

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN JUGOS DE NARANJA ARTESANALES DE UN MERCADO DE LA CIUDAD DE CUENCA

MICROBIOLOGICAL QUALITY IN ARTISANAL ORANGE JUICES FROM A MARKET IN THE CITY OF CUENCA

Diana Micaela Jara Toledo

Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

Nayely Daniela Benavidez Llanos

Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

Silvia Monserrath Torres Segarra

Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17369

Calidad Microbiológica en Jugos de Naranja Artesanales de un Mercado de la Ciudad de Cuenca

Diana Micaela Jara Toledo¹Micajara030@gmail.com<https://orcid.org/0009-0004-7679-7308>Universidad Católica de Cuenca
Ecuador**Nayely Daniela Benavidez Llanos**Nayely.benavidez.40@ucacue.edu.ec<https://orcid.org/0009-0000-0804-4532>Universidad Católica de Cuenca
Ecuador**Silvia Monserrath Torres Segarra**storress@ucacue.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-4094-5522>Universidad Católica de Cuenca
Ecuador

RESUMEN

Introducción: Las enfermedades transmitidas por los alimentos o también conocidas como ETA'S han sido un problema de salud pública a lo largo de los años, provocando una serie de enfermedades por medio de una mala manipulación e higiene de las personas que los preparan. En esta situación las bacterias conocidas como las causantes de las patologías humanas son *E. coli* y los *coliformes fecales*. Varios productos alimenticios destinados al consumo humano pueden tener estas bacterias a pesar de cualquier tratamiento a la que sea sometido el alimento, si estos productos no presentan una buena manipulación pueden seguir siendo una fuente muy regular de contaminación así mismo presentando una amenaza en la salud del consumidor. **Objetivo:** Determinar la calidad microbiológica del jugo de naranja artesanal de un mercado de la ciudad de Cuenca. **Métodos:** El procedimiento se realizará obteniendo muestras de jugo de naranja recién exprimido de un mercado de la ciudad de Cuenca con un total de 30 muestras. La recolección de las muestras de los alimentos se realizó en base a la Norma Técnica Peruana RM591MINSANORMA donde podemos encontrar definida toda la metodología del muestreo para alimentos de comida rápida. Para el análisis químico de las muestras se utilizó el método de las Compact Dry EC para la cuantificación de los microorganismos presentes en los alimentos, que en este caso será el jugo de naranja artesanal, para lograr la determinación de *Escherichia coli* y *coliformes fecales*. **Resultados:** Se determinarán las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de *E. coli* y *coliformes* del jugo de naranja artesanal mediante placas Compact Dry EC, para la verificación del cumplimiento adecuado a los lineamientos otorgados de la normativa peruana RM591MINSANORMA de la calidad sanitaria e inocuidad para alimentos y bebidas de consumo humano. **Conclusión:** Se determinó la calidad microbiológica de los jugos artesanales de un mercado de la ciudad de Cuenca, obteniendo la identificación de la presencia de *E. coli/coliformes* en los jugos de naranja mediante placas Compact Dry EC, y se cuantificará las Unidades Formadoras de Colonias (UFC).

Palabras clave: jugo de naranja, *E. coli*, coliformes, compact Dry EC

¹ Autor principal

Correspondencia: Micajara030@gmail.com

Microbiological Quality in Artisanal Orange Juices from a Market in the City of Cuenca

ABSTRACT

Introduction: Foodborne illnesses, also known as foodborne diseases (FBDs), have been a public health problem over the years, causing a range of illnesses due to poor handling and hygiene practices by those who prepare them. In this context, the bacteria known to cause human diseases include *E. coli* and fecal coliforms. **Objective:** To determine the microbiological quality of artisanal orange juice from a market in the city of Cuenca. **Methods:** The procedure will involve obtaining samples of freshly squeezed orange juice from a market in the city of Cuenca, with a total of 30 samples. The collection of food samples was carried out based on the Peruvian Technical RM591MINSANORMA Standard, which defines the entire sampling methodology for fast food. **Results:** The Colony Forming Units (CFU) of *E. coli* and *coliforms* in the artisanal orange juice will be determined using Compact Dry EC plates, to verify compliance with the guidelines provided by the Peruvian RM591MINSANORMA standard regarding the sanitary quality and safety of food and beverages for human consumption. **Conclusion:** The microbiological quality of artisanal juices from a market in the city of Cuenca was determined, identifying the presence of *E. coli/coliforms* in the orange juices using Compact Dry EC plates, and the Colony Forming Units (CFU) will be quantified.

