

Universidad Católica de Santa María

Escuela de Postgrado

Maestría en Salud Pública



**CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA BACTERIANA: *Escherichia coli*,
COLIFORMES TOTALES Y ENTEROBACTERIAS EN
ZANAHORIAS(*Daucus carota*)EXPENDIDAS EN MERCADOS DE
AREQUIPA(3 MERCADOS DE AREQUIPA, 3 MERCADOS DE
CAMANÁ, 3 MERCADOS DE LA JOYA), PARA DETERMINAR SU
INOCUIDAD ALIMENTARIA, AREQUIPA-2020**

Tesis presentada por el Bachiller:

Jiménez Romero, Juan Diego

Para optar el Grado Académico de:

Maestro en Salud Pública

Asesor:

Dr. Fernández Fernández, Fernando

Arequipa- Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 14 de Enero del 2021

Dictamen: 000311-C-EPG-2021

Visto el borrador de tesis del expediente 000311, presentado por:

2016002921 - JIMENEZ ROMERO JUAN DIEGO

Titulado:

**CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA BACTERIANA: ESCHERICHIA COLI, COLIFORMES
TOTALES Y ENTEROBACTERIAS EN ZANAHORIAS(DAUCUS CAROTA)EXPENDIDAS EN
MERCADOS DE AREQUIPA(3 MERCADOS DE AREQUIPA, 3 MERCADOS DE CAMANÁ, 3
MERCADOS DE LA JOYA), PARA DETERMINAR SU INOCUIDAD ALIMENTARIA,
AREQUIPA-2020**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**0955 - ESCOBEDO VARGAS JANNET
MARIA DICTAMINADOR**

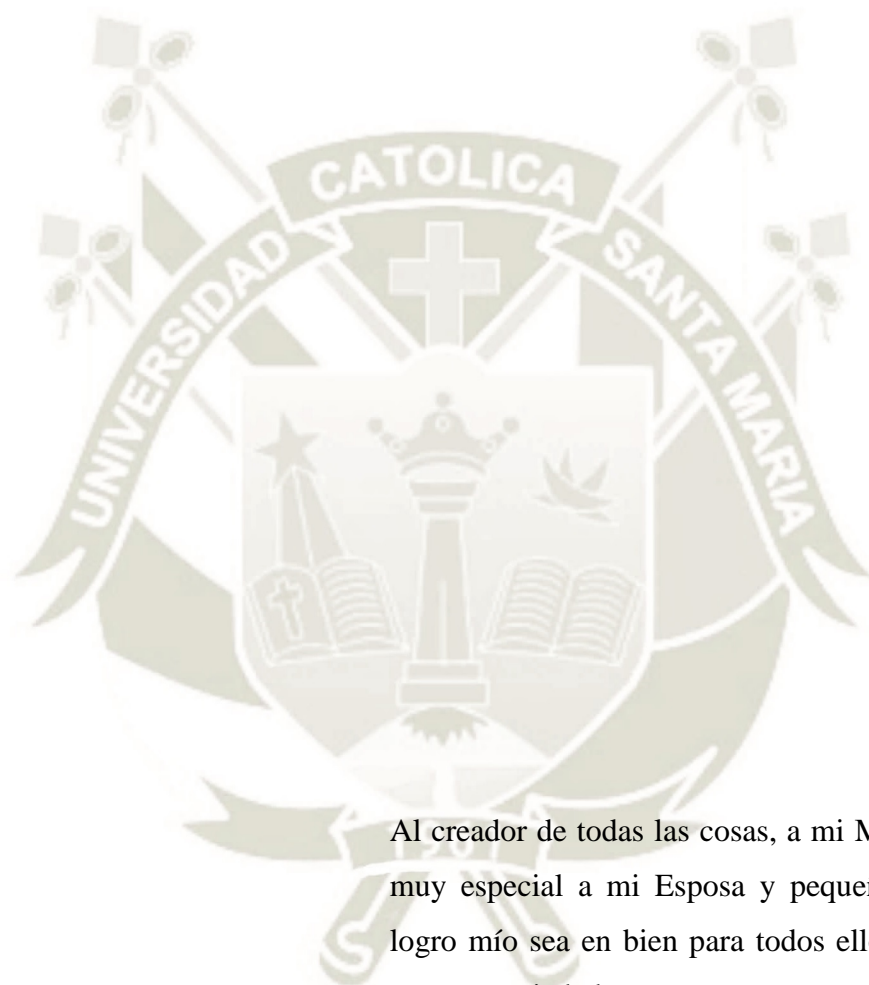


**1051 - VILLANUEVA SALAS JOSE
ANTONIO DICTAMINADOR**

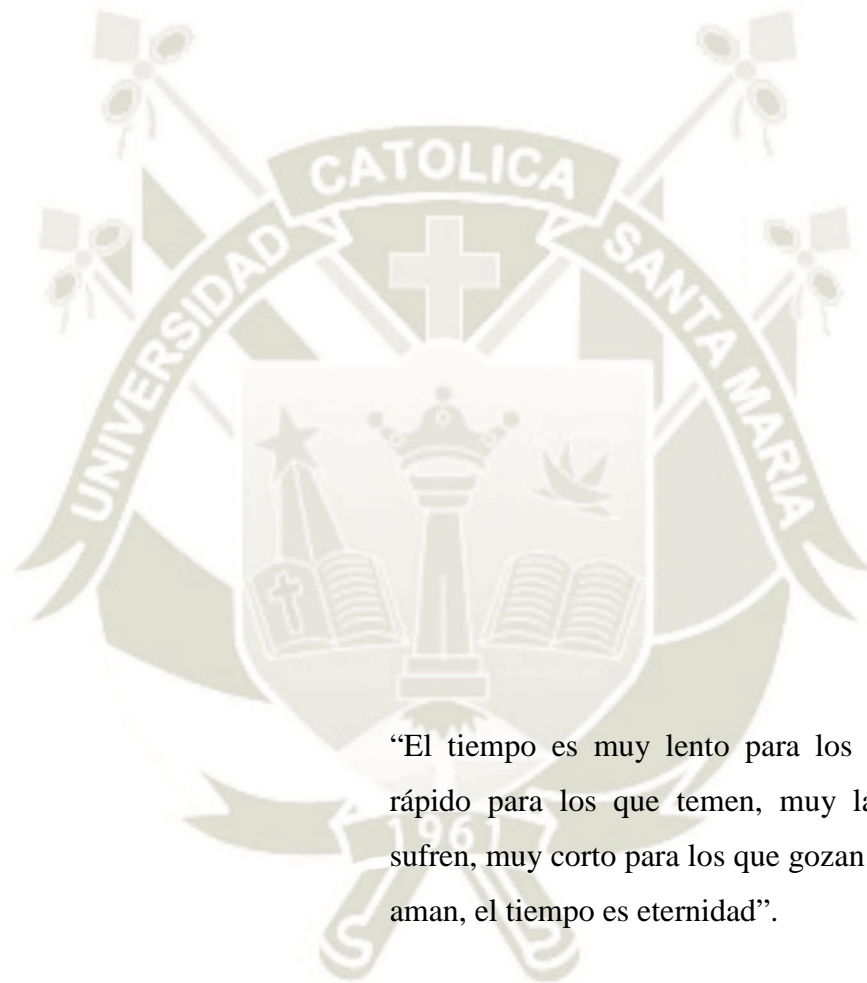


**1884 - FERNANDEZ FERNANDEZ
FERNANDO DICTAMINADOR**





Al creador de todas las cosas, a mi Madre y de manera muy especial a mi Esposa y pequeña Hija, que cada logro mío sea en bien para todos ellos y en avance de nuestra sociedad.



“El tiempo es muy lento para los que esperan, muy rápido para los que temen, muy largo para los que sufren, muy corto para los que gozan; pero para quienes aman, el tiempo es eternidad”.

— Henry Van Dyke

AGRADECIMIENTOS:

A mi familia por todo el apoyo dado, a mis asesores por la constante guía para el desarrollo del proyecto



Resumen

Actualmente las verduras como la zanahoria son recomendadas como parte importante de la dieta diaria por su gran aporte nutricional, sin embargo, los consumidores al sentirse atraídos por los beneficios de esta hortaliza están expuestos al riesgo de las infecciones por bacterias patógenas. El presente trabajo de corte transversal, tipo descriptivo y nivel comparativo se desarrolló durante el mes de enero del año 2020 y tuvo como objetivos: evaluar la carga bacteriana presente en la hortaliza zanahoria en 3 diferentes mercados de 3 localidades importantes de la región Arequipa como son la Joya, Camaná y Arequipa; dentro de los materiales se colectaron un total de 27 muestras de zanahorias (*Daucus carota*), 9 de cada localidad. Dentro de los métodos, las muestras fueron procesadas mediante el método de cuantificación microbiológica AOAC internacional en medios de cultivo chromocult coliform agar ES. Como resultado, el estudio dio un número similar de UFC/g de *E. coli* en zanahorias (*Daucus carota*) expandidas en mercados de: Arequipa (308), La Joya (306) y Camaná (66); así mismo la cuantificación de coliformes totales fue mayor en mercados de La Joya (4158 UFC/g) que en Arequipa (2248 UFC/g) pero similar a Camaná (3953 UFC/g). La cuantificación de enterobacterias fue mayor en mercados de La Joya (6198 UFC/g) y Camaná (5972 UFC/g) que en Arequipa (2490 UFC/g). Por otro lado considerando los límites de inocuidad de 10^2 a 10^3 para *E.coli*, según la legislación peruana, se encontró mayor porcentaje de muestras de zanahorias en la categoría de inocuas (Microbiológicamente) para el consumo humano expandidas en mercados de: Arequipa (66.67%) y Camaná (77.78%) que en La Joya (44.44%). La carga bacteriana en zanahorias fue mayor en muestras procedentes de El Pedregal, La Joya y ciudad Arequipa, y menor en muestras de Yarabamba y Yura. Al término se cumplió con los objetivos propuestos, concluyendo que se aprueba la hipótesis parcialmente, porque en la localidad de la Joya no se encuentra dentro de los límites permitidos de inocuidad.

Palabras clave: Carga bacteriana en zanahorias, Escherichia coli en zanahorias, Coliformes totales en zanahorias, Enterobacterias en zanahoria, inocuidad alimentaria, mercados de abasto.

Abstract

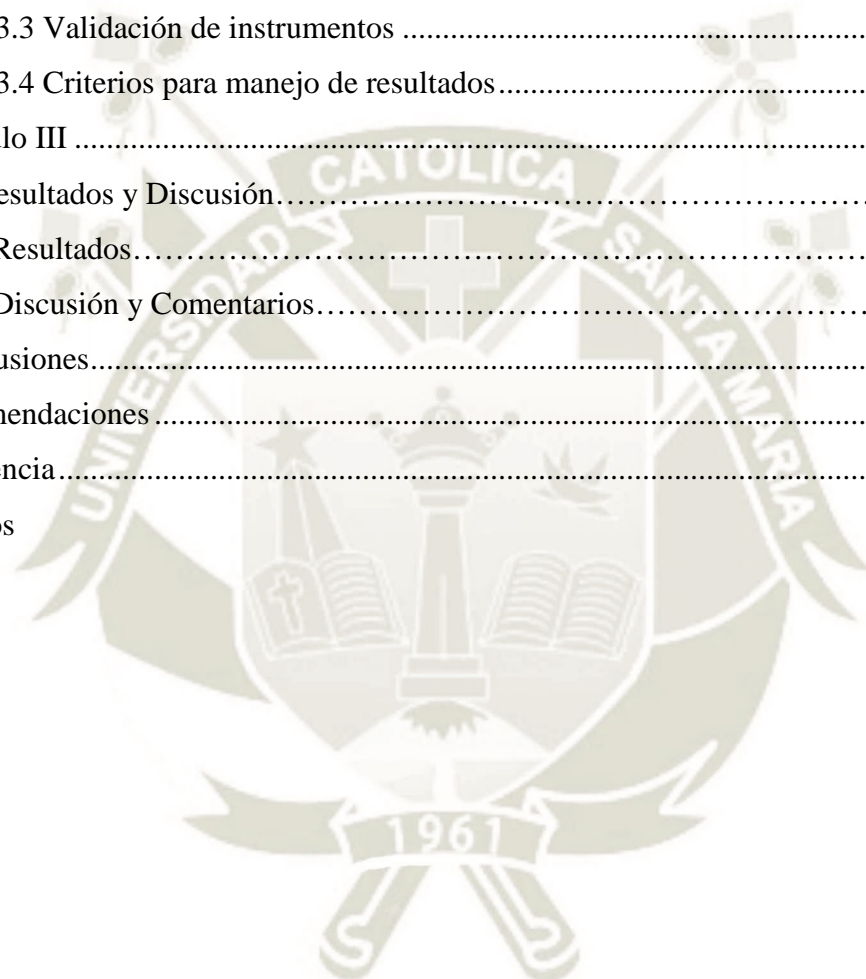
Currently, vegetables such as carrots are recommended as an important part of the daily diet due to their great nutritional contribution; however, consumers being attracted by the benefits of this vegetable are exposed to the risk of infections by pathogenic bacteria. The present cross-sectional, descriptive type and comparative level work was developed during the month of January 2020 and had as objectives: to evaluate the bacterial load present in the carrot vegetable in 3 different markets of 3 important localities of the Arequipa region such as La Joya, Camaná and Arequipa; Within the materials, a total of 27 samples of carrots (*Daucus carota*) were collected, 9 from each locality. Among the methods, the samples were processed using the international AOAC microbiological quantification method in chromocult coliform agar ES culture media. As a result, the study gave a similar number of CFU / g of *E. coli* in carrots (*Daucus carota*) expenditures in markets of: Arequipa (308), La Joya (306) and Camaná (66); Likewise, the quantification of total coliforms was higher in La Joya markets (4158 CFU / g) than in Arequipa (2248 CFU / g) but similar to Camaná (3953 CFU / g). The quantification of Enterobacteriaceae was higher in the markets of La Joya (6198 CFU / g) and Camaná (5972 CFU / g) than in Arequipa (2490 CFU / g). On the other hand, considering the safety limits of 10² to 10³ for *E. coli*, according to Peruvian legislation, a higher percentage of carrot samples was found in the safe category (Microbiologically) for human consumption spent in markets of: Arequipa (66.67 %) and Camaná (77.78%) than in La Joya (44.44%). The bacterial load in carrots was higher in receipts from El Pedregal, La Joya and Arequipa city, and lower in samples from Yarabamba and Yura. At the end, the proposed objectives were met, concluding that the hypothesis is partially approved, because in the town of La Joya it is not within the permitted safety limits.

Keywords: Bacterial load in carrots, Escherichia coli on carrots, Total coliforms in carrots, Enterobacteriaceae in carrots, Food safety, supply markets.

