	0.5957133595	75
8	0.7276774163	92
9	0.3710852388	47
10	0.7568273838	95
11	0.4356119823	55
12	0.5818099575	73
13	0.0924174270	12
14	0.2518131112	32
15	0.8518344759	107
16	0.1830018849	23
17	0.4538609529	57
18	0.6165730672	78
19	0.6999625881	88
20	0.0355231893	4
21	0.2757160276	35

Tabla 1 Muestreo aleatorio de las vainas de jinicuil. Continuación.

Núm. Muestra	Núm. Entre 0 y 1	Núm. En la población
22	0.0402608772	5
23	0.3633113941	46
24	0.6432454889	81
25	0.2442450302	31
26	0.4738811803	60
27	0.1547606545	19
28	0.0057575657	1
29	0.1692760824	21
30	0.4244957591	53
31	0.5246420593	66
32	0.4641169669	58
33	0.8555500162	108
34	0.4900536291	62
35	0.4843721372	61
36	0.8618337786	109
37	0.1343712759	17
38	0.9015241983	114
39	0.2208039328	28

40	0.0868860399	11
41	0.8795734850	111
42	0.3051184710	38

Tabla 1 Muestreo aleatorio de las vainas de jinicuil. Continuación.

Núm. Muestra	Núm. Entre 0 y 1	Núm. En la población
43	0.5045943798	64
44	0.7067202712	89
45	0.4416698391	56
46	0.6095086301	77
47	0.1020833228	13
48	0.3293974516	42
49	0.7961775841	100
50	0.3567557482	45
51	0.2359147960	30
52	0.2263376165	29
53	0.2726777836	34
54	0.4045313120	51
55	0.4324479671	54
56	0.4688660617	59
57	0.6674106160	84
58	0.2596823063	33
59	0.0242268508	3
60	0.8046182548	101
61	0.5286226682	67
62	0.3183690914	40
63	0.0449449652	6

Tabla 2 UFC de mesófilos aerobios.

Muestra	Cáscara (UFC/g)	Pulpa (UFC/g)	Semilla (UFC/g)
1	400,000	108,000	20,800
2	100,000	4,250	7,600
3	200,000	970	3,100
4	100,000	1,350	5,600
5	2,000,000	27,500	4,420
6	600,000	6,400	4,480
7	500,000	6,530	1,710

Nota: Límite máximo permisible para mesófilos aerobios de 150,000 UFC/g según la NOM-121-SSA1-1994.

Tabla 3 UFC del conteo de mohos y levaduras.

Muestra	Cáscara (UFC/g)	Pulpa (UFC/g)	Semilla (UFC/g)
1	380,000	110	10
2	600	0	40
3	2,000	0	20
4	300,000	1,100	0
5	3,000	40	10
6	5,000	13,000	30
7	7,000	10	130

Nota: Límite máximo permisible para mohos y levaduras de 500 UFC/g según la NOM-121-SSA1-1994.

Tabla 4 NMP para las muestras de coliformes totales.

Muestra	Cáscara (NMP/g)	Pulpa (NMP/g)	Semilla (NMP/g)
1	>1100	--	23
2	460	150	<3
3	460	1100	<3
4	>1100	93	<3
5	1100	23	240
6	>1100	23	93
7	>1100	11	150

Nota: Límite máximo permisible para coliformes totales de 100 NMP/g según la NOM-093-SSA1-1994.

Tabla 5 NMP para las muestras de coliformes fecales.

Muestra	Cáscara (NMP/g)	Pulpa (NMP/g)	Semilla (NMP/g)
1	7	--	20
2	460	150	<3
3	240	460	<3
4	>1100	28	<3
5	460	20	21
6	>1100	23	<3
7	>1100	--	<3

Nota: Límite máximo permisible para coliformes totales de 100 NMP/g según la NOM-093-SSA1-1994.

Tabla 6 Microorganismos presentes en el fruto jinicuil.

	Organismos mesófilos totales	Porcentaje	Mohos totales	Porcentaje	Levaduras totales	Porcentaje
Fruto	4,107,000	100%	325,320	87.71%	386,780	38.09%
Cáscara	3,900,000	94.96%	323,600	87,25%	374,000	36.83%
Pulpa	159,000	3.87%	1,480	0.40%	12,780	1.26%
Semilla	48,000	1.17%	240	0.06%	0	0%

Tabla 7 Microorganismos presentes en el fruto jinicuil. Continuación.

	Coliformes totales	Porcentaje	Coliformes fecales	Porcentaje
Fruto	8,345	85.71%	5,204	76.19%
Cáscara	6,430	66.04%	4,467	65.40%
Pulpa	1400	14.38%	681	9.97%
Semilla	48,000	5.29%	56	0.82%

Tabla 8 Prueba de hipótesis para los diferentes microorganismos.