Keywords: orange juice, e. coli, coliforms, compact Dry EC

Artículo recibido 20 marzo 2025
Aceptado para publicación: 15 abril 2025



INTRODUCCIÓN

La manipulación y la higiene inadecuadas en la producción y consumo de alimentos constituyen un grave problema de salud pública a nivel mundial. La presencia de microorganismos patógenos en los alimentos puede provocar una amplia gama de enfermedades, desde molestias gastrointestinales leves hasta infecciones graves que pueden poner en riesgo la vida. Lo que presenta un tema de agravamiento por la globalización de los sistemas alimentarios, la complejidad de las cadenas de suministro y el aumento del consumo de alimentos procesados y listos para consumir (Flores Flores & Morey Lancha, 2016).

La contaminación de alimentos puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo final. Algunas de las causas más comunes de contaminación pueden ser provocadas por prácticas de higiene deficientes, manipulación inadecuada de alimentos, contaminación cruzada, condiciones de almacenamiento inadecuadas (Alimentos, 2022).

La calidad microbiológica de los productos alimentarios, especialmente aquellos comercializados en mercados locales, se erige como un tema central para la investigación. Los jugos de frutas, al ser alimentos de alto riesgo debido a su contenido de agua y nutrientes, son un medio de cultivo ideal para la proliferación de bacterias, virus y otros microorganismos. La producción artesanal, si no cuenta con los controles sanitarios adecuados, puede favorecer la contaminación a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la cosecha de la fruta hasta su venta al consumidor final (*Inocuidad de los alimentos*, s/f).

Dirigiéndonos a la vulnerabilidad de los consumidores, especialmente aquellos que presentan su sistema inmune debilitado (niños, adultos mayores) son particularmente más susceptibles a las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS), asimismo en la falta de regulación que, en muchos casos, la producción y venta de alimentos artesanales escapa a los controles reglamentarios, lo que genera un vacío legal y aumenta los riesgos para la salud pública (*E. coli*, s/f).

Escherichia coli es una bacteria Gram negativa, no esporulada, con flagelos inmóviles, facultativamente anaerobia, con respiración y metabolismo fermentativo. Son capaces de producir indol a partir de triptófano, además fermenta la glucosa y lactosa con producción de gas (*Escherichia coli Pathobionts Associated with Inflammatory Bowel Disease | Clinical Microbiology Reviews*, s/f).



Esta bacteria es uno de los principales indicadores de contaminación fecal en los alimentos perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae* y representa al grupo más abundante y representativo de coliformes termotolerantes. Cuando las *E. coli* se liberan al medio ambiente se predice que se comportan igual manera que otras bacterias fecales, y cuando se presentan en el agua advierte la posible presencia de patógenos entéricos que pueden provocar posibles riesgos a nivel de la salud de la población (*Total synthesis of Escherichia coli with a recoded genome* / *Nature*, s/f).

La intoxicación alimentaria por esta bacteria se da por la liberación de una toxina “toxina Shiga” la cual se transmite por vía fecal-oral, el tiempo de incubación de este microorganismo varía de tres a ocho días y en ese tiempo se pueden desarrollar diferentes molestias como son diarrea, vómito, dolor abdominal, etc (*Dspace*, s/f).

Los coliformes totales engloban a un grupo de bacterias que comparten características bioquímicas similares y se utilizan como indicadores de contaminación en agua y alimentos. Son un grupo de bacilos gramnegativos en forma de bastón, con la capacidad de fermentar lactosa en presencia de gas, en este grupo se pueden encontrar diferentes tipos de bacterias como son *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*, estas bacterias generalmente se las puede encontrar en diferentes medios de vegetación, así como en agua y en el suelo, mayoritariamente en la materia fecal. Además tiene una gran habilidad para desarrollarse fuera del intestino al ser una bacteria resistente al medio ambiente lo que genera la transmisión fecal- oral siendo así un indicador fundamental de las malas prácticas higiénicas(*az1624s.pdf*, s/f) .