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen | |
| Abstract | |
| Índice | |
| Introducción..... | 1 |
| Hipótesis | 2 |
| Objetivos..... | 2 |
| Objetivo general: | 2 |
| Objetivos específicos:..... | 2 |
| Capítulo I..... | 3 |
| 1. Marco Teórico. | 4 |
| 1.1 Marco teórico y conceptual..... | 4 |
| 1.1.1 Generalidades de la zanahoria: | 4 |
| 1.1.2 Importancia económica y distribución geográfica..... | 4 |
| 1.1.3 Condiciones agroclimáticas | 5 |
| 1.1.4 Peculiaridades del cultivo. | 6 |
| 1.1.5 Las verduras y la importancia de su consumo. | 8 |
| 1.1.6 Prácticas agrícolas que favorecen la contaminación de las verduras..... | 9 |
| 1.1.7 Factores de contaminación antes de la cosecha. | 9 |
| 1.1.8 Factores asociados a la sobrevivencia de los patógenos sobre las verduras | 12 |
| 1.1.9 Factores de contaminación después de la cosecha..... | 12 |
| 1.1.10 Microbiología de las verduras crudas | 14 |
| 1.2 Análisis de Antecedentes Investigativos..... | 15 |
| Capítulo II..... | 21 |
| 2. Metodología..... | 22 |
| 2.1 Técnica, instrumentos y materiales de verificación..... | 22 |
| 2.1.1 Técnica:..... | 22 |
| 2.1.2 Instrumentos y materiales de verificación: | 22 |
| 2.1.3 Cuadro de coherencias. | 23 |
| 2.1.4 Prototipo de instrumento..... | 24 |
| 2.2 Campo de Verificación:..... | 24 |
| 2.2.1 Ubicación especial | 24 |

| | |
|--|----|
| 2.2.2 Ubicación temporal..... | 24 |
| 2.2.3 Unidades de estudio..... | 24 |
| 2.2.4 Población: | 24 |
| 2.2.5 Muestra: | 24 |
| 2.3 Estrategia de recolección de datos:..... | 26 |
| 2.3.1 Organización..... | 26 |
| 2.3.2 Recursos..... | 26 |
| 2.3.3 Validación de instrumentos | 26 |
| 2.3.4 Criterios para manejo de resultados..... | 26 |
| Capítulo III | 30 |
| 3. Resultados y Discusión..... | 31 |
| 3.1 Resultados..... | 31 |
| 3.2 Discusión y Comentarios..... | 39 |
| Conclusiones..... | 42 |
| Recomendaciones..... | 43 |
| Referencia..... | 44 |
| Anexos | |



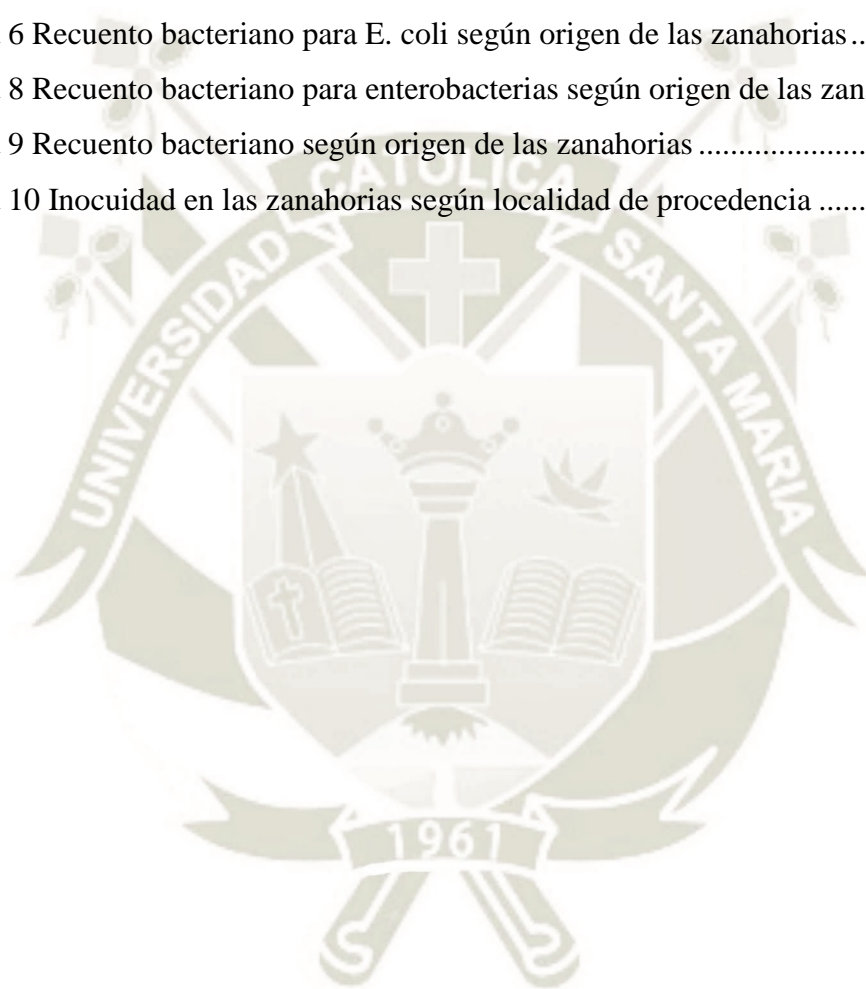
Índice de tablas

| | | |
|---------|---|----|
| Tabla 1 | Conformación de la muestra de estudio según localidad y origen | 31 |
| Tabla 2 | Valores de bacterias presentes (UFC/g) en las muestras según localidad..... | 32 |
| Tabla 3 | Recuento bacteriano según origen de las zanahorias | 35 |
| Tabla 4 | Inocuidad en las zanahorias según localidad de procedencia..... | 38 |



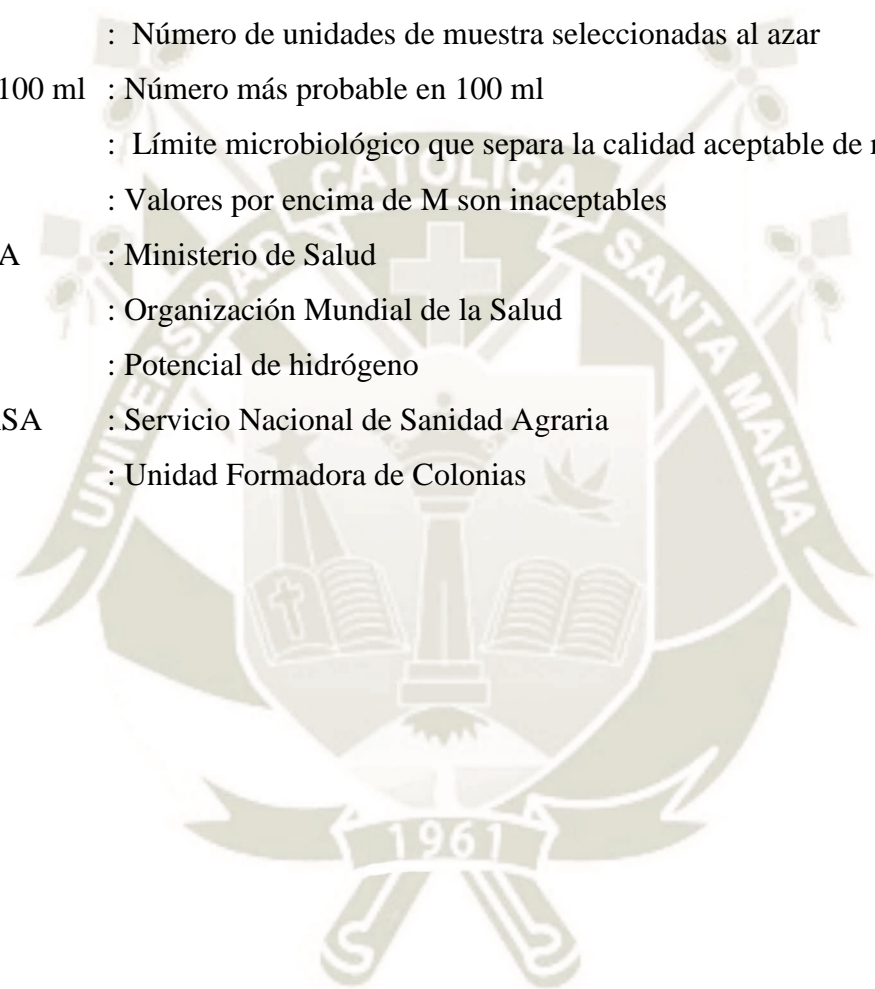
Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Conformación de la muestra de estudio según localidad y origen..... | 31 |
| Figura 2 Valores de E. coli presentes (UFC/g) en las muestras según localidad | 33 |
| Figura 3 Valores de coliformes totales presentes (UFC/g) en las muestras según local | 33 |
| Figura 4 Valores de enterobacterias presentes (UFC/g) en las muestras según localidad | 34 |
| Figura 5 Valores de bacterias presentes (UFC/g) en las muestras según localidad | 34 |
| Figura 6 Recuento bacteriano para E. coli según origen de las zanahorias | 36 |
| Figura 8 Recuento bacteriano para enterobacterias según origen de las zanahorias | 37 |
| Figura 9 Recuento bacteriano según origen de las zanahorias | 37 |
| Figura 10 Inocuidad en las zanahorias según localidad de procedencia | 38 |



Lista de abreviaturas

| | |
|------------|--|
| AOAC | : Association of Official Analytical Chemists |
| c | : Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables |
| E.S | : Enhanced Selective |
| DIGESA | : Dirección General de Salud Ambiental |
| ICMSF | : International Commission on Microbiological Specifications for Foods |
| n | : Número de unidades de muestra seleccionadas al azar |
| NMP/100 ml | : Número más probable en 100 ml |
| m | : Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de rechazable |
| M | : Valores por encima de M son inaceptables |
| MINSA | : Ministerio de Salud |
| OMS | : Organización Mundial de la Salud |
| pH | : Potencial de hidrógeno |
| SENASA | : Servicio Nacional de Sanidad Agraria |
| UFC | : Unidad Formadora de Colonias |



Introducción

En la actualidad los cambios socioculturales han influenciado en la demanda de alimentos de consumo fácil y rápido. El factor determinante de las nuevas tendencias del consumo es el creciente interés por alimentos sanos, seguros, libres de aditivos, es decir, productos frescos o con características similares a los frescos y obtenidos de forma respetuosa con el medio ambiente. Si a esto, se añade el aumento en el poder adquisitivo, el resultado es una creciente demanda de frutas y hortalizas frescas con la mayor calidad posible. Parte de la problemática actual la encontramos en la producción de alimentos inocuos con sus distintas etapas como son: siembra, riego, abonado, recolección, transporte y almacenamiento en el centro de abastos; que conllevan a encontrar hortalizas en los mercados de abastos de las ciudades y Arequipa no es ajena a estos procesos, los cuales se encuentran controlados y normados por entidades estatales como son el SENASA y DIGESA. A pesar de que se cuenta con la normativa adecuada, así como también con la educación sanitaria debida, la incidencia de EDAS (enfermedades diarreicas agudas) son de aparición continua en nuestro sistema de salud. Es por tal razón que se justifica realizar este estudio de campo de nivel procedimental, descriptivo y analítico, que nos brinda información de importancia acerca de la cantidad y tipo de bacterias encontradas en tres centros de abastos de la ciudad de Arequipa, tres centros de abastos de la provincia de Camaná y tres centros de abastos del distrito de La Joya (1).

Hipótesis

Dado que las condiciones de manipulación e higienización de zanahorias expandidas en mercados de Arequipa, Camaná y La Joya, no es la adecuada.

Es probable que la carga bacteriana presente en las zanahorias NO esté dentro de los límites permitidos.

Objetivos

Objetivo general:

- Cuantificar la carga bacteriana en zanahorias (*Daucus carota*) expandidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya – 2020, para determinar su inocuidad alimentaria.

Objetivos específicos:

- Cuantificar E. coli en zanahorias (*Daucus carota*) expandidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya.
- Cuantificar Coliformes totales en zanahorias (*Daucus carota*) expandidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya.
- Cuantificar enterobacterias en zanahorias (*Daucus carota*) expandidas en 3 de: Arequipa, Camaná y La Joya.
- Determinar la inocuidad de zanahorias respecto a su calidad microbiológica, expandidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya.
- Determinar la carga bacteriana en zanahorias según su procedencia.



1. Marco Teórico.

1.1 Marco teórico y conceptual

1.1.1 Generalidades de la zanahoria:

a) Origen.

La zanahoria es una especie originaria del centro asiático y del mediterráneo. Ha sido cultivada y consumida desde antiguo por griegos y romanos. Durante los primeros años de su cultivo, las raíces de la zanahoria eran de color violáceo. El cambio de éstas a su actual color naranja se debe a las selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color y que ha sido base del material vegetal actual (2). En el Perú se ha adaptado muy bien a los valles interandinos y a condiciones de invierno en la costa, alcanzando una superficie cosechada anual de 8000 ha anuales y la mayor superficie cultivada se encuentra en la región Junín donde ocupa el cuarto lugar de importancia después de la arveja, maíz, choclo y haba (3).

b) Taxonomía.

Nombre común: Zanahoria

Nombre científico: *Daucus carota*

Familia: *Umbelliferae*

Género: *Daucus*

Variedad: *Carota*

Tipo: Raíz (4).

1.1.2 Importancia económica y distribución geográfica.

El cultivo de la zanahoria ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tanto en superficie, como en producción, ya que se trata de una de las hortalizas más producidas en el mundo. Asia es el mayor productor seguida por Europa y E.E.U.U.

Cuadro N°1

Producción mundial de zanahorias 2008

| PAÍS | PROD. (t) | PAÍS | PROD. (t) |
|------------|-----------|-------------|-----------|
| China | 9.292.319 | Bielorrusia | 363.636 |
| Rusia | 1.990.500 | Indochina | 350.453 |
| EE. UU. | 1.481.400 | India | 350.000 |
| Uzbekistán | 910.000 | Colombia | 299.452 |
| Polonia | 817.024 | Francia | 298.738 |
| Japón | 750.000 | Marruecos | 280.995 |
| Ucrania | 739.600 | Australia | 271.464 |
| Inglaterra | 719.270 | Mozambique | 271.100 |
| Turquía | 591.538 | Canadá | 267.184 |
| Italia | 587.319 | Nigeria | 243.000 |
| España | 550.000 | Pakistán | 236.590 |
| Alemania | 547.073 | Rumania | 234.752 |
| Holanda | 531.000 | Argentina | 231.000 |
| México | 386.040 | Bélgica | 230.000 |

Fuente: GAVIOLA, 2013 (5).

1.1.3 Condiciones agroclimáticas

Altura sobre el nivel del mar: 300 a los 2.900 m.s.n.m.

Temperatura: óptima entre 15° y 21 °C. Mínima 9° y

Máxima 28° C.

Humedad relativa: 70 al 80%.

Requerimiento Hídrico: mínimo entre 400 y 800 mm al año.

Tipo de Suelo: arcillosos arenosos, francos, ligeros y aireados, bien drenados, con pendiente inferior al 15%.

Rango de pH: entre 5.8 y 7.

Observaciones: sensible a cambios de temperatura (4).

a) Suelos

Para el óptimo desarrollo del cultivo de zanahoria se requieren suelos profundos y sueltos; con una profundidad efectiva mayor a 80 cm. Debe presentar un contenido de materia orgánica superior al 3,5% y una pendiente inferior al 15%. Los valores del pH pueden oscilar entre los 5,8 y 7 (6).

b) Exigencias agroecológicas

La temperatura juega un papel importante en la formación de la raíz. Las temperaturas en promedio elevadas superiores a 28°C generan pérdida de coloración, aceleran los procesos de envejecimiento de la raíz y promueven la producción de raíces cortas. Por otra parte, a temperaturas bajas inferiores a 9°C, se desarrollan raíces muy largas y provoca coloraciones pálidas. En lo que tiene que ver con los requerimientos hídricos, el cultivo necesita para todo su ciclo productivo precipitaciones entre 500 y 600 al año como mínimo (6).

1.1.4 Peculiaridades del cultivo.

a) Preparación del terreno.

Los buenos rendimientos con alta calidad de la producción dependen, entre otros condicionantes, de una correcta preparación del suelo a término. La preparación del terreno tiene varias etapas, que incluyen la incorporación de rastrojo, la descompactación del suelo (para mejorar la aireación de suelo y el contenido de humedad), la nivelación del suelo para mejorar la eficiencia de riego (especialmente en riego por gravedad), la incorporación de fertilizantes y el control de las malezas.

Para un buen establecimiento del cultivo y desarrollo de las raíces, tanto como para facilitar la cosecha, principalmente si es mecanizada, se deben evitar labores muy superficiales. Las operaciones de preparación del suelo deben permitir el crecimiento longitudinal de la raíz, debiendo realizarse a una profundidad acorde con la variedad y destino de la producción (5).

b) Siembra.

Los cultivos de zanahoria se implantan por siembra directa, la que suele realizarse en bandas directamente sobre el suelo nivelado, denominada siembra en plano. Sin embargo, las siembras sobre bordos o camas permiten mejorar la uniformidad de la siembra y una subsecuente mejor uniformidad de la emergencia y el crecimiento de las plantas.