	Confianza	Grado de error	Valor crítico	Zc
Mesófilos aerobios	95%	0.05	±1.96	0.46027
Mohos	95%	0.05	±1.96	1.053
Levaduras	95%	0.05	±1.96	1.01868
Coliformes totales	95%	0.05	±1.96	2.86736
Coliformes fecales	95%	0.05	±1.96	1.73

CONCLUSIONES

Las vainas de jinicuil, al no ser ampliamente conocidas y sobre todo poco solicitadas, se encuentran a la venta en mercados municipales, donde los productores que tienen algunos árboles llegan a ofrecer su cosecha, pero sin darle algún tipo de tratamiento previo de limpieza como a otras frutas, lo que favorece el encontrar suciedad en ellas.

Las lesiones encontradas en el fruto, tanto por el tiempo y forma de recolección resultan propicias para la contaminación microbiana hacia el interior del jinicuil, más cuando llegan a partirse, o las vainas no terminan completamente integras al momento de su traslado o conservación.

También se encontró que algunas vainas pese a presentar una coloración verde, lo cual se considera adecuado, y de no presentar golpes o algún signo de maltrato, presentaban podredumbre en el interior del fruto afectando principalmente la pulpa junto a la semilla y la parte interior de la cáscara, lo cual las hace no aptas para el consumo.

Uno de los principales contaminantes del fruto son los gusanos depositados por la mosca de la fruta, estos se alimentan del fruto y perseveran aún con la cáscara en perfecto estado dañando la integridad de todo el interior.

La carga microbiana encontrada en la pulpa y la semilla, de mesófilos, mohos, levaduras y coliformes, es significativamente menor a la encontrada en la cáscara, esto debido a la dificultad que les representa a los microorganismos invadir estas áreas por la poca permeabilidad que posee. La gran cantidad de microorganismos en la parte externa del fruto se debe en gran medida a la zona de crecimiento y toda la exposición que sufre al ambiente.

En ciertos casos, la germinación de la semilla favoreció la interacción constante con parte del exterior, que a su vez genera aperturas de diversas medidas, que hacen que el fruto no contara con una protección total que debería brindar su cáscara con la intemperie. Lo que se considera como un factor de contaminación a considerar asociado con los casos de conteos de microorganismos altos en las partes internas del jinicuil.

La proliferación de colonias características de determinados tipos de moho en la cáscara, y muy poca parte en la pulpa y semilla de las muestras analizadas, demostró una fuerte presencia de dichos microorganismos en el fruto, propiciado por la gran cantidad de agua y humedad que presenta el jinicuil aún tiempo después de su recolección.

Los géneros de mohos encontrados en las muestras del jinicuil (*Fusarium* y *Penicillium*) resultan ser de los principales que generan micotoxinas cuando se alojan y desarrollan en algún alimento, estas causan daños a la salud si es que se ingieren los productos contaminados con estos microorganismos. Sin embargo, al no contar con un número elevado de estos, según las Normas Oficiales Mexicanas, en las partes comestibles como la pulpa y la semilla, se puede considerar como un riesgo bajo de intoxicación. Por otra parte, las levaduras encontradas y observadas ante microscopio parecen ser del mismo género, pero este resulta ser difícilmente identificable solamente con la técnica de tinción aplicada.

La prevalencia de los microorganismos en el fruto indica cómo es que no se mantiene libre de estos, aun en lo más arraigado del jinicuil que es la semilla, indicativo que además de la manipulación que se le da, la forma y características de este, principalmente por su cascara, no son favorables para evitar la presencia de estos indicadores.

Si bien se presentaron casos positivos en todo el fruto respecto a los análisis aplicados, estos no reflejan del todo si el jinicuil es apto o no para su consumo o aprovechable para el desarrollo de productos, lo que si lo hace es el cumplimiento con las normas oficiales.

Al comparar los resultados obtenidos con las normas oficiales respecto al límite máximo permisible, solamente un 9.52% de las muestras de cáscara cumplen con sus límites establecidos, lo que dificulta el aprovechamiento de esta parte del fruto si es que no se lava o desinfecta de manera apropiada.

En la pulpa y en la semilla un 76.19% y 100% de sus muestras respectivamente están dentro de lo permitido, siendo el grado de contaminación por encima presentado por la pulpa derivado de las condiciones del jinicuil al momento de su estudio, así como la gran humedad y metabolitos que presenta, lo que genera un buen ambiente para el desarrollo de microorganismos.

Aun así, la contrastación de hipótesis reflejó que el consumo del jinicuil proveniente de la localidad de Tepango, no es un factor de riesgo para la salud de los consumidores, aun cuando las prevalencias, en general, de microorganismos indicadores sean altas. Esto debido a que la mayoría de las pruebas se encuentran en la zona de aceptación.