Consumir este tipo de jugo recién exprimido sin una higiene adecuada de la fruta ya sea por una mala manipulación o almacenamiento, puede llegar a ser muy dañino para las personas y provocar diferentes afecciones gastrointestinales (Mejía Criollo & Pesantez Hurtado, 2023).

En la ciudad de Cuenca hay muchos mercados los cuales ofrecen este tipo de jugos y son muy consumidos por las personas que los frecuentan por eso es importante realizar un análisis de la calidad microbiológica especialmente de *E. coli* y *coliformes* ya que estos son los principales contaminantes presentes en este tipo de alimentos desencadenando así distintos problemas gastrointestinales en los consumidores.



Para esta investigación se tuvo como objetivo determinar la calidad microbiológica del jugo de naranja artesanal con un enfoque bioquímico, para lo cual se recolectó 30 muestras de diferentes puestos de venta, en las cuales se pudieron contabilizar las unidades formadoras de colonias de *E.coli* y *coliformes* presentes en la diferentes muestras que se venden por medio de un estudio bioquímico de laboratorio. En los resultados del estudio se podrá evidenciar y reconocer el peligro de contaminación presentes en los productos que se consumen diariamente por todos nosotros, así mismo presentando estrategias de prevención para garantizar que los productos vendidos puedan ser de calidad y seguras para el consumo humano, impulsando así métodos seguros para una correcta manipulación, almacenamiento venta e incluso una buena producción de estos (Gesche & Schoebitz, 1982).

METODOLOGÍA/MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de la investigación

La presente investigación es de tipo observacional descriptivo, de corte transversal.

Unidades de análisis

La conformidad de este análisis para este estudio incluye:

- *E. coli* es un bacilo Gram negativo, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae* fermentador de lactosa. Su escala estima la presencia y ausencia de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), variable de clasificación cuantitativa nominal, también presenta como indicador de la presencia de colonia con caracterización de coloración azul.
- Los *Coliformes totales* distinguidos por ser bacterias Gram negativas en forma de bastón, anaerobios facultativos. La variable es de clasificación nominal cuantitativa, tiene como escala la presencia y ausencia de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), la presencia de las mismas se determina por una coloración rosada.
- Los jugos de naranja artesanales se definen como muestras para la investigación, que es de variable cuantitativa nominal, teniendo como escala de indicar el resultado tanto positivo como negativo.

Técnicas de Recolección

Para la recolección de muestras se basó en la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2, la que se rige en el “Control Microbiológico de los alimentos como adquisición, envío y preparación de muestra para el análisis microbiológico” (NTE INEN 1529-2, s/f).



Las muestras de jugo artesanal se almacenaron en recipientes sellados por punto de venta de un mercado de la ciudad de Cuenca, además se etiquetan de manera correcta. Posteriormente, fueron trasladadas al laboratorio de Microbiología de Alimentos de la facultad de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Católica de Cuenca para su respectivo estudio.

Para la preparación de las muestras se realizó de la siguiente manera:

- Las disoluciones usadas en este estudio se realizaron bajo la normativa INEN 1529-2.
- Primera dilución: En este paso se colocaron 10 mL de la muestra de jugo con 90 mL de agua de peptona en un frasco estéril, luego se homogeneizó correctamente por 30 segundos para lo cual se denomina como la dilución 1/10.
- Segunda dilución: En este paso nos ayudamos con una pipeta estéril donde se colocó 1 mL de la primera dilución en un tubo estéril que contenga 9 mL de agua de peptona lo cual se denomina como dilución 1/100.
- Tercera dilución: En este paso se repite el procedimiento anterior, con ayuda de una pipeta estéril se toma 1 mL de la segunda dilución en un tubo estéril que contenga 9 mL de agua de peptona la cual se denomina 1/1000.

RESULTADOS

Posterior al análisis de las muestras de jugo artesanal recolectado de 6 lugares diferentes de un mercado de la ciudad de Cuenca se presenciaron los siguientes resultados.

Tabla 1. Distribución de la muestra en función del crecimiento de *E. coli*.