Las camas elevadas facilitan el riego por surcos y mejoran el drenaje en la capa superior del suelo. Por otra parte, facilitan las labores y la operación de cosecha, sea semi o totalmente mecanizada. En zonas frías, las camas elevadas también pueden facilitar un ligero incremento de la temperatura del suelo, promoviendo un adelanto del punto de

cosecha. El surcado y conformado de las camas puede realizarse separadamente o en una misma operación juntamente con la siembra (5).

c) **Riego.**

El agua del suelo debe estar apropiadamente disponible durante toda la temporada. El mantenimiento de un adecuado nivel de humedad del suelo es muy importante. Los requerimientos de agua de las umbelíferas varían con la especie, pero ninguna puede considerarse resistente a la sequía.

Una humedad adecuada y constante es muy importante en las camas de siembra para obtener una buena germinación y emergencia de plántulas. Un estrés temprano en la temporada demorará el crecimiento y disminuirá el rendimiento. Un estrés tardío disminuirá la calidad. Cuando se producen semillas, un período particularmente sensible es el del cuaje y llenado de frutos. Mientras para la producción de raíces el período más sensible es el de crecimiento y alargamiento de la raíz. Sin embargo, es muy poco tolerante de las condiciones de anegamiento.

Excesiva humedad del suelo satura los espacios porosos y limita el contenido de oxígeno. En estas condiciones se limita la absorción de nutrientes y de agua, y se facilita el ataque de microorganismos patógenos.

Períodos de excesiva humedad en el suelo durante el crecimiento disminuyen el color, largo y forma de la raíz de zanahoria e incrementa el tamaño y el número de raíces fibrosas. En suelos orgánicos el crecimiento temprano de la raíz principal puede ser severamente reducido por la exposición de las plantas a períodos de 12 h en un ambiente de suelo saturado de agua.

La rajadura de raíces se incrementa cuando hay bruscos cambios de humedad, sobre todo cerca del período de cosecha. La rajadura se produce cuando de golpe se dispone de abundante agua después de un período de sequía. Por lo tanto, una disponibilidad uniforme y adecuada del agua durante todo el período de crecimiento es indispensable para obtener raíces bien formadas y de superficie lisa y suave.

La humedad del suelo debería estar cerca de la capacidad de campo durante todo el período de crecimiento. Un nivel deseable de disponibilidad de agua en el suelo es de 125 mm/m con una profundidad mínima hasta el agua freática de 75 a 90 cm (5).

d) **Abonado.**

A modo de orientación se indican los siguientes abonados:

- Tierras pobres, por hectárea: estiércol (30 T), nitrato amónico al 33,5 % (100kg), superfosfato de cal al 18 % (400 kg), cloruro potásico al 50 % (100 kg).

- Tierras ricas, por hectárea: nitrato amónico al 33,5 % (100 kg), superfosfato de cal al 18 % (300 kg), cloruro potásico al 50 % (150 kg).

El cloruro potásico y el superfosfato de cal se incorporan al suelo antes del invierno. El nitrato en cobertera, en una o dos veces después del entresacado (2).

e) Recolección.

La recolección se efectúa antes de que la raíz alcance su completo desarrollo (hasta 5 cm. de diámetro según sean destinadas para conserva, o para su consumo en fresco). El periodo entre siembra y recolección varía según las variedades, el uso final del producto y la época del año, siendo en general un intervalo de 3-7 meses.

Las operaciones de recolección son el arrancado, la limpieza, el corte del follaje si es preciso y la recogida. Existen tres tipos de recolección: la recolección manual, se emplea únicamente en parcelas muy reducidas; la recolección semi-mecánica, mediante herramientas acopladas al tractor (arado, cuchillas o máquina arrancadora-alineadora); y la recolección mecánica, muy desarrollada actualmente.

La recolección mecánica es cada vez más común debido a sus considerables ventajas como el ahorro de mano de obra y por tanto menor coste de producción. En Estados Unidos, la casi totalidad de la producción se recolecta mecánicamente. Existen dos tipos de máquinas que se utilizan según la presencia o ausencia de follaje en el momento de la recolección, ambas desplazándose mediante un tractor, aunque también existen máquinas autopropulsadas.

Las máquinas arrancadoras por empuje se utilizan para arrancar las zanahorias desprovistas de follaje, por tanto, son indicadas para variedades de follaje poco frondoso o raíces de pequeño tamaño. La eliminación del follaje se realiza previamente o en la misma operación de recolección, acoplando la herramienta al tractor (2).

1.1.5 Las verduras y la importancia de su consumo.

Los vegetales se definen como plantas herbáceas, de ciclo anual o bienal, cuyos productos presentan un alto contenido de agua, un bajo contenido energético, una corta vida útil después de la cosecha y cuyo propósito es la alimentación ya sea en su estado natural o procesado (7).

Las hortalizas frescas son una parte esencial de la dieta humana y el beneficio para la salud que resulta de su consumo habitual está ampliamente comprobado (8).

Las verduras al ser ingeridas crudas aportan nutrientes básicos para los procesos vitales del organismo humano tales como sales minerales, vitaminas, proteínas, antioxidantes, enzimas, levaduras y agua biológicamente pura, con muy pocas calorías

En general, favorecen la fluidez natural de la sangre y reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y debido a la preponderancia de elementos alcalinos neutralizan ácidos, contribuyendo a mantener la reacción básica del organismo (7).

Además, aportan fibra que estimula naturalmente el peristaltismo intestinal y combate el estreñimiento y las sales alcalinas, vitaminas, enzimas y clorofila compensan la baja de vitalidad orgánica, principalmente en invierno, debido a la menor exposición solar y el mayor consumo de alimentos cocinados (7).

En el Perú, la zanahoria como otras verduras están ampliamente difundidas a nivel gastronómico y su producción alcanza volúmenes importantes en la agricultura. Así tenemos que durante el 2015, se produjeron 176,6 miles de TM, durante el 2016 172,2 miles de TM (9).

1.1.6 Prácticas agrícolas que favorecen la contaminación de las verduras.

Las prácticas agrícolas utilizadas en el cultivo de verduras, hacen que este grupo de alimentos se conviertan en vehículo potencial de microorganismos patógenos (10). Así mismo se incrementa más aún el riesgo, si personas enfermas o portadoras de los agentes participan en dichas labores (11).

De igual manera la forma como se almacena u ofrece la mercadería en los centros de abastos es de vital importancia, como también la manipulación de estos (12).

1.1.7 Factores de contaminación antes de la cosecha.

Normalmente, las hortalizas no deben ser causa de problemas de salud pública, debido a que son resistentes a las infecciones microbianas de origen animal. Sin embargo, al actuar como vehículos, es posible la transmisión de bacterias patógenas desde las hojas, por contaminación directa con heces de animales, uso de estiércol como abono o por la irrigación de las cosechas con aguas de desagüe sin tratar o parcialmente tratadas (13).

1.1.7.1 El agua de irrigación.

El agua que se usa en la cosecha implica numerosas actividades sobre el terreno, incluido el riego, la aplicación de plaguicidas y fertilizantes, el enfriamiento de las frutas y hortalizas y la regulación de las bajas temperaturas (heladas). Entre las actividades posteriores a la cosecha se encuentran el enjuagado, enfriamiento, lavado, encerado y transporte. El uso de agua de insuficiente calidad puede constituir una fuente directa de contaminación y un medio para diseminar contaminación localizada en el campo, las instalaciones o durante el transporte. Cuando el agua entra en contacto con frutas y hortalizas, la posibilidad de contaminación de estos productos por microorganismos patógenos depende de la calidad de esta, y si los microorganismos sobreviven en dichos alimentos pueden causar enfermedades (14).

La utilización de aguas residuales para el riego de plantaciones es una práctica común en muchos países de América Latina (11). Por lo tanto se debe usar agua de acuerdo a las características señaladas por el Ministerio del Ambiente (15).

La contaminación por coliformes fecales en el río Cruces (Chile) varía de un punto a otro, de acuerdo a las actividades productivas que estén asociadas a dicho tramo, siendo mayor en los puntos relacionados a PTAS y lecherías. En el segundo muestreo llevado a cabo el 31 de marzo 2006, los niveles de coliformes fecales en el tramo Loncoche- San José de la Mariquina son mayores que en primer muestreo el 30 de septiembre 2005 y que en el tercer muestreo el 23 de octubre 2006, debido a que las precipitaciones son menores y el caudal es menor. Independiente de las fechas de muestreo, hay puntos en el tramo muestreado que permanentemente presentan niveles de coliformes fecales sobre 1.000 NMP/100 ml, lo que implica el no cumplimiento de la norma y por ende se incrementa el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico en la población expuesta (16).

En nuestro medio, los agricultores utilizan aguas residuales para el riego de las verduras que siembran y que luego de ser cosechadas son comercializadas en los diferentes mercados (17).

Las descargas de desagües sin tratar, o deficientemente tratados, de origen doméstico, minero e industrial a los ríos, lagos y mares, contaminan estos ambientes y en especial el agua que los recibe (18). Las evaluaciones y monitoreo efectuados y otras instituciones en diferentes cuerpos de agua naturales del país ocasionan un fuerte impacto a las aguas residuales descargadas en los ríos, o que genera una alta contaminación fecal (19). Un caso

emblemático es la cuenca del río Rímac que ha sido sistemáticamente monitoreado por DIGESA y SEDAPAL, mostrando que mientras la contaminación minera ha descendido favorablemente, las cargas fecales se elevan debido al aporte de desagües domésticos de las ciudades ubicadas en sus riveras alcanzando niveles tan altos de coliformes termo tolerantes como por ejemplo, $1.0E+6$ NMP/100 ml antes de su captación en la Planta Potabilizadora de La Atarjea (20).

Las aguas del río Chili, aledañas a Sachaca, Tiabaya y Jacobo Hunter no son aptas para regadío o bebida para animales, según el estudio realizado por Pinto M. 2018 (21). Se encontraron parámetros microbiológicos por encima de los estándares de calidad para aguas de Categoría 3 de Riego de Vegetales y Bebida de animales según D.S 004-2017 (22). D.S- 005-2015 (23). A contraposición Mendoza J. 2018, el autor nos indica que las aguas procedentes del río Yura son consideradas aptas para el riego de vegetales, según decreto mencionado anteriormente. Esta diferencia se da por la gran contaminación existente en la ciudad de Arequipa (24).

Es importante resaltar como las plantas de tratamiento pueden cambiar la situación de la contaminación de aguas de regadío, encontramos el estudio realizado por Mayorga N. 2014. En el cual se estudió la calidad bacteriológica de la Planta de tratamiento de Chilpina y cultivos hortícolas, en la localidad de Socabaya, registrándose para la planta de tratamiento la cantidad de 18×10 NMP/100ml para coliformes fecales con lo cual se encuentra dentro de la norma; por el contrario para los canales de regadíos se concluyó que dichas aguas no son aptas para el consumo humano así como los cultivos encontrados, el autor atribuye esta contaminación a factores exógenos como contaminación humana o animal (25).

De data más reciente tenemos el funcionamiento de la planta de tratamiento Enlozada, es así que podemos revisar el estudio de Ordoñez N. 2020, en la cual se comparó datos del 2015 cuando no existía dicha planta de tratamiento, con datos del 2018 momento en que la planta de tratamiento ya se encontraba en funcionamiento (de 160000 a 70 NMP/100ml de coliformes termoresistentes), todo esto nos lleva a reflexionar sobre el papel que lleva la contaminación de cultivos por acción del hombre o animales domésticos (26).

En la localidad de Majes también podemos observar el estudio de Amado M. 2018 (27). En este, según el autor no se supera los límites máximos permisibles para riego de vegetales según ECA 3 –D1, a diferencia de lo que ocurre en estudios referentes al río Chili, en los que podemos observar valores de $17000000 - 22000000$ NMP/100ml de coliformes fecales (28).

La persistencia de bacterias entéricas en el agua depende de una variedad de factores ambientales que incluyen temperatura, pH, luz solar, depredación, sustancias orgánicas disueltas, ligación a partículas, asociación con vectores y la presencia de sales y otros solutos (29).

La temperatura es probablemente el factor más importante, con una supervivencia más duradera a menores temperaturas. El agua potable en el estudio de Moya et al 2013, tuvo rangos de 7,13 a 7,29; los cuales estuvieron entre los valores establecidos por la OMS (6,5-8,5) y están dentro de los valores que no afectan a *S. typhi* y *S. enteritidis* (29).

1.1.8 Factores asociados a la sobrevivencia de los patógenos sobre las verduras

La contaminación microbiológica de las verduras toma mayor importancia al considerar que el tiempo de supervivencia de los microorganismos patógenos puede ser prolongado, semanas o meses; particularmente cuando éstos se encuentran en las áreas más húmedas del vegetal y protegidas de la desecación y de los rayos directos del sol, como suele ocurrir en la lechuga y la col (30).

Se ha demostrado que la frecuente contaminación del suelo por repetidas aplicaciones de agua contaminada o por heces de animales, contrarresta los factores ambientales adversos y permite que los agentes patógenos permanezcan viables en la tierra por dos meses o más (30). Está de más incidir en que aún no se dilucida el impacto a largo plazo de la contaminación de los suelos sobre la salud humana (31).

El desconocimiento de la seguridad sanitaria en los alimentos, la falta de recursos económicos, y la desidia hacia el productor hace que los agentes parasitarios contaminen las hortalizas con mayor facilidad (32). El mal manejo de aguas residuales o la contaminación de fuentes hídricas con heces animales o humanas influyen de forma directa en la presencia de endoparásitos en la lechuga (33).

1.1.9 Factores de contaminación después de la cosecha

Algunos estudios realizados en diferentes países indican que la utilización de aguas no tratadas para la irrigación de verduras, es la práctica que más influye en la reducción de la calidad sanitaria de estos alimentos. No obstante, el uso de aguas sin tratamiento no es el único factor responsable de la contaminación, pues algunos autores

sugieren que sólo el 48% de la *E. coli* presente en estos alimentos, proviene de los coliformes fecales del agua de irrigación (30).

La calidad de agua debe ser apropiada para el uso que se vaya hacer con ella, cuando se desconozca la calidad de ella o no pueda controlar dicha cantidad, los agricultores no deben hacer uso de ellas para reducir en lo posible el riesgo de contaminación (14). De preferencia el agua utilizada para la post cosecha deberá ser potable (34).

De otro lado, diversas investigaciones señalan que los índices de contaminación fecal de los productos hortícolas son mayores en las áreas de mercado que en las de cultivo (30). Después de la cosecha, en el empaque, en los contenedores y vehículos utilizados para el transporte, almacenamiento y exhibición para la venta existen muchas ocasiones para que los microorganismos contaminen las verduras (12).

En los mercados, cualquier hortaliza expandida puede estar contaminada, pues a pesar de existir una red de distribución establecida en la cual los agricultores recurren a la intervención de intermediarios mayoristas, existe a la vez una red paralela de minoristas, informales y ambulantes que aprovechando su cercanía a las áreas agrícolas, compran en las mismas parcelas y revenden en los mercados vecinos.

De esta manera, no es posible establecer el origen del producto comprado por el consumidor final y se confunde lo contaminado y lo limpio. Esta situación se agrava por la suciedad y la falta de higiene de los embalajes de exhibición, almacenes y puestos de venta, que terminan igualando la condición higiénica de los productos que vienen de chacras más limpias con aquella antihigiénica de los que proceden de huertas regadas con aguas residuales.

En la ciudad de Arequipa y en general en todo el Perú, existen distintas prácticas que contaminan el producto final que llega hasta nuestros hogares, las prácticas agrícolas utilizadas en el cultivo de verduras, hacen que este grupo de alimentos se conviertan en vehículo potencial de microorganismos patógenos (30). Ya sea que se compren en supermercados, tiendas, puestos de mercados o aun cuando se cosechan a nivel familiar incrementándose más aún el riesgo, si personas enfermas o portadoras de los agentes participan en dichas labores (11).