Esto último indica que las partes internas del fruto no representan problema aparente hacia su consumo, pudiendo dársele cualquier tipo de aprovechamiento que involucre su venta, consumo o transformación en diversas variedades de alimentos, siempre y cuando se sigan las buenas prácticas de higiene en cualquier ámbito que se le quiera dar un uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baggini, P. S. (2020). *Guía Práctica de microbiología en agua y alimentos (Medicina)*. Ediciones Servicop.

Berríos, C. S., & Ilabaca, R. G. (2018). *Manual de microbiología* (1st ed.). Ediciones UC.

<https://doi.org/10.2307/j.ctvkjb56f>



- Campuzano, F. S., Flórez D. M., Ibarra, C. M., & Sánchez, P. A. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *Nova*. <https://doi.org/10.22490/24629448.1708>
- Carrillo, G. E. (2016). Determinación microbiológica y de metales pesados en lechuga de repollo (*Lactuca sativa*), expendidos en los diferentes mercados del Distrito Metropolitano de Quito. *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13230>
- Casas Jiménez, J. J. (2017). *Guía para la realización de un Estudio de Investigación Ambiental*. Edeal.
- Castro, F., Wittmann, V., Davidovich, G., & Wong, E. (2023). Microbiología de zanahoria, tomate y repollo de agricultura orgánica y convencional en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 52743. <https://doi.org/10.15517/am.v34i2.52743>
- Del Castillo, J. M. S. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Díaz, A. P. (2020). Los criterios microbiológicos: principios para su establecimiento y aplicación en la seguridad alimentaria. *Arbor-ciencia Pensamiento Y Cultura*.
<https://doi.org/10.3989/arbor.2020.795n1001>
- Fernández-Santisteban, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(2), 70-73. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>
- Góngora Valdez, G. (2023). *Ciencias de la salud II*. Klik soluciones educativas.
- Santamaria, V., Comba G., & Mancilla, P. (2014). *Manual de Microbiología General: Principios Básicos de Laboratorio*. Editorial Tadeo Lozano.
- Larrea-Murrell, J. A., Rojas, M. M., Romeu-Álvarez, B., Heydrich-Pérez, M., & Vedado, I. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34.
<https://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB%2011-12.pdf>
- López-Jácome, L. E., Hernández-Durán, M., Colín-Castro, C. A., Ortega-Peña, S., Cerón-González, G., & Franco-Cendejas, R. (2014). Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología.

Investigación en discapacidad, 3(1), 10-18. <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2014/ir141b.pdf>

Luna F. J. (2020). *Métodos analíticos de microbiología general y aplicada* (1.ª ed.). Universidad de Magdalena.

Luna, A. H. C. (2016). *Bacteriología Diagnóstica Esencial*. Alejandro Humberto Cruz Luna.

Manrique, E. M., & Vera, V. J. (2023). *Cereales (Técnicas de análisis)*. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Mcpherson, R., & Pincus, M. (2021). *HENRY. Diagnóstico clínico y técnicas de laboratorio* (24.ª ed.). España: Elsevier inc.

Medina, M. P. R. (2015). *MF1062_3 - Cata de alimentos en hostelería*. Editorial Elearning, S.L.

Muñoz, S. I., Mayordomo, M. R., Fernández, T. W., Legaza, M. J. M., Ledesma, A. C., Morillo, L. M. J., & Perez, D. R. L. C. (2019). *Guía práctica para técnico superior de laboratorio de diagnóstico clínico y biomédico* (1.ª ed.). Amazing Books.

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, *Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. (s.f). <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69532.pdf>

Norma oficial mexicana NOM-110-SSA1-1994, *Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico*. (s.f.) En [Orden jurídico.gob.mx](http://www.ordenjuridico.gob.mx).

Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, *Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos* (s.f). [DOF - Diario Oficial de la Federación](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69535.pdf)

Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994 *Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable*. (s.f). <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69535.pdf>

Peña, Y. P., Castillo, V. L., Suárez, A., Vara, J. M. M., Molejón, P. L., Muñoz, Y. P., & Moreira, O. D. (2013). Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*. <https://doaj.org/article/b529a8fa8e164f6e8bb98d4cf1254ed9>

Porres, N., & Ruiz, E. (2018). *Microbiología clínica* (1.ª ed.). Paraninfo S.A.