Dilución	Presencia	Ausencia	Total
1:10	17(56.17%)	13(43.33%)	30(100%)
1:100	18(60%)	12(40%)	30(100%)
1:1000	12(40%)	18(60%)	30(100%)
% Total	52.22%	47.78%	100%

Según lo evidenciado en la tabla 1 se pudo constatar la presencia de *E. coli* en la dilución 1:10 con un crecimiento bacteriano del 56.17%. en la segunda dilución 1:100 se evidencio un crecimiento bacteriano del 60% y por último en la dilución final 1:1000 un crecimiento bacteriano del 40%, según los análisis registrados se puede constatar un positivo para la presencia de este microorganismo.

Tabla 2. Distribución de la muestra en función del crecimiento de *Coliformes*.

Dilución	Presencia	Ausencia	Total
1:10	27(90%)	3(10%)	30(100%)
1:100	25(83.33%)	5(16.66%)	30(100%)
1:1000	22(73.33%)	8(26.66%)	30(100%)
% Total	82.22%	17.78%	100%

En relación con la tabla 2, en la dilución 1:10 se pudo detectar la presencia de *Coliformes* en el 90% de las muestras de esta dilución. De manera similar, en la dilución 1:100, el 83.33% de las muestras resultaron positivas en el crecimiento bacteriano, mientras que en la dilución 1:1000, el 73.33% de las muestras fueron positivas para *Coliformes* según los datos que se registró del análisis realizado.

Gráfico 1. Mediante placas Compact Dry Ec se observa la presencia de E.coli en la dilución 1/10.

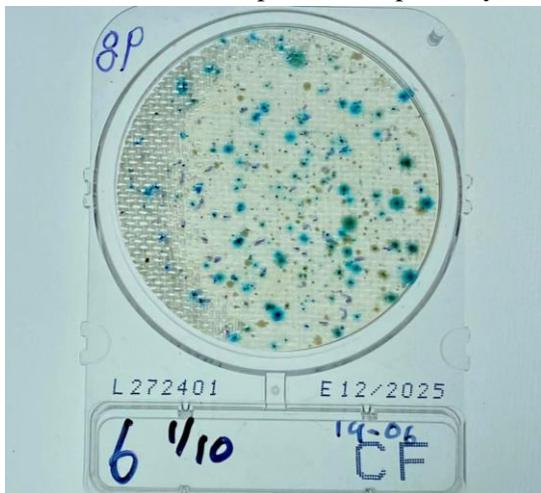
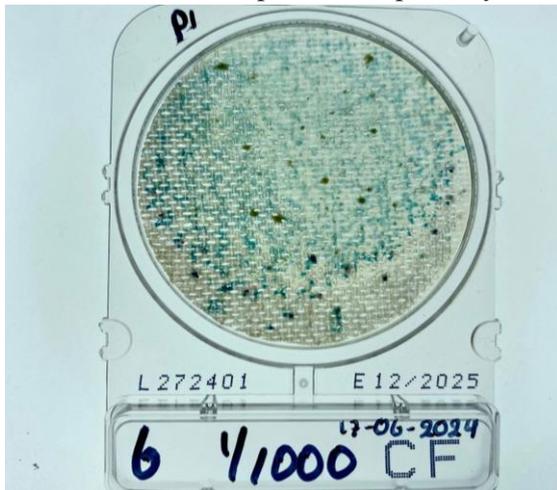


Gráfico 2. Mediante placas Compact Dry Ec se observa la presencia de E.coli en la dilución 1/1000



Normativa NTS N°071.MINSA/DIGESA-V.01

Norma sanitaria que define los estándares microbiológicos de calidad e inocuidad para alimentos y bebidas destinados al consumo humano (*RM591MINSANORMA.pdf*, s/f).

Tabla 3

Alimentos Elaborados		
Alimentos preparados sin tratamiento térmico(ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa, huancaína, aderezos, postres, jugos, yogurt de fabricación casera, otros)		
Agente Microbiano	Límite por g o mL	
	m	M
E. coli	10	10 ²
Coliformes	10 ²	10 ³

Parámetros microbiológicos para alimentos elaborados sin tratamiento térmico, Considerando que "m" (establece el límite microbiológico que diferencia la calidad aceptable de la no aceptable) y "M" (indica que recuentos por encima de este valor son inaceptables, lo que convierte al alimento en un peligro para la salud).