En el campo; el suelo, abono, animales, equipo agrícola y las manos del personal requerido para recolectar, clasificar, atar y envasar son factores que contribuyen a la tasa de microbios y su distribución en el producto (12). En consecuencia se debe analizar los factores que intervienen en su contaminación (10).

1.1.10 Microbiología de las verduras crudas

Los microorganismos pueden contaminar los productos frescos y causar enfermedades en los seres humanos, comúnmente se menciona a algunos protozoarios, virus y bacterias. Los protozoarios como *Cryptosporidium parvum*, *Giardialamblia* y *Cyclosporacayetanesis* producen quistes, los que constituyen la fase resistente, y que es responsable de la transmisión de microorganismo. Los quistes pueden permanecer en el medio ambiente por periodos de tiempo prolongados y permanecer viables o en condiciones óptimas para causar enfermedad. *C. parvum* causa gastroenteritis severa no tratable, y en individuos inmunodeficientes, la infección puede provocar una mortalidad de hasta 50% (1).

CUADRO N°2

Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para las frutas y hortalizas (1).

| Agente Microbiano | Categoría | Clase | n | c | Límite por g | |
|-------------------------|-----------|-------|---|---|-----------------|-----------------|
| | | | | | m | M |
| <i>Escherichia coli</i> | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 ² | 10 ³ |
| <i>Salmonella sp</i> | 10 | 2 | 5 | 0 | Ausencia/25g | ----- |

a. Coliformes totales:

Las bacterias del grupo coliformes se definen como: Bacilos cortos, Gramnegativos, Anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa a 35 °C, en menos de 48 horas, con producción de ácido y gas. Incluye los géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *klebsiella* y *Citrobacter*. Durante mucho tiempo se consideraron evidencia de contaminación fecal, pero se ha demostrado que muchos de ellos pueden vivir e incluso crecer en el suelo, agua y otros ambientes. Actualmente se consideran un excelente indicador de la eficiencia de los procesos de sanitización y desinfección, así como la calidad sanitaria en agua, vegetales y diversos productos procesados.

Su determinación se basa generalmente en la capacidad de fermentar lactosa. Se pueden utilizar los métodos del número más probable (NMP) que es un método estadístico en tres etapas y permite el hallazgo de cantidades muy bajas de coliformes.

También se puede detectar por cuenta en placa utilizando agar bilis-rojo violeta (ABRV) en las cuales las colonias fermentadoras de lactosa casan el vire del indicador;

pueden detectarse por filtración en membrana e incubación en medios adecuados, por métodos rápidos como Petrifilm y reacciones cromogénicas o fluorogénicas (35).

b. Coliformes fecales

Las bacterias coliformes forman parte del total del grupo coliforme, son definidas como bacilos Gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 35°C -37°C dentro de las 24 +/- 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliforme fecal es de *Escherichia coli* (36).

c. Escherichia coli

La *Escherichia coli* pertenece a la familia de *Enterobacteriaceae*. Se trata de una bacteria Gram negativa flagelada y de forma bacilar. Este microorganismo es anaerobio facultativo (es decir posee las dos rutas metabólicas, la respiratoria y la fermentativa). Esta bacteria fermenta la glucosa y otros carbohidratos produciendo ácido y gas (36).

1.2 Análisis de Antecedentes Investigativos

- Muñoz, S. (2005). “Frecuencia de enterobacterias en verduras frescas de consumo crudo expendidas en cuatro mercados de Lima Metropolitana”, Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú.

El estudio tuvo como objetivo evaluar el grado de contaminación fecal en 3 de las verduras de mayor consumo crudo expendidas en cuatro importantes mercados mayoristas de Lima Metropolitana. Se recolectaron en total 180 muestras, 15 de lechuga (*Lactuca sativa*), 15 de col (*Brassica oleracea*) y 15 de espinaca (*Spinacea oleracea*) en La Parada, Ramón Castilla, Ceres y Caquetá. Las muestras fueron procesadas según el método del Número más Probable para detección y recuento de coliformes fecales y *E. coli* Tipo I (Típico), así como por la prueba de Ausencia/Presencia para *Salmonella*. El estudio demuestra que el 18.9% y 56.7% del total de verduras, y el 22.2% y 64.4% de verduras provenientes de los mercados 1 y 3, presentaron niveles de colifecales superiores a lo establecido por la ICMSF (100) y el MINSA (10), respectivamente. Además, el 2.2% de verduras del mercado 4 presentó niveles de *E. coli* Tipo I (Típico) superiores a lo establecido por la ICMSF y el MINSA (10). En ambos casos, la espinaca tuvo la mayor contaminación. Respecto a *Salmonella* spp., el 10% de las verduras presentó contaminación, resaltando la col y fue el mercado 2 el que presentó el mayor porcentaje (20%). Los mercados 3 y 4

presentaron las verduras con el mayor porcentaje de aceptabilidad total y el mercado 2 aquellas con el mayor porcentaje de rechazo (37).

- Echevarría, J., Parco, A. (2011), “Coliformes totales en el manejo post cosecha de espinacas (*spinacia oleracea*)”, Para optar el Título Profesional De Ingeniero Agroindustrial, Tarma, Perú.

El cultivo de espinacas es importante en nuestra zona porque es una de las hortalizas más producidas en la Provincia de Tarma y por esta razón se evaluó la presencia de Coliformes Totales en las hojas frescas de la espinaca por el Método de Petrifilm; la toma de muestras se realizó en el mercado Mayorista de Tarma de Productores procedentes del sector de Jacahuasi. El objetivo de este trabajo fue determinar el recuento de Coliformes Totales en espinacas frescas con un lavado con agua y dos tratamientos de desinfección con concentraciones de 25 y 50 ppm de hipoclorito de sodio. Siendo los resultados obtenidos de 96×10^3 ufc/g, 27.6×10^4 ufc/g y $< 10^2$ ufc/g respectivamente, de donde se determinó Que las muestras desinfectadas con 50 ppm son aptas para consumo humano y aceptadas por nuestras normas según NTS N° 071 MINSA DIGESA, 2008 (38).

- Paredes, J. (2017) “Evaluación microbiológica de lechuga (*Lactusa sativa*) y espinaca (*Spinacea oleracea*) producidas en los distritos de Acobamba, Palca y su higienización”, tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial, Tarma – Perú.

La provincia de Tarma es una localidad con alta productividad en hortalizas, como la lechuga y la espinaca, así mismo siendo su población la principal consumidora de estos vegetales, sin embargo, existe la probabilidad de que podría estar contaminada, que al ser consumida puede presentar incidencia en enfermedades enterocolíticas y otras, que constituyen un problema de salud pública. Por ello el presente trabajo plantea como objetivo: Evaluar la calidad microbiológica de lechuga (*Lactusa sativa*) y espinaca (*Spinaceaoleracea*), producida en los distritos de Acobamba, Palca y su higienización Se recolectó la muestra de hortalizas lechuga y espinaca, a las que se determinó sus características fisicoquímicas y composición químico proximal, luego se sometió a un proceso de desinfección casera y se procedió a la evaluación microbiológica, presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* en las hortalizas sin desinfección y con desinfección, los resultados obtenidos presentaron para Coliformes fecales procedentes de Acobamba, lechuga sin desinfección $3,5 \times 10^2$ UFC/g, con desinfección $1,1 \times 10$ UFC/g y para Palca sin desinfección $2,96 \times 10^2$ y con desinfección $2,10 \times 10$ y para espinaca procedente de Acobamba, sin desinfección $2,93 \times 10^2$ UFC/g, con desinfección $1,1 \times 10$ UFC/g y para Palca sin desinfección $2,47 \times 10^2$ y con desinfección $3,07 \times 10$ y para *E. coli* para

Acobamba lechuga sin desinfección $1,06 \times 10^6$ UFC/g, con desinfección $1,0 \times 10^6$ UFC/g y para Palca sin desinfección $2,1 \times 10^6$ y con desinfección $1,1 \times 10^6$ y para espinaca procedente de Acobamba sin desinfección $0,97 \times 10^6$ UFC/g, con desinfección $1,0 \times 10^6$ UFC/g y para Palca sin desinfección $1,03 \times 10^6$ UFC/g y con desinfección $1,1 \times 10^6$ UFC/g. Los resultados de características fisicoquímicas y composición química presentaron diferencias significativas al 5%, entre hortalizas y por procedencia, igualmente la evaluación microbiológica presentó diferencia significativa al 5% entre hortalizas, por procedencia y por tratamiento de desinfección (39).

- Páez, C. (2007), “Determinación de coliformes fecales y totales en expendio de alimentos en establecimientos formales en el macrodistrito centro de la ciudad de la Paz de septiembre a diciembre de 2007, tesina elaborada para optar al título de licenciatura en Bioquímica, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia”.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las enfermedades transmitidas por los alimentos constituyen uno de los problemas de salud más extendidos en el mundo. En nuestro medio este aspecto no puede quedar exento de observaciones, ya que aún no contamos con legislaciones claras respecto al tema y los alimentos como tales y su manipulación queda a la deriva.

Se realizó un estudio observacional retrospectivo transversal en la determinación de coliformes fecales y coliformes totales (indicador de contaminación) mediante la técnica de dilución en agar en alimentos listos para el consumo en restaurantes del macro distrito centro de la ciudad de la Paz en la gestión 2007. La identificación de estos indicadores de contaminación fue realizada mediante pruebas bioquímicas.

El mayor porcentaje de contaminación (recuento de coliformes totales y fecales) se encontró en la zona central de donde hay mayor número de locales dedicados al expendio de comida e influyendo también la alta afluencia de personas a los mencionados centros.

Una vez analizadas las muestras en el laboratorio de la alcaldía municipal de La Paz, se determinó que de 100 muestras procesadas el 69% presentó recuentos elevados de coliformes totales fuera del parámetro establecido (1×10^3) con valores encontrados de $9,1 \times 10^2$ a $4,0 \times 10^5$ Ufc/g y el 13% de las muestras se evidenció la presencia de coliformes fecales también fuera del parámetro establecido (1×10^2), con valores de $6,0 \times 10^3$ a $2,0 \times 10^5$ Ufc/g, cifras realmente preocupantes (40).

- Mamani D., Fernández R., Guillén E., (2016), “Análisis bacteriológico de *Lactuca sativa* distribuida en mercados de la ciudad de Arequipa. Universidad Católica de Santa María; Arequipa”.

El propósito de la investigación fue evaluar la calidad bacteriológica, determinando el nivel de Coliformes totales y fecales de la lactuca sativa (lechuga); en 30 muestras de lechuga expendidas en los mercados El Palomar, Cayma, San Camilo, Altiplano, Tiabaya y Andrés Avelino Cáceres de la ciudad de Arequipa, obtenidas de manera aleatoria. Se trabajó en el laboratorio del Departamento de Microbiología y Patología de la Facultad de Medicina, de la Universidad Nacional de San Agustín. El procesamiento, aislamiento e identificación bacteriana se realizó según la (Food and Drug Administration FDA). La determinación del número más probable por gramo (NMP/g) de gérmenes Coliformes totales y Coliformes fecales se hizo por el método de Tubos Múltiples de Fermentación. El análisis estadístico se realizó, con el programa SPSS 19. Los resultados revelaron Coliformes totales en muestras de lechuga de los seis (06) mercados, por encima de los valores máximos aceptables, en un 60%, 80% y 100% , y mercado de Cayma el 20% En todos los mercados se halló altos recuentos de Coliformes fecales, no se aisló Enterobacterias patógenas como Salmonella ni Shigella (41).

- Flores, E. (2019) “Contaminación microbiológica por *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* En *Citrus sinensis* (naranja) y *Solanum lycopersicum* (tomate) en las ciudades de Puno y Juliaca”.

Los productos de consumo humano como las frutas en la región de Puno, presentan deficiencias en la cosecha, transporte, manejo, manipulación y comercialización de estos mismos, y son susceptibles a cualquier contaminación biológica como las bacterias *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* Que pueden producir enfermedades gastrointestinales. El objetivo fue determinar la contaminación microbiológica por *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* En frutas de *Citrus sinensis* (naranja) y *Solanum lycopersicum* (tomate) en la ciudad de Puno y Juliaca en el 2018. Se utilizó métodos estandarizados de los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos del Ministerio de Salud (DIGESA) y métodos de análisis microbiológico de alimentos, para el estudio se consideró 150 muestras naranja y 150 de tomate adquiridas al azar, de los mercados Unión y Dignidad (Puno) e Internacional Túpac Amaru (Juliaca). Las muestras se recolectaron en condiciones de esterilidad, se transportaron al laboratorio de Microbiología de los

Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas para el análisis respectivo. Para el análisis estadístico se consideró la prueba t de student, análisis de varianza, contraste de Tukey y Ji cuadrado, realizados en el programa InfoStat. Los resultados: la bacteria *Escherichia coli* en naranja mostró un promedio de 1483.59 NMP/g para Puno, 1484.66 NMP/g para Juliaca, siendo el 100% de las muestras contaminadas. En tomate resultó en promedio 1783.73 NMP/g para Puno y 2359.6 NMP/g para Juliaca, siendo el 86% de las muestras contaminadas con *Escherichia coli*. La presencia de *Salmonella sp.* en *Citrus sinensis* (naranja) en Puno y Juliaca fue del 70%, mientras que para *Solanum lycopersicum* (tomate) fue de 60%. Los resultados expresan que las frutas de *Citrus sinensis* (naranja) y *Solanum lycopersicum* (tomate) vendidos en los mercados de Puno y Juliaca, presentaron niveles superiores a los límites con respecto a la bacteria *Escherichia coli* según la Norma Sanitaria. Se concluye que la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* En naranja y tomate en las ciudades de Puno y Juliaca superan los límites permisibles de calidad de alimentos y presentando contaminación de origen fecal, constituyendo un riesgo para la salud del hombre (42).

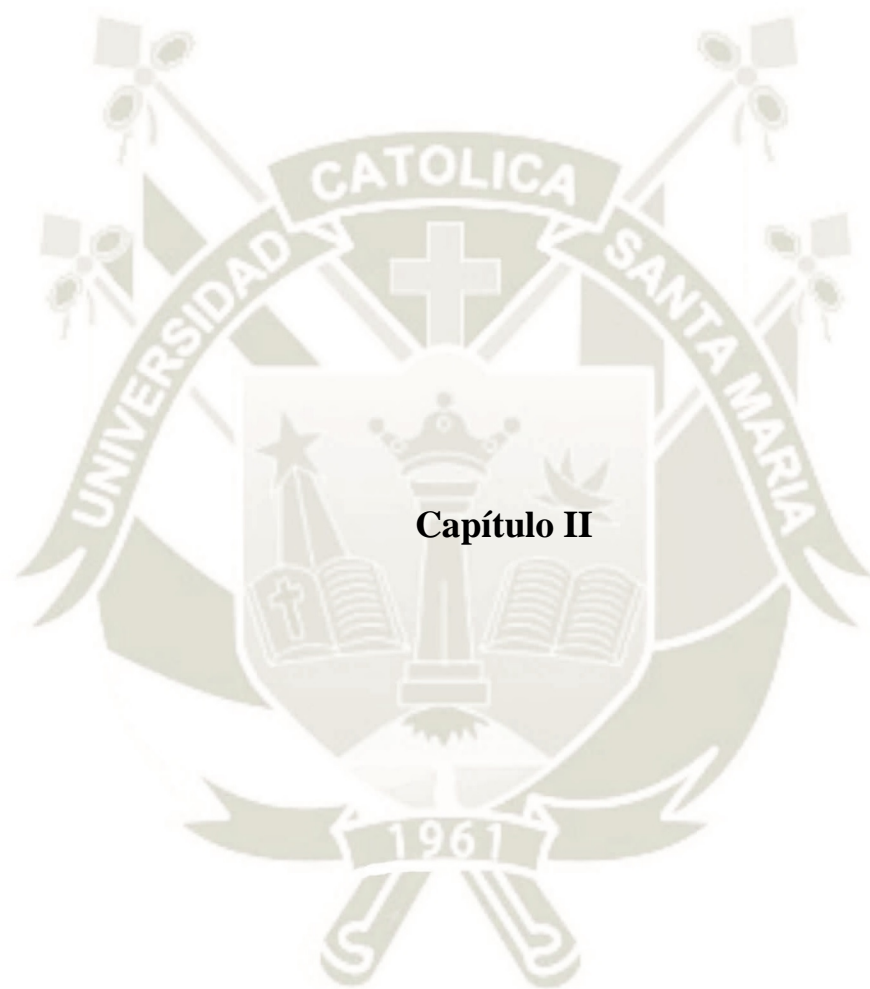
- Mejía, E. (2018) "Determinación de coliformes totales, *Escherichia coli* en muestras de lechugas expandidas en mercados de la ciudad de Loja".