- Pullés, M. R. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 45(1), 25-36.
<http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB-2014-1-032-043.pdf>
- Ramos, P., García, L., García, X., González, L., Sarquis, L., & Canese, J., (2017). Buenas prácticas de manufactura y microorganismos indicadores en sándwiches de verdura expendidos en el mercado central de abasto de Asunción, Paraguay (2014). *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 15(3), 50-56.
[https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2017.015\(03\)50-056](https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2017.015(03)50-056)
- Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos*. Onmat.
http://www.anmat.gov.ar/renalao/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf
- Rivas, S., & Aristizábal, C. (2021). *Manual práctico de microbiología básica* (1.ª ed.). Universidad de Cauca.
- Ruiz, E., Osante, N., Ruiz Ruiz, E., & Porres Osante, N. (2018). *Microbiología Clínica*. Paraninfo.
- Truchado, P., & Allende, A. (2020). La implicación de las frutas y hortalizas en las toxiinfecciones alimentarias y la relevancia del estado fisiológico de las bacterias. *Arbor-ciencia Pensamiento Y Cultura*. <https://doi.org/10.3989/arbor.2020.795n1005>
- Vargas Simón, G., & Peire, R. (2017). *Inga jinicuil Schtdl. Árbol multiuso* (1.ª ed.). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Vargas, F., & Kuno, V. (2014). Morfología bacteriana. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 49.
- Vázquez, A. (2014). Estandarización de métodos microbiológicos aplicados en frutas y hortalizas en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. *Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez*.
<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/handle/123456789/3137?show=full>
- COVENIN.2001. Harina de trigo. Norma: 217. Ministerio de Fomento. Fondonormas. Caracas. Venezuela.
- Don, G. (1832). *A General History of the Dichlamydeous Plants* (Vol. 2). Calyciflorae.
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/9907#page/883/mode/1up>

- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. H. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356.
<https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- FAO. (2015). *La ONU lanza el Año Internacional de las Legumbres: protagonismo para frijoles, lentejas y garbanzos*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item>
- Fichas para la propagación de árboles clave para la restauración ecológica*. (s.f.).
https://revivemx.org/Recursos/Fichas_propagacion/FichaPropagacion_F2_Inga_jinicuil.pdf
- Guevara Núñez, J. L. (2021). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología., Ambato - Ecuador. Obtenido de
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32590>
- Hernández González, J., & Zapata Narváez, J. (2008). *Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina y un producto alimenticio a base de ocará de soya*. Universidad EAFIT, Departamento de Ingeniería de Procesos, Medellín - Colombia.
- NMX-F-312-1978. Norma Mexicana. Determinación de reductores directos y totales en alimentos (Method of test for total and direct reducing substances in food). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Diario Oficial de la Federación. 1996.
- NOM-147-SSA1-1996. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales (Cereals and cereal products. Cereal flour, meal or semolina. Cereal-based foods, edible seeds, flour, semolina or mixtures thereof. Bakery products. Provisions and Sanitary and nutritional specifications). Diario Oficial de la Federación. 1999.

- Oliete, B. y Gómez-Pallarés, M. (2006). *Leguminosas*. En Gómez-Pallarés, P., León, A.E. y Rossel, C. De tales harinas tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica (1a edición, págs. 403-438). Córdoba, Argentina: Báez Ediciones.
- Ortega Rodríguez, A.S. (2020). *Análisis proximal y evaluación de la actividad antioxidante de semillas de la especie Inga densiflora Benth* (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas-Carrera de Química de Alimentos). Archivo digital. CONCYT: <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.43.pdf>
- Pariona Escalante, F. R. (2014). *Análisis Comparativo del Método Formol de Walker y el Método de Biuret, en la Determinación de la Concentración de Caseína en la Leche Fresca* [Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, Ed.]. Repositorio; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/933/1/Tesis%20AI144_Par.pdf
- Pronatura (Ed.). (s/f). *JINICUIL / Inga jinicuil* (Vol. 2). Red de Viveros de Biodiversidad. Recuperado el 31 de marzo de 2023, de https://revivemx.org/Fototeca/Arboles/Inga_jinicuil/8_Fichas_de_venta/Jinicuil_v2.pdf
- Sánchez Mendoza, N. A., Jiménez Martínez, C., Cardador Martínez, A., del Campo Barba, S. M., & Dávila Ortiz, G. (2016, December). *Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de Inga paterno* (Revista chilena de nutrición, Ed.) [Review of *Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de Inga paterno*]. SCIELO; Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Escuela de ingeniería y Ciencias. Tecnológico de Monterrey. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000400010
- Torres, M. P., Jiménez, M. T., & Bárcenas, M. E. (2014). *Harinas de frutas y/o leguminosas y sus combinaciones con harina de trigo*. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 8(1), 94-102.
- Vargas Simón, G., & Pire, R. (s/f). *Inga jinicuil Schtdl. Árbol multiuso* (Colección José N. Roviroa, ed.). Pcientificas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (México), Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (Venezuela). <https://pcientificas.ujat.mx/index.php/pcientificas/catalog/download/13/8/52-1?inline=1>