Tabla 4. Se presentan los resultados obtenidos luego de calcular el promedio general de cada dilución, basado en el conteo de UFC de *E. coli*.

Dilución	m	M
	< 3UFC/g	---
1:10		2, 46x10 UFC/g
1:100		1, 56x10 UFC/g
1:1000		1, 82x10 UFC/g

Con respecto a la tabla 4 se evidencia un crecimiento bacteriano de $2,46 \times 10^3$ UFC/g, $1,56 \times 10^3$ UFC/g, y $1,82 \times 10^3$ UFC/g, en las diluciones 1:10, 1:100 y 1:100 siendo estos valores considerados bajo la normativa elevados lo cual significa un riesgo potencial para la salud humana.

Tabla 5. Resultados obtenidos tras calcular el promedio general de cada dilución, basado en el conteo de UFC de *coliformes*.

	m	M
Dilución	10	---
1:10		2, 46x10 UFC/g
1:100		2, 16x10 UFC/g
1:1000		1, 82x10 UFC/g

Con respecto a la tabla 5 se puede observar valores elevados, estos resultados del análisis microbiológico de los jugos de naranja artesanales, realizados en tres diluciones (1:10, 1:100 y 1:1000), revelan niveles de contaminación con coliformes fecales que exceden considerablemente los límites establecidos por las normativas sanitarias INEN 1529-7 y NTS N° 071-MINSA/DIGESA/V 01, lo que representa un grave riesgo para la salud pública.

DISCUSIÓN

En la investigación realizada se pudo evidenciar la presencia de *E. coli* en jugos artesanales que son expendidos en un mercado de la ciudad de Cuenca. En los resultados obtenidos se pudo manifestar un exceso de microorganismos la cual se relaciona estrechamente con una mala manipulación y almacenamiento de los alimentos en este caso la fruta, además se realizó un análisis de campo para el cual se pudo verificar que la mayoría de locales que venden este tipo de jugos presentan un incumplimiento de las normativas de calidad e higiene en la preparación de los antes mencionados.

Según los resultados obtenidos se realizó una comparación con la normativa peruana la cual presenta los límites establecidos para alimentos y bebidas de consumo humano

De total importancia destacar que los resultados obtenidos en la investigación exceden el límite expuesto en el reglamento de alimentos peruana, provocando así diferentes afecciones gastrointestinales como es la diarrea y vómitos, debido al consumo de estas bebidas. Síntomas comunes que se pueden presentar tanto en personas sanas, así como en personas inmunocomprometidas, estas enfermedades han generado un serio problema de salud pública a lo largo de los años siendo una importante causa de morbilidad especialmente en niños y ancianos.

Cabe mencionar que estos microorganismos al ser altamente graves en la salud humana no se lleva tal control en los lugares en los cuales son expendidos, estudios realizados evidencian la presencia de estos patógenos no solo en jugo expendido si no en diversos alimentos que son de consumo directo para la población humana.

Una investigación realizada por Verónica Estefanía Guartatanga Rodríguez y Mónica Tatiana Quezada Guzmán de la Universidad Católica de Cuenca, se evaluó la calidad microbiológica del jugo de naranja en una máquina dispensadora de una institución de educación superior en Cuenca, en agosto de 2023. Además, se identificó la presencia de *E. coli* y *coliformes* en las muestras de jugo de naranja, y se identificaron las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de estos microorganismos utilizando las placas Compact Dry EC, este estudio pudo ser un gran hallazgo del peligro que causa el consumo directo de alimentos mal manipulados (Guartatanga Rodríguez & Quezada Guzmán, 2024).

Al igual el estudio Presencia de *Enterobacteriaceae* en jugos de naranja no pasteurizados en Ecuador: García y Silva (2018), en su estudio publicado en el *Journal of Applied Microbiology*, identificaron la presencia de *Enterobacteriaceae* en jugos de naranja no pasteurizados en la región Sierra de Ecuador. Este estudio reveló que la falta de pasteurización en los jugos de naranja puede permitir la supervivencia de estas bacterias, aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos (“Issue Information”, 2018).