El acceso a alimentos inocuos y nutritivos en cantidad suficiente es fundamental para mantener la vida y fomentar la buena salud. Los alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades. Alrededor de 600 millones de personas enferman en el mundo; casi 1 de cada 10 habitantes, por el consumo de alimentos contaminados y al menos 420 000 mueren (OMS, 2017). El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en lechugas expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Loja, el método utilizado fue placas Petrifilm™ las cuales son útiles para reducir el tiempo de cultivo, cuentan con sistema de doble película, con medio deshidratado y un film superior, además con indicadores impregnados en ambos lados, haciéndolas un medio listo para usar. El método de investigación fue de tipo descriptivo y de corte transversal, obteniendo un universo de 600 muestras y utilizando una muestra de 80 lechugas para el estudio. El grado de contaminación de las lechugas fue aceptable ya que solo el 5,0% de las muestras estuvieron contaminadas con valores más altos que $10^2 - 10^3$ UFC/g en el caso de coliformes totales y el 2,5% en el caso de *Escherichia coli*, estos valores de referencia

fueron tomados de la Norma Sanitaria de Perú, no se encontró ninguna relación significativa entre el mercado y el lugar de producción con el grado de contaminación. A pesar de la baja contaminación, la presencia de indicadores de contaminación fecal sugiere que las muestras podrían tener una inadecuada calidad microbiológica, representando una fuente de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), si la contaminación no es controlada (43).

- Peña Y, Castillo V, Rodríguez A, Carrera J, Molejón P, Muñoz Y, Dueñas O. (2013) “Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana”.

Introducción: en los últimos años se han incrementado las enfermedades transmitidas por frutas y hortalizas, por lo que es importante evaluar los factores que afectan la inocuidad de estos productos. **Objetivo:** determinar la calidad microbiológica de hortalizas y los factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. **Materiales y métodos:** se estudiaron 100 muestras de vegetales de 26 áreas y el agua de riego de cada plantación, en el período de enero del 2009 a diciembre del 2011, en el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La determinación de parásitos se realizó según procedimiento descrito en el Manual de Análisis Bacteriológico FDA / CFSAN 2001, para el estudio bacteriológico de las hortalizas y el agua se emplearon las normas vigentes en el país. **Resultados:** se determinó la presencia de parásitos en 6% de los vegetales y *Escherichia coli* en 18,0%, con mayor frecuencia en lechuga, berro y espinaca. Se aislaron bacterias patógenas, *Salmonella Weltevreden* en cebollino y potencialmente patógena *Listeria spp.* en acelga. El 53,8% de las muestras de agua no tuvo una calidad microbiológica aceptable. El no cercado de las áreas de cultivo, la presencia de animales en el campo y el uso de agua contaminada, fueron los factores que más se observaron, encontrándose asociación estadística entre estos y la contaminación las hortalizas. **Conclusiones:** se detectó la presencia de parásitos, bacterias patógenas y potencialmente patógenas en las hortalizas estudiadas, lo que estuvo asociado principalmente al uso de agua de riego no tratada, la presencia de animales en el campo y el no cercado de las áreas de cultivo (44).



2. Metodología

2.1 Técnica, instrumentos y materiales de verificación.

2.1.1 Técnica:

Para la realización del estudio se empleó el método de cuantificación microbiológica AOAC internacional (45).

2.1.2 Instrumentos y materiales de verificación:

- Matriz de recolección de datos
- Incubadora (Thermo Scientific)
- Bolsas de primer uso de capacidad de 1 kg
- Marcador indeleble
- Cajas térmicas (3)
- Termómetro de refrigeración Boeco (3)
- Precintos
- Mechero
- Pipeta automática accumax pro 1000 – 5000 ul
- Tips para pipeta automática
- 30 Placas Petry 90mm
- Frasco graduado de 1 litro
- 40 paquetes de hielo
- Medio de cultivo (Chromocult Coliform Agar ES)
- Agua destilada estéril 30 lts
- Barbijo
- Guantes de látex
- Gorros descartables
- Lapiceros
- Tabla de apoyo
- Medios de cultivo Chromocult
- Computadora y software SPSS
- Cámara digital

2.1.3 Cuadro de coherencias.

Cuadro N°3

Coherencias

| VARIABLES | | INDICADORES | SUBINDICADORES | TÉCNICA E INSTRUMENTO |
|----------------------|------------------|---|--|--|
| DEPENDIENTE | Carga bacteriana | <ul style="list-style-type: none"> • Inocuo* • No inocuo* | <ul style="list-style-type: none"> • E. coli • Coliformes totales • Enterobacterias | <ul style="list-style-type: none"> • Medios de cultivo chromocult |
| INDEPENDIENTE | Procedencia | <ul style="list-style-type: none"> • Mercados de Arequipa • Mercados de Camaná • Mercados de la Joya | | <ul style="list-style-type: none"> • Muestreo |

(*) Referente a calidad Microbiológica

2.1.4 Prototipo de instrumento

El modelo de instrumento figura en anexos como matriz de recolección de datos.

2.2 Campo de Verificación:

2.2.1 Ubicación especial

La investigación se realizó en 3 mercados de Arequipa, 3 mercados de Camaná y 3 mercados de La Joya.

2.2.2 Ubicación temporal

Cronología:

La investigación corresponde a noviembre, diciembre del 2019 y enero 2020.

Visión temporal:

Prospectivo

Corte temporal:

Transversal

2.2.3 Unidades de estudio

Zanahorias expandidas en 3 importantes centros de abastos de la provincia de Arequipa, zanahorias expandidas en 3 importantes centros de abastos de la provincia de Camaná y zanahorias expandidas de 3 importantes centros de abastos del distrito de la Joya.

2.2.4 Población:

El universo está conformado por puestos de venta de zanahoria en los centros de abastos de las provincias de Arequipa, Camaná y el distrito de la Joya.

2.2.5 Muestra:

El muestreo se realizó por conveniencia.

Cuadro N° 4

Muestreo de Zanahorias según procedencia

| PROCEDENCIA | MERCADOS | MUESTRAS | TOTAL DE MUESTRAS |
|-----------------|------------|------------|-------------------|
| AREQUIPA | MERCADO 01 | MUESTRA 01 | 27 |
| | | MUESTRA 02 | |
| | | MUESTRA 03 | |
| | MERCADO 02 | MUESTRA 04 | |
| | | MUESTRA 05 | |
| | | MUESTRA 06 | |
| | MERCADO 03 | MUESTRA 07 | |
| | | MUESTRA 08 | |
| | | MUESTRA 09 | |
| CAMANA | MERCADO 01 | MUESTRA 10 | |
| | | MUESTRA 11 | |
| | | MUESTRA 12 | |
| | MERCADO 02 | MUESTRA 13 | |
| | | MUESTRA 14 | |
| | | MUESTRA 15 | |
| | MERCADO 03 | MUESTRA 16 | |
| | | MUESTRA 17 | |
| | | MUESTRA 18 | |
| LA JOYA | MERCADO 01 | MUESTRA 19 | |
| | | MUESTRA 20 | |
| | | MUESTRA 21 | |
| | MERCADO 02 | MUESTRA 22 | |
| | | MUESTRA 23 | |
| | | MUESTRA 24 | |
| | MERCADO 03 | MUESTRA 25 | |
| | | MUESTRA 26 | |
| | | MUESTRA 27 | |

2.3 Estrategia de recolección de datos:

2.3.1 Organización

Se procedió a muestrear 1 kg de zanahorias de cada puesto de venta (tres puestos de venta por mercado), con lo cual se tendrá 03 muestras por mercado, teniendo 09 muestras por localidad y 27 muestras en total. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas de primer uso, tal como son entregadas por el vendedor al consumidor, y transportadas en una caja térmica refrigerada con hielo, a temperatura de 0-10 °C hasta su llegada al laboratorio (46).

2.3.2 Recursos

a) Humanos:

- Investigador
- Asesor

b) Materiales:

- De escritorio
- De laboratorio

c) Financieros:

- Autofinanciado

2.3.3 Validación de instrumentos

Método de Validación por la AOAC.

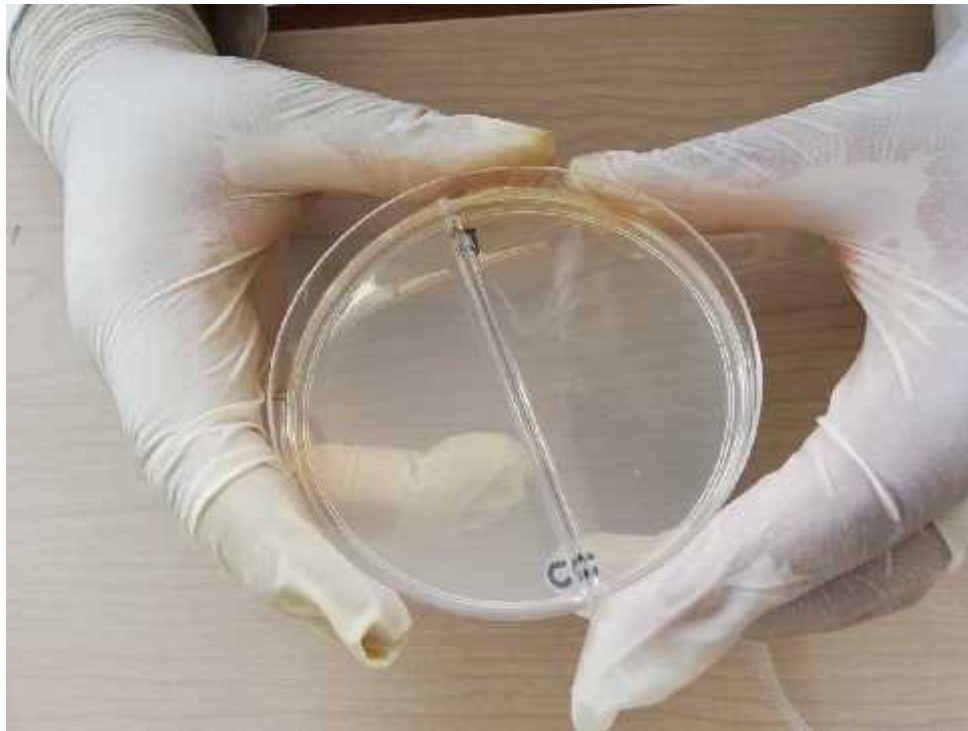
2.3.4 Criterios para manejo de resultados

a) Plan de Procesamiento

Preparación Agar Chromocult Coliform ES

- Mezclar 34.5 g en 1000 ml de agua purificada y calentar a ebullición con agitación hasta que se disuelva por completo (aproximadamente 45 minutos).
- Enfriar inmediatamente el medio en un baño de agua a 45-50 ° C.
- pH: 7.0 ± 0.2 bei 25 ° C.
- El medio es claro e incoloro.

- Dispensar aproximadamente 15 ml de agar Chromocult® Coliform ES en cada placa Petri mientras el medio aún esté líquido.



- Dejar enfriar a medio ambiente para solidificar el medio.
- Se procedió a lavar mezclando la muestra recogida de cada puesto de venta, mediante el agregado de 1 litro de agua destilada estéril, se agitó hasta que las superficies de todas las zanahorias fueran embebidas por el agua, luego del cual se tomó 1 ml del lavado muestra.



- Con una punta de pipeta estéril, se transfiere 1 ml del lavado de la muestra a la superficie de una placa de Petri conteniendo el Chromocult Coliform ES, agitamos cuidadosamente la placa hasta que el inóculo se extienda completamente en toda la superficie del medio.



- La placa se dejó en la incubadora a 37° C con la finalidad de que se evapore el ml de muestra dejada en la superficie.
- Una vez evaporado el ml de muestra de la superficie de la placa, esta se tapa e incuba aeróbicamente a 37 ° C en posición invertida (con el agar hacia arriba) durante 24 horas.



- Después de la incubación, se examinan las placas para detectar la presencia de colonias típicas de *Escherichia coli* (azules) y otros coliformes (rojas).

Resultados:

- Se cuenta las colonias de color azul oscuro a violeta como *Escherichia coli*.
- Las colonias de salmón a rojo como otros coliformes.
- El total de todas las colonias rojas y azules representan el recuento total de coliformes totales (47).

b) Plan de Clasificación

Se empleó una matriz de sistematización de datos en la que se transcribirán los datos obtenidos para facilitar su uso.

c) Plan de Codificación

Se procedió a la codificación de los datos que contenían indicadores para facilitar el ingreso de datos.

d) Plan de recuento

El recuento de los datos fue electrónico, en base a la matriz diseñada en la hoja de cálculo.

e) Plan de Análisis

Se empleó para el procesamiento de datos el programa Excel 2016 con su complemento analítico y el paquete SPSS v.22.0. Los hallazgos se presentaron en tablas, analizados mediante porcentaje. En el contraste de las hipótesis de investigación se emplearon las pruebas estadísticas:

- Chi cuadrado de independencia y homogeneidad

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

- Kruskal wallis

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$



3. Resultados y Discusión.

3.1 Resultados

Tabla 1
Conformación de la muestra de estudio según localidad y origen

| | | Muestras | % |
|----------|-----------|----------|--------|
| Arequipa | Arequipa | 3 | 33.3% |
| | Yarabamba | 2 | 22.2% |
| | La Joya | 2 | 22.2% |
| | Characato | 1 | 11.1% |
| | Yura | 1 | 11.1% |
| La Joya | La Joya | 9 | 100.0% |
| Camaná | Arequipa | 8 | 88.9% |
| | Pedregal | 1 | 11.1% |
| Total | | 27 | |

Fuente: Matriz de recolección de datos

De las 9 muestras de cada localidad, se aprecia el distrito de origen para la distribución a los mercados de las tres localidades de estudio; para la localidad de Arequipa, el 33.3% de muestras provienen de Arequipa, 22.2% de Yarabamba o de La Joya, y 11.1% de Characato o de Yura. En la Joya, todas las muestras provenían de esa zona. En Camaná, 88.9% de muestras provenían de Arequipa y 11.1% de El Pedregal.

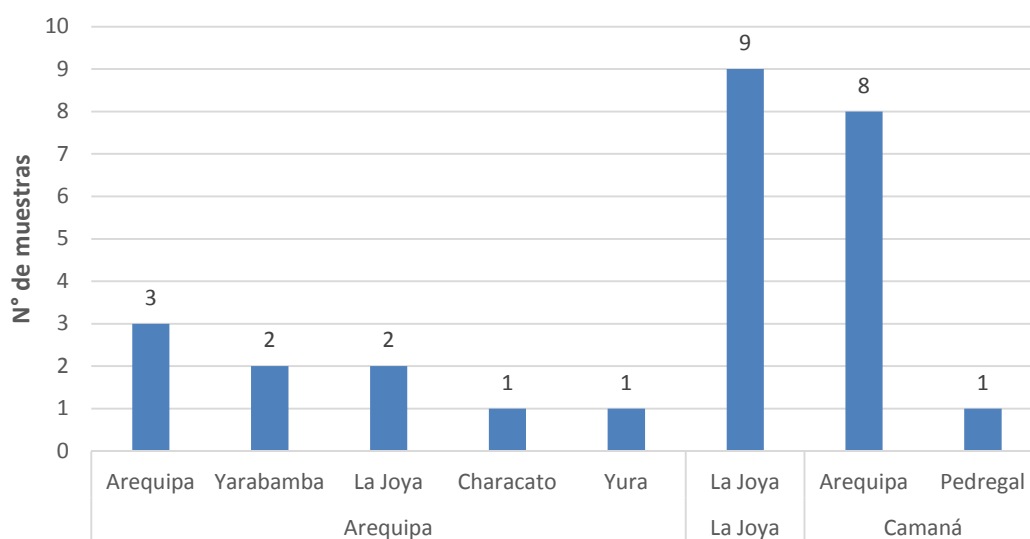


Figura 1 Conformación de la muestra de estudio según localidad y origen
Fuente: Matriz de recolección de datos

Tabla 2
Valores de bacterias presentes (UFC/g) en las muestras según localidad

| | | Coliformes | | |
|------------------|----|----------------|---------|-----------------|
| | | <i>E. coli</i> | totales | Enterobacterias |
| Arequipa | X | 308.1 | 2248.1 | 2489.7 |
| | DE | 718.8 | 1146.5 | 1424.0 |
| La Joya | X | 306.0 | 4158.2 | 6198.2 |
| | DE | 383.2 | 2707.6 | 3192.1 |
| Camaná | X | 66.2 | 3953.4 | 5972.3 |
| | DE | 100.7 | 724.1 | 934.9 |
| Chi ² | | 0.33 | 5.67 | 11 |
| p | | 0.85 | 0.06 | 0.004 |
| Kruskal Wallis | | 0.80 | 7.70 | 14.73 |
| p | | 0.67 | 0.02 | 0.001 |

Fuente: Matriz de recolección de datos

Para la presencia de *E. coli*, se identificaron en promedio 308.1 UFC/g en Arequipa, 306. UFC/g en La Joya, y 66.2 UFC/g en Camaná, aunque las diferencias no resultaron significativas ($p > 0.05$).

Para la presencia de coliformes totales, se encontraron 2248.1 UFC/g en Arequipa, 4158.2 UFC/g en La Joya y 3953.4 UFC/g en Camaná, siendo las diferencias en el conteo promedio de colonias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), siendo mayor en La Joya.

En cuanto a las enterobacterias, se encontraron 2489.7 UFC/g en Arequipa, 6198,2 UFC/g en La Joya y 5972.3 UFC/g en Camaná; las diferencias también fueron significativas ($p < 0.05$), siendo mayor en La Joya y Camaná que en Arequipa.

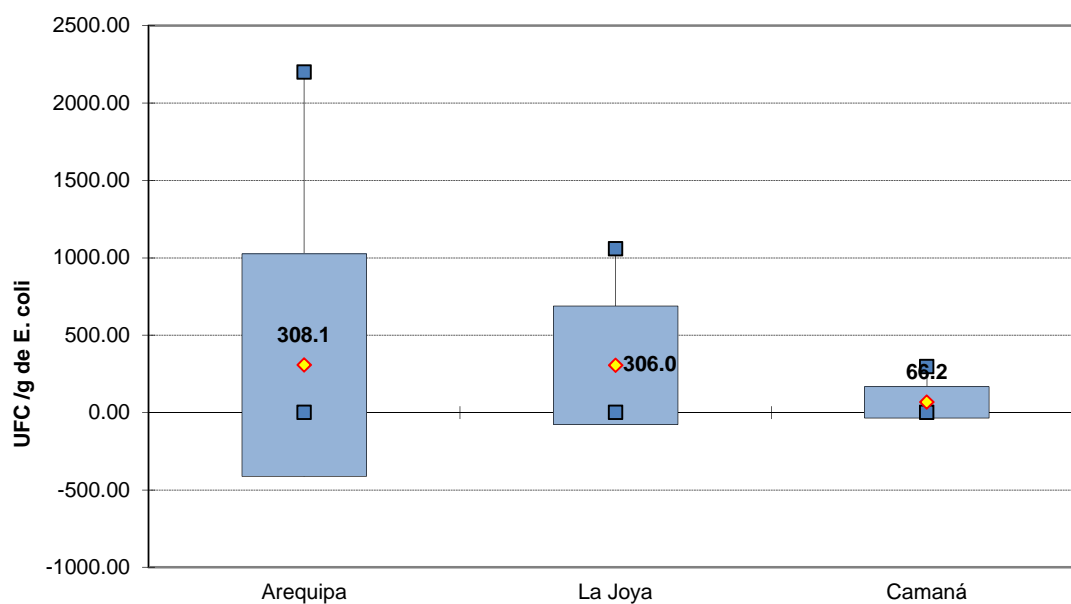


Figura 2 Valores de E. coli presentes (UFC/g) en las muestras según localidad
Fuente: Matriz de recolección de datos

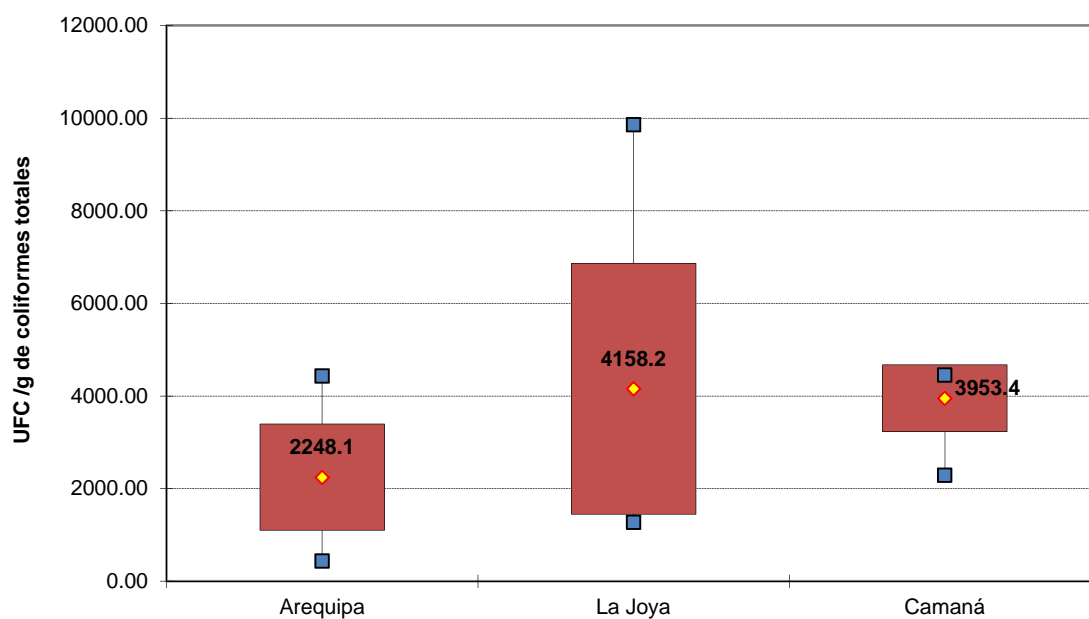


Figura 3 Valores de coliformes totales presentes (UFC/g) en las muestras según localidad
Fuente: Matriz de recolección de datos

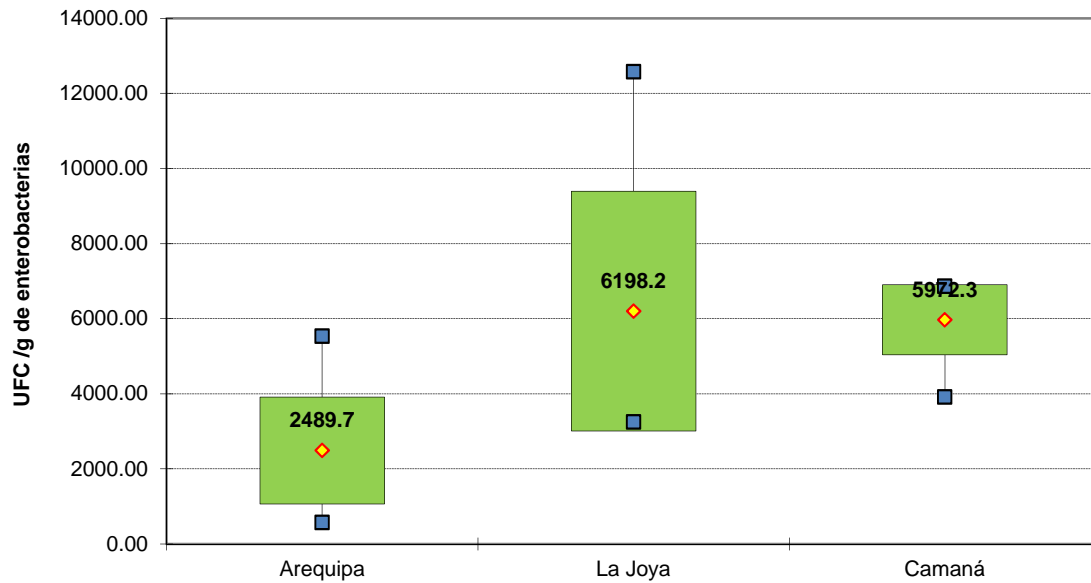


Figura 4 Valores de enterobacterias presentes (UFC/g) en las muestras según localidad
Fuente: Matriz de recolección de datos

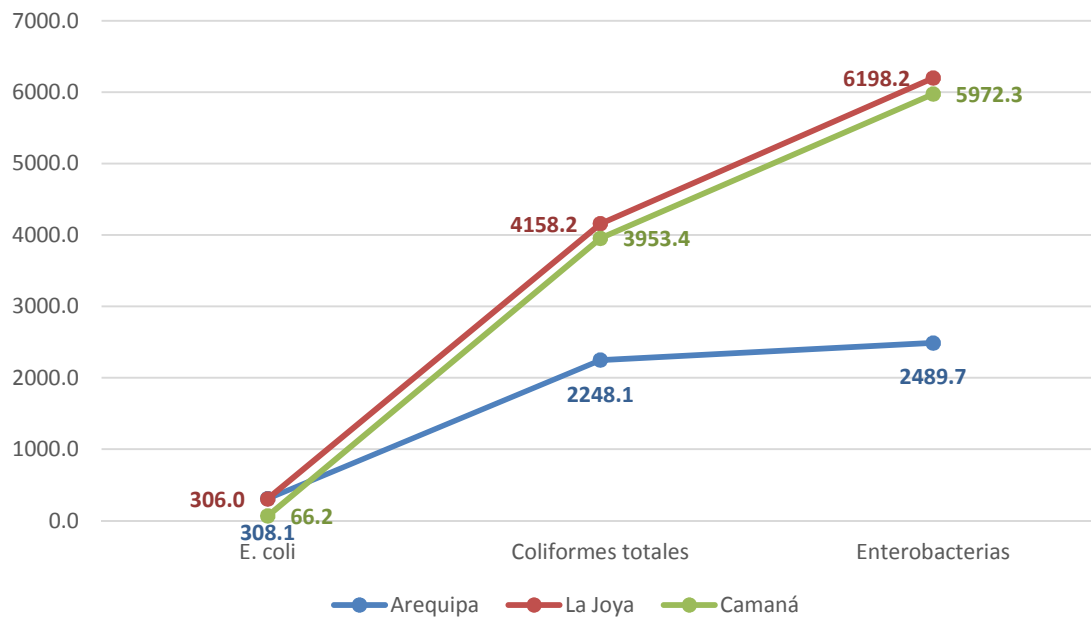


Figura 5 Valores de bacterias presentes (UFC/g) en las muestras según localidad
Fuente: Matriz de recolección de datos

Tabla 3
Recuento bacteriano según origen de las zanahorias

| Origen | n° | <i>E. coli</i> | | Coliformes | | Enterobacterias | |
|-----------|----|----------------|-------|------------|--------|-----------------|--------|
| | | X | DE | X | DE | X | DE |
| Arequipa | 11 | 239.5 | 655.9 | 3551.3 | 952.0 | 5038.7 | 1658.9 |
| La Joya | 11 | 253.1 | 362.4 | 3970.4 | 2526.6 | 5744.5 | 3137.4 |
| Yarabamba | 2 | 81.0 | 66.5 | 1158.5 | 1017.5 | 1267.5 | 976.5 |
| Characato | 1 | 360.0 | - | 2050.0 | - | 2150.0 | - |
| Yura | 1 | 18.0 | - | 1768.0 | - | 1776.0 | - |
| Pedregal | 1 | 165.0 | - | 4365.0 | - | 6865.0 | - |
| Total | 27 | 226.8 | 469.7 | 3453.3 | 1892.9 | 4886.7 | 2649.6 |

Fuente: Matriz de recolección de datos

Se muestran los recuentos bacterianos para los diferentes lugares de origen de las zanahorias; se aprecia para *E. coli* un mayor número de UFC/g en Characato (360) y el menor número para Yura (18 UFC/g). En cuanto a los coliformes totales, el mayor recuento se encontró en muestras de El Pedregal (4365 UFC/g) y el menor número para Yarabamba (1158.5 UFC/g), similar a lo encontrado en las enterobacterias.

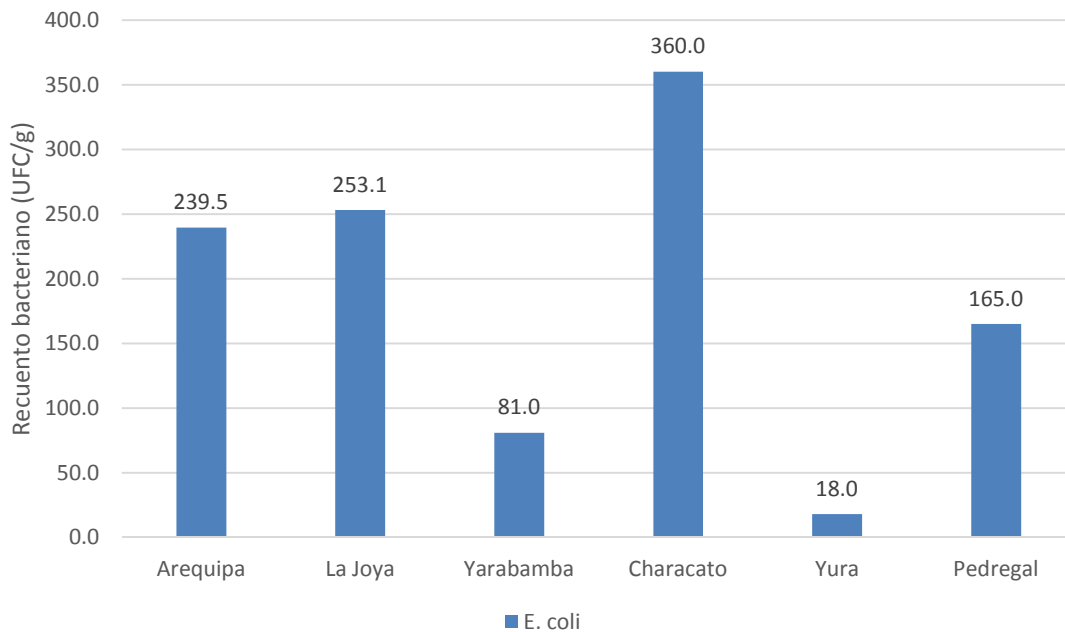


Figura 6 Recuento bacteriano para E. coli según origen de las zanahorias
Fuente: Matriz de recolección de datos