El control temprano de una mala manipulación de los alimentos que son de consumo directo puede ayudar a garantizar una buena higiene en las personas que lo manipulan y de las que lo consumen ya que esta precaución nos ayudaría a garantizar alimentos de calidad y sobre todo proteger la salud del consumidor ya que como bien se conoce estos microorganismos pueden ocasionar afecciones graves para la salud humana.

CONCLUSIONES

Se obtuvo resultados positivos a la presencia de *E. coli* y *Coliformes* en los jugos artesanales que se venden en un mercado de la ciudad de Cuenca, la metodología utilizada permite la identificación de estos microorganismos, teniendo como una herramienta muy importante las placas Compact Dry EC que además son específicas para la determinación de estos microorganismos, así mismo para su

cuantificación de las UFC se pudo evidenciar en las placas crecimientos bastante grande como para ser contado y medurados en las soluciones aplicadas.

Se obtuvieron los resultados finales de la investigación que al ser comparados con la norma NTS N° 071-MINSA/DIGESA/V 01 se pudo evidenciar la presencia de E.coli en un 82,22% siendo importante destacar que estos jugos son incapaces de ser vendidos y mucho menos consumidos presentando un alto riesgo para la salud de las personas.

Se pudo llegar a la conclusión de que la mala manipulación y la falta de higiene en ciertos establecimientos pueden provocar la proliferación de estos microorganismos hasta quizás poder llegar a su resistencia ciertos tratamientos.

Mantener una asepsia adecuada en los alimentos que son de consumo directo garantiza una calidad del producto y una seguridad en la salud del consumidor, lamentablemente ciertos establecimientos no cumplen con esta inocuidad y ponen en riesgo la salud del consumidor.

Generar conciencia en estos establecimientos ayudaría a mejorar la calidad de los productos expendidos además de un buen manejo de estos alimentos podrían llegar a garantizar la calidad del producto y la salud de quien lo consuma(Farfán-García et al., 2016).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alimentos, M. de. (2022, agosto 11). Cómo se Contaminan los Alimentos * Seguridad Alimentaria*.

Curso Manipulador Alimentos. <https://curso-manipuladoralimentos.es/contaminacion-alimentos>

Az1624s.pdf. (s/f). Recuperado el 22 de abril de 2025, de <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>

Dspace. (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/e08a6df4-705b-4acd-8748-600a9b3b67bc>

E. coli. (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

Escherichia coli Pathobionts Associated with Inflammatory Bowel Disease | Clinical Microbiology Reviews. (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://journals.asm.org/doi/10.1128/cmr.00060-18>



- Farfán-García, A. E., Ariza-Rojas, S. C., Vargas-Cárdenas, F. A., & Vargas-Remolina, L. V. (2016). Mecanismos de virulencia de *Escherichia coli* enteropatógena. *Revista chilena de infectología*, 33(4), 438–450. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182016000400009>
- Flores Flores, M. A., & Morey Lancha, S. I. (2016). Relación entre la condición higiénica sanitaria y la calidad microbiológica en jugos de frutas surtidos de dos mercados de la ciudad de Iquitos, 2015. *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4109>
- Gesche, E., & Schoebitz, R. (1982). Evaluacion de diversos metodos de deteccion de coliformes en alimentos. *Acta cient. venez*, 158–160.
- Guartatanga Rodríguez, V. E., & Quezada Guzmán, M. T. (2024). *Proyecto de Titulación embargado con fines de publicación de impacto*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/16912>
- Inocuidad de los alimentos*. (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Issue Information. (2018). *Journal of Applied Microbiology*, 124(6), 1333–1333. <https://doi.org/10.1111/jam.13900>
- Mejía Criollo, J. A., & Pesantez Hurtado, J. S. (2023). *Determinación de escherichia coli y coliformes en jugos de coco expendidos en el mercado 12 de Abril de la ciudad de Cuenca, período abril 2023*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/15606>
- NTE INEN 1529-2: Control microbiológico de los*. (s/f). studylib.es. Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://studylib.es/doc/5968063/nte-inen-1529-2--control-microbiológico-de-los>
- RM591MINSANORMA.pdf*. (s/f). Recuperado el 22 de abril de 2025, de https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf
- Total synthesis of Escherichia coli with a recoded genome | Nature*. (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1192-5>