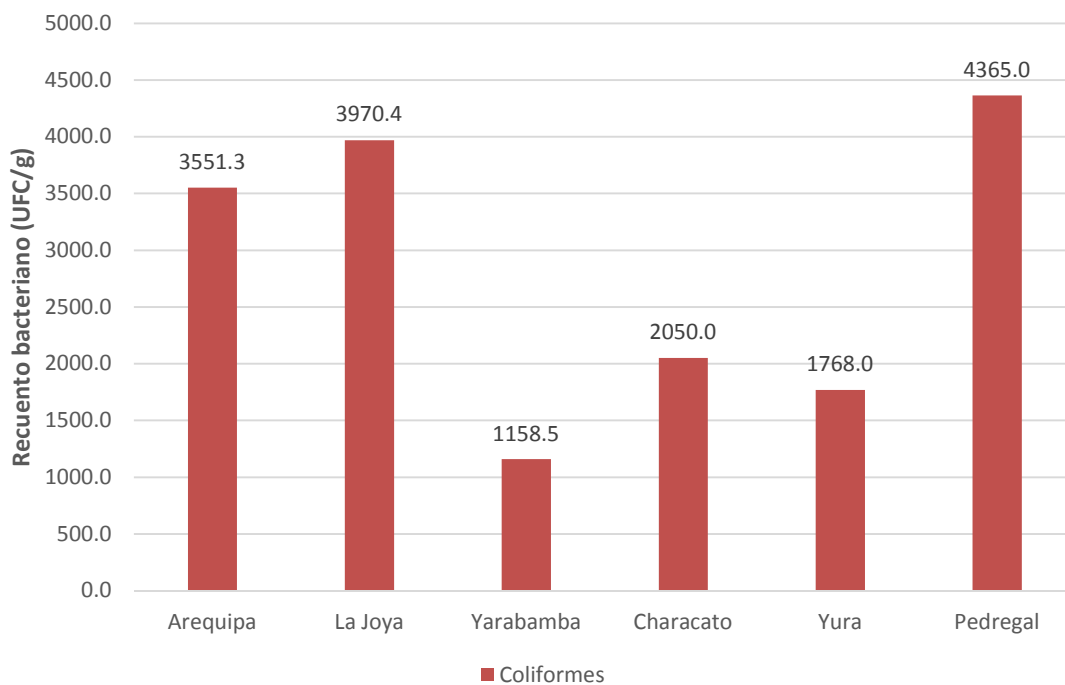


Figura 7 Recuento bacteriano para coliformes totales según origen de las zanahorias
Fuente: Matriz de recolección de datos

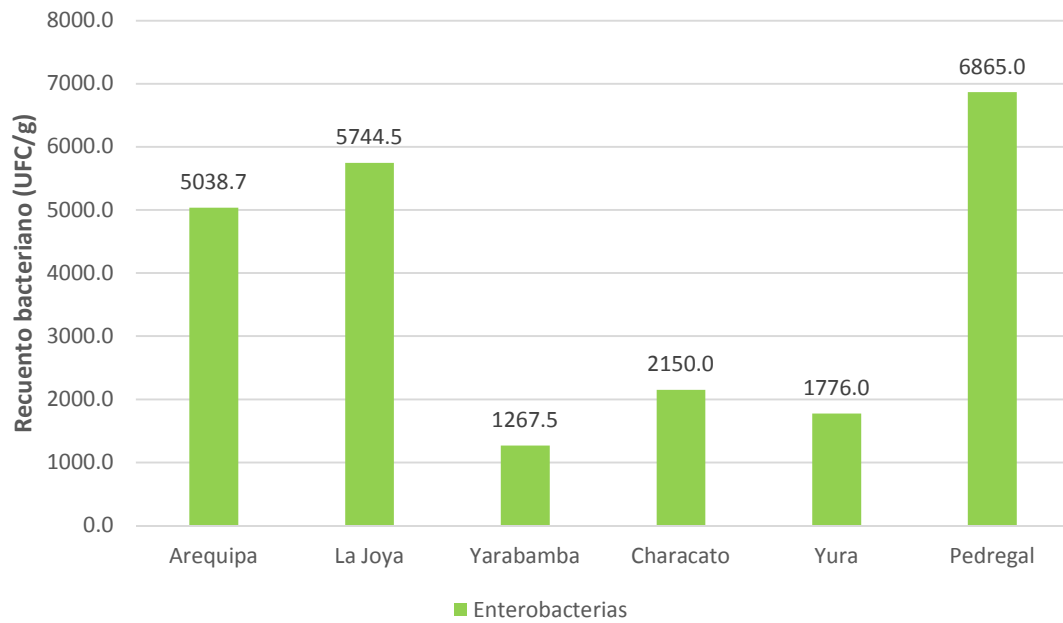


Figura 7 Recuento bacteriano para enterobacterias según origen de las zanahorias
Fuente: Matriz de recolección de datos

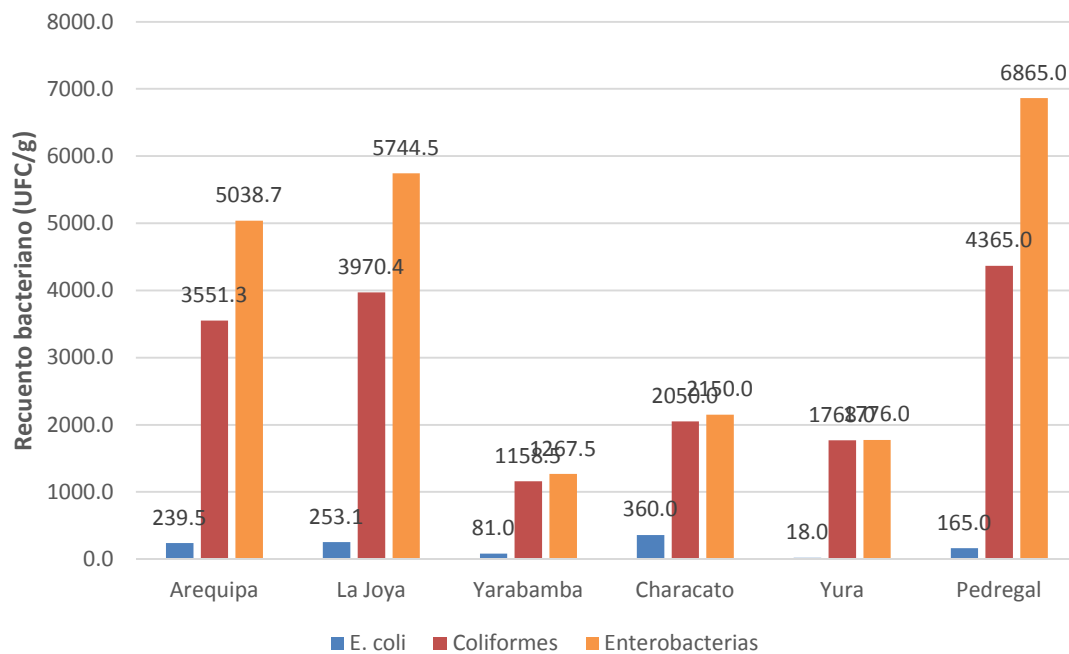


Figura 8 Recuento bacteriano según origen de las zanahorias
Fuente: Matriz de recolección de datos

Tabla 4
Inocuidad en las zanahorias respecto a su calidad microbiológica según localidad de procedencia

| Inocuidad | Arequipa | | La Joya | | Camaná | | Total | |
|-----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|-------|---------|
| | N° | % | N° | % | N° | % | N° | % |
| Inocuo | 6 | 66.67% | 4 | 44.44% | 7 | 77.78% | 17 | 62.96% |
| No inocuo | 3 | 33.33% | 5 | 55.56% | 2 | 22.22% | 10 | 37.04% |
| Total | 9 | 100.00% | 9 | 100.00% | 9 | 100.00% | 27 | 100.00% |

Prueba $\chi^2 = 2.22$ G. libertad = 2 p = 0.33

Fuente: Matriz de recolección de datos

Considerando los límites de inocuidad de 10^2 a 10^3 UFC/g como límite para *E. coli*, se encontró que el 33.33% de muestras de Arequipa no eran inocuas, así como 55.56% de muestras de La Joya, y 22.22% en Camaná; a pesar de ser mayor en La Joya, las diferencias no resultaron estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

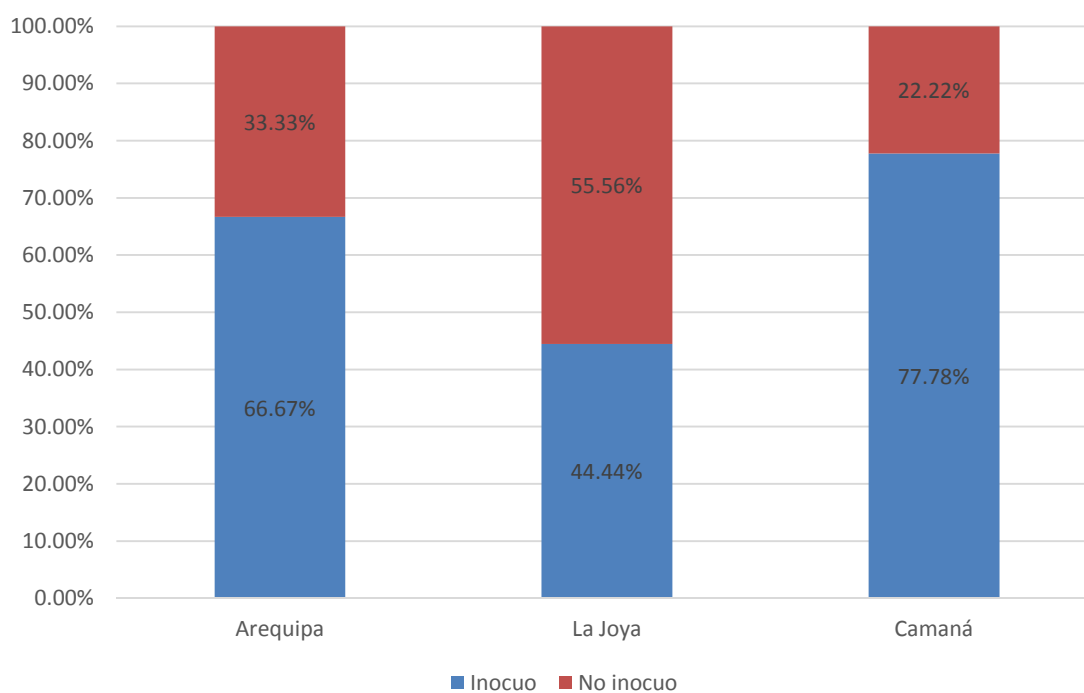


Figura 9 Inocuidad en las zanahorias respecto a su calidad microbiológica según localidad de procedencia
Fuente: Matriz de recolección de datos

3.2 Discusión y Comentarios

Para el primer objetivo de nuestra investigación que fue la cuantificación de *E. coli* en zanahorias (*Daucus carota*) expendidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya, tal como se puede observar en la Tabla 2, se encontró número similar de UFC/g de *E. coli* en zanahorias (*Daucus carota*) expendidas en mercados de: Arequipa (308), y La Joya (306) que en Camaná (66). Este resultado se muestra distinto al presentado por Paredes, 2017, el cual muestra una diferencia significativa entre muestras obtenidas en las provincias de Palca y Acobamba de la provincia de Tarma, esto podría explicarse por la razón de que en el estudio de Paredes 2017; la recolección se dio a partir del lugar de cosecha de los productos y probablemente el agua de limpieza haya sido no potable o hayan tenido que ver otros factores como calidad de campos de cultivo (17). Por lo contrario nuestro muestreo se realizó en los mercados, con lo cual es probable que ya hayan tenido algún tipo de limpieza (5). En general, la práctica que predomina en América latina es el empleo de aguas residuales crudas, diluidas en cuerpos de aguas superficiales y en menor proporción, el de aguas tratadas, aunque no necesariamente de forma adecuada (48). Lo cual hace que sea necesario un tratamiento y un manejo adecuado de dichas aguas, especialmente en aquellos cultivos que se van a consumir frescos o sin industrialización de por medio, así mismo es importante comentar que en algunos estudios no se encuentran diferencias significativas entre el uso de agua potable y agua residual, siendo más importante dichos resultados en aquellos vegetales que no son de consumo directo (49). Otra posible causa de variación de resultados entre las localidades mencionadas son también los factores ambientales, como son: uso de pesticidas, tratamiento y calcificación de basuras, deforestación, uso de monocultivos (50).

Como segundo objetivo nos planteamos la cuantificación de Coliformes totales en zanahorias (*Daucus carota*) expendidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya. Los resultados podemos observarlos en la Tabla 2, los coliformes totales en zanahorias (*Daucus carota*) fueron mayores en mercados de La Joya (4158 UFC/g) que en Arequipa (2248 UFC/g) pero similar a Camaná (3953 UFC/g); para este objetivo podemos confrontar el resultado con el estudio de Paredes M. 2017, en el cual también muestra diferencia significativa entre localidades, esto pudiera deberse a la diferencia de temperaturas y humedad encontradas entre Arequipa, La joya y Camaná; siendo estos factor de gran importancia para la aparición de enterobacterias (29). De la misma forma

comparamos nuestro resultado con el obtenido por Mamani et al 2016, en el cual también encontró diferencias significativas entre los resultados obtenidos para los distintos mercados tomados en su estudio; siendo la probable causa la diferencias sanitarias existentes entre los mercados, así como el agua usada en su limpieza (12). Cabe resaltar que no solamente la calidad de agua es de gran importancia para la inocuidad de un alimento, sino también todo aquello que interviene en su cadena de producción, como la contaminación de los campos de cultivo o de los agricultores (50).

En tercer lugar tenemos la cuantificación de enterobacterias en zanahorias (*Daucus carota*) expendidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya, podemos ver la Tabla 2 teniendo como resultado que la cuantificación de enterobacterias en zanahorias (*Daucus carota*) fue mayor en mercados de La Joya (6198 UFC/g) y Camaná (5972 UFC/g) que en Arequipa (2490 UFC/g), de manera similar podríamos afirmar que la diferencia de temperaturas y humedad entre Arequipa que se encuentra en zona de Sierra y La Joya y Camaná que se encuentran a menor altitud y en zona de Costa, juega un papel muy importante en la presencia de enterobacterias (29). También otro factor es el uso de agua para la limpieza de estas hortalizas, pues en La Joya se sigue utilizando el agua de irrigación la cual se encuentra contaminada la cual no es adecuada para el riego de vegetales de consumo directo (48).

En cuarto lugar tenemos como objetivo planteado la determinación de inocuidad de zanahorias expendidas en 3 mercados de: Arequipa, Camaná y La Joya; podemos observar la Tabla 4, teniendo como resultado un mayor porcentaje de inocuidad en zanahorias expendidas en mercados de: Arequipa (66.67%) y Camaná (77.78%) que en La Joya (44.44%), según la Norma técnica de criterios microbiológicos de DIGESA que considera los límites de inocuidad de 10^2 a 10^3 para *E. coli* (1). Así mismo otras normas entre las que podemos citar a la ICMSF presentan los mismos límites máximos permisibles para *E. coli* (51). El código alimentario Argentino presenta menores límites permisibles (52). Distintamente el reglamento Técnico Centroamericano recomienda su ausencia (53). Es importante indicar que la utilización de la familia Enterobacteriaceae y su subgrupo los coliformes totales como indicadores no se aplican a frutas y hortalizas frescas porque a menudo contienen altos niveles de estos organismos como parte de su flora normal (54). Ambos grupos están presentes en la mayoría de los alimentos crudos (productos agrícolas, frutos secos, y granos, carnes en general, etc) en concentraciones diversas. Sin embargo, no deberían estar presentes en alimentos altamente procesados o en superficies higienizadas correctamente (55).

Aunque no encontramos diferencia significativa entre ellos; este resultado es comparable al de Muñoz 2005, en el que nos presenta diferencia significativa en inocuidad de 4 mercados. En el estudio planteado por Muñoz 2005, indica que esto puede deberse por la diferencia de infraestructura de mercados. Por otro lado en el estudio de Flores 2019, podemos observar que el 100% de muestras superan límites permitidos para *E.coli* (DIGESA) en Puno y Juliaca, para *Citrus sinensis* (naranja) y el 86% para *Solanum lycopersicum* (tomate); estos resultados son atribuidos por su autor a las deficiencias que presentan las instalaciones de los centros de abastos, además de la poca o nula supervisión de SENASA y DIGESA.

De igual manera en el estudio de Mejía 2018, se evidenció que existe contaminación microbiológica en el 100% de muestras; pero la misma es muy baja, siendo solo el 5% para coliformes totales y el 2,5% para *E.coli*. Estos resultados dan a conocer que posiblemente se lleve una mejor vigilancia de la inocuidad alimenticia en el vecino país del Ecuador; de manera similar a este estudio podemos observar que en el trabajo realizado en La Habana por Peña et al 2013, obtuvieron como resultado un 18% de calidad microbiológica no aceptable para *E.coli*, coincidentemente también en este estudio se observó un 50% de asociabilidad con la mala calidad de agua utilizada para el regadío. A todo esto podemos agregar que en nuestro estudio existe diferencia entre las infraestructuras de los mercados encontrados en Arequipa y los de las otras dos localidades, así como también en la manipulación de los alimentos (12). Todo esto siendo factores muy importantes para la conservación de la calidad de los alimentos (17). En general es de gran importancia el conocimiento de todos los factores asociados a la contaminación microbiológica de los alimentos que posteriormente son determinantes para la aparición de ETA's (56).

Como último objetivo tenemos determinar la carga bacteriana en zanahorias según su procedencia, para esto podemos observar la Tabla 3, encontrando como resultados que la carga bacteriana en zanahorias según su procedencia fue mayor en muestras procedentes de El Pedregal, La Joya y Arequipa, y menor en muestras de Yarabamba y Yura; al igual que en el estudio realizado por Paredes 2017, es muy probable que la diferencia de temperaturas, humedad y contaminación medio ambiental hayan afectado la carga bacteriana; esencialmente el agua de limpieza usada en estas localidades (57). A esto podemos sumar la contaminación elevada que existe en las localidades del Pedregal, la Joya y Arequipa, que también podrían estar influyendo en la mayor cantidad de carga bacteriana presente en estas hortalizas (17).

Conclusiones

- PRIMERA.-** Se encontró número similar de UFC/g de *E. coli* en zanahorias (*Daucus carota*) expandidas en mercados de: Arequipa (308 UFC/g), La Joya (306 UFC/g) y Camaná (66 UFC/g).
- SEGUNDA.-** La cuantificación de coliformes totales en zanahorias (*Daucus carota*) fue mayor en mercados de La Joya (4158 UFC/g) que en Arequipa (2248 UFC/g) pero similar a Camaná (3953 UFC/g).
- TERCERA.-** La cuantificación de enterobacterias en zanahorias (*Daucus carota*) fue mayor en mercados de La Joya (6198 UFC/g) y Camaná (5972 UFC/g) que en Arequipa (2490 UFC/g).
- CUARTA.-** Considerando los criterios microbiológicos de inocuidad alimentaria, emitidos por DIGESA-MINSA (10^2 - 10^3 UFC/g como límite para *E. coli*) se encontró mayor porcentaje de muestras de zanahorias en la categoría de inocuas (Microbiológicamente) para el consumo humano expandidas en mercados de: Arequipa 66.67%(6 muestras de 9 resultaron inocuas) y Camaná 77.78%(7 muestras de 9 resultaron inocuas) que en La Joya 44.44%(4 muestras de 9 resultaron inocuas).
- QUINTA.-** La carga bacteriana en zanahorias según su procedencia fue mayor en muestras procedentes de El Pedregal (1 muestra, 165 UFC/g *E. coli*, 4365 UFC/g Coliformes, 6865 UFC/g Enterobacterias), La Joya(11 muestras, 253 UFC/g *E. coli*, 3970.04 UFC/g Coliformes, 5744,5 UFC/g Enterobacterias) y ciudad de Arequipa(11 muestras, 239.5 UFC/g *E. coli*, 3551.3 UFC/g Coliformes, 5038.7 UFC/g enterobacterias), y menor en muestras de Characato (1 muestra, 360 UFC/g *E. coli*, 2050 UFC/g Coliformes, 2150 UFC/g Enterobacterias), Yarabamba(2 muestras, 81 UFC/g *E. coli*, 1158.5 UFC/g Coliformes, 1267.5 UFC/g Enterobacterias) y Yura(1 muestra, 18 UFC/g *E. coli*, 1768 UFC/g Coliformes, 1776 UFC/g Enterobacterias)

Al término se cumplió con los objetivos propuestos, se aprueba la hipótesis parcialmente, porque en la localidad de la Joya no se encuentra dentro de los límites permitidos de inocuidad.

Recomendaciones

- PRIMERA:** De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, en los cuales se encontró niveles elevados de *Escherichia coli*, coliformes totales y enterobacterias especialmente en la localidad de La Joya, se recomienda llevar a cabo una vigilancia más estricta dentro de todo el proceso de producción de esta hortaliza, desde el momento de la siembra, hasta el momento en que es consumida.
- SEGUNDA:** Por parte del MINSA y Gobiernos locales, realizar una vigilancia adecuada de los procesos de manipulación, almacenamiento y expendio de verduras, con especial atención en aquellas que se consumen crudas.
- TERCERA:** Se recomienda a las instituciones y universidades elaborar similares estudios en nuestra región, con toma de muestra en los puntos de cosecha, para compararlo con las muestras tomadas en los puntos de venta, así se puede evaluar la carga bacteriana desde el momento en que el alimento es producido.
- CUARTA:** Se recomienda a las instituciones y universidades complementar con futuros estudios mediante evaluación de mercados y centros de abasto de acuerdo a la norma técnica vigente de DIGESA y su relación con la inocuidad de los alimentos para consumo humano.
- QUINTA:** Se recomienda realizar un adecuado cruce de información entre SENASA y MINSA, respecto a factores ambientales, tales como el agua de regadío y contaminación de suelos, así mismo a las Universidades para que puedan estudiar la relación existente.

Referencia

1. MINSA/DIGESA. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para las frutas y hortalizas Lima: MINSA; 2008.
2. infoagro. infoagro. [Online]. [cited 2019 julio 10. Available from: <http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>.
3. INIA. www.inia.gob.pe. [Online].; 2009 [cited 2020 junio 30. Available from: www.repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/665/1/Trip-Zanahoria-INIA101.pdf.
4. Cámara de Comercio de Bogotá, Vicepresidencia de Fortalecimiento empresarial, Programa de apoyo Agrícola y Agroindustrial. Camara de Comercio Bogota. [Online].; 2015 [cited 2019 julio 05. Available from: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14309>.
5. Gaviola JC. Manual de producción d zanahoria Mendoza: INTA; 2013.
6. Carranza A. Reaccion fenologica y agronomica de dos cultivares de zanahoria(daucus carota) a la inoculacion de cepas de micorriza en campo(tesis de pregrado). Sancelqui: Escuela politecnica del ejercito, Ciencias Agropecuarias; 2006.
7. Garcia R, Chavez J, Mejia A, Duran C. Microbiological determinations of some vegetables from the Xochimilco zone in Mexico city, Mexico. Revista Latinoamericana de Microbiologia. 2002;; p. 24-30.
8. Siller J, Báez M, Sañudo A, Báez R. Manual de buenas practicas Agricolas Mexico: SAGARPA; 2002.
9. INEI. instituto nacional de estadistica e informatica. [Online].; 2017 [cited 2019 julio 7. Available from: <https://www.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=compendio+estadistico>.
10. SENASA. Guia de Buenas Practicas Agricolas Arequipa: MINAGRI; 2013.
11. OPS/OMS. Contaminación microbiana de los alimentos vendidos en la vía publica en ciudades de America Latina y características socio-economicas de sus vendedores y consumidores Washington D.C.: OPS/OMS; 1998.
12. MINSA. Reglamento sanitario de Funcionamiento de Mercados de Abastos Lima: DIGESA; 2004.
13. Acevedo L, Mendoza C, Oyón R. Coliformes totales, fecales y algunas enterobacterias sthaphylococcus sp. y hongos en ensaladas para perro calientes expandidas en la ciudad de Maracay, Venezela. Archivos Latinoamericanos de Nutricion. 2001;; p. 366-370.
14. FDA. Guia para reducir al minimo el riesgo Microbiano en los Alimentos, para Frutas y Hortalizas frescas USA: U.S Departament of and Human Services; 1998.
15. MINAGRI. SENASA. [Online].; 2020 [cited 2020 octubre 25. Available from: www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/11/Gu%C3%ADa-de-Buenas-Pr%C3%A1cticas-Agr%C3%ADcolas.pdf.
16. Gonzáles M. Evaluación de la calidad Microbiologica de las aguas del rio cruces, desde Loncoche hasta San José de la Mariquina(tesis pregrado) Valdivia; 2008.
17. ANA. Manual de Buenas Practicas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas Lima: MINAGRI; 2016.
18. Rayo N, Milagros M. determinacion de la calidad bacteriologica en los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Chilpina-Arequipa y cultivos horticolas [tesis] , editor. [Arequipa]: Universidad Nacional de San Agustin; 2014.
19. DIGESA. VIGILANCIA SANITARIA DE LAS AGUAS EN EL PERU LIMA: MINSA; 2009.

20. DIGESA/SEDAPAL. Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Aguas del río Rímac y tributarios principales Lima: MINSAs; 2011.
21. Pinto M. Calidad de agua superficial en el río Chili, en los sectores de Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya y Huchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa. tesis de pregrado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa; 2018.
22. Presidencia de la República. Ministerio del ambiente. [Online].; 2017 [cited 2020 11 02]. Available from: www.minam.gob.pe/.
23. Presidencia de la República. Ministerio del Ambiente. [Online].; 2015 [cited 2020 11 02]. Available from: www.minam.gob.pe.
24. Mendoza J. Determinación de calidad Bacteriológica en Aguas de riego y cultivos de vegetales de tallo corto ubicados en el margen izquierdo del río Yura, durante los meses de Julio a Setiembre del 2018. tesis pregrado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Biología; 2018.
25. Mayorga N. Determinación de calidad bacteriológica en los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales Chilpina - Arequipa y sus cultivos hortícolas. Tesis pre grado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Biología; 2014.
26. Ordoñez N. Análisis de la calidad de agua en el río Chili, distritos de Tiabaya y Uchumayo, antes y después de la puesta en marcha y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales "la Enlozada" aplicando un modelo matemático. tesis doctoral. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, ciencias y tecnologías medioambientales; 2020.
27. Amado M. Determinación bacteriológica de la calidad de agua de consumo humano, riego y bebida de animales, del distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa abril-mayo 2017. tesis pregrado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, biología; 2017.
28. Apaza H. Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas, destinadas al riego de cultivos en Arequipa. financiamiento Fondo Nacional del Ambiente. Arequipa: Universidad Católica Santa María, Medio Ambiente; 2013.
29. Moya R, Alvarado P, Vásquez N. Supervivencia de Salmonella typhi y Salmonella enteritidis en agua potable de cuatro distritos de Trujillo (Perú). Revista Científica de Estudiantes. 2013;; p. 34-42.
30. Monge R, Chinchilla M, Reyes L. Estacionalidad de parásitos y bacterias intestinales en hortalizas que se consumen crudas en Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 1996;; p. 369-375.
31. Rodríguez-Eugenio N, McLaughlin M, Pennock D. Fao. [Online].; 2019 [cited 2020 octubre 11]. Available from: www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf.
32. Polo G. Determinación de endoparásitos en lechuga (Lactuca sativa) en fincas dedicadas a su producción en el municipio de San Juan de Pasto - Nariño Nariño; 2014.
33. MINSAs. Plataforma digital única del Estado Peruano. [Online].; 2014 [cited 2020 octubre 01]. Available from: www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/320817-guia-tecnica-para-la-investigacion-y-control-de-brotos-de-enfermedad-transmitida-por-alimentos.
34. MINAGRI. SENASA. [Online].; 2013 [cited 2020 Setiembre 21]. Available from: www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-ZANAHORIA.pdf.
35. Ashbolt N, Grabow W, Snozzi M. Indicators of microbial water quality London:

- WHO; 2001.
36. Jay J, Loessner M, Golden D. Modern Food Microbiology New York: Springer; 2005.
 37. Muñoz SM. Frecuencia de enterobacterias en verduras frescas de consumo crudo expandidas en cuatro mercados de Lima Metropolitana(tesis pregrado) Lima; 2005.
 38. Echevarria J, Parco MA. Coliformes totales en el manejo Post Cosecha de Espinacas(Spinacia oleracea). Tarma;; 2011.
 39. Paredes M. Evaluacion microbiologica de lechuga(Lactusa sativa) y espinaca(Spinacea oleracea) producidas en los distritos de Acobamba, Palca y su higienizacion (Tesis pregrado). Tesis pregrado. Tarma: Universidad Nacional del Centro del Perú, Escuela Academico Profesional de Ingenieria Agroindustrial; 2017.
 40. Paez C. Determinacion de coliformes fecales y totales en expendio de alimentos establecidos formales en el macrodistrito de centro de la ciudad de la Paz de setiembre a diciembre de 2007. Tesina para optar licenciatura. La Paz: Universidad Mayor de San Andres, Bioquimica; 2007.
 41. Mamani D, Fernández R, Guillen E. Analisis Bacteriologico de Lactuca sativa distribuida en mercados de la ciudad de Arequipa. Revista Postgrado Scientiarvm UCSM. 2016 mayo; 2(2).
 42. Flores E. Contaminacion microbiologica por escherichia coli y salmonella sp en Citrus sinensis(naranja) y Solanum lycopersicum(tomate) en las ciudades de Puno y Juliaca. Tesis pregrado. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Ciencias Biologicas; 2019.
 43. Mejia E. Determinacion de Coliformes totales, Escherichia coli en muestras de lechugas expandidas en mercados de la ciudad de Loja - 2018. Tesis pregrado. Loja: Universidad Nacional de Loja, Salud Humana; 2018.
 44. Puig Y, Leyva V, Rodríguez A, Carrera J, Molejón P, Péres Y, et al. Scielo. [Online].; 2013 [cited 2020 octubre 15. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rhem/v13n1/rhem13113.pdf>.
 45. AOAC international. Official Methods of Analysis. 20th ed. Gerge W. Latimner J, editor. MARYLAND: AOAC; 2016.
 46. Ministerio de Salud - DIGESA. Manual de Analisis Microbiologico de Alimentos Lima: Decision Grafica SAC; 2001.
 47. Merk. Laboquimia. [Online].; 2010 [cited 2021 Febrero 27. Available from: aboquimia.es/pdf_catalogo/MERCK_Manual_de_microbiologia_12a_edicion.pdf.
 48. Silva J, Torres PMC. redalyc.org. [Online].; 2008 [cited 2020 octubre 15. Available from: <www.redalyc.org/pdf/1803/180314732020.pdf>.
 49. Pérez J HCCO. redalyc.org. [Online].; 2006 [cited 2020 octubre 09. Available from: <www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215304>.
 50. Andrade C AV. Scielo. [Online].; 2017 [cited 2020 octubre 15. Available from: <www.scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n5/art22.pdf>.
 51. International Commision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). Microorganismos de los alimentos II: Metodos de muestreo para analisis microbiologicos Zaragoza: Acribia; 1981.
 52. Gobierno de Argentina. Codigo alimentario Argentino. 2021st ed. Buenos Aires; 1971.
 53. Centro America. Members and Observers. [Online].; 2006 [cited 2021 abril 26. Available from: https://members.wto.org/crnattachments/2011/sps/CRI/11_0381_00_s.pdf.
 54. PHL Advimore Commite for Food and Dairy Products. MB Laboratories Ltd. [Online].;

- 2000 [cited 2021 abril 24. Available from: <https://www.mb-labs.com/wp-content/uploads/2014/08/Micro-Limits-Ready-to-Eat-Foods.pdf>.
55. Ministerio de Salud de Chile. Portal del Ministerio de Salud de Chile. [Online].; 2013 [cited 2021 abril 24. Available from: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/b207c7020fab10d6e04001011e0105e5.pdf>.
 56. Vasquez G. Revista UIS. [Online].; 2003 [cited 2020 octubre 23. Available from: www.revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/728.
 57. DIGESA. VIGILANCIA SANITARIA DE LAS AGUAS EN EL PERU LIMA: MINSA; 2008.
 58. CEPIS. Tecnología de Pequeños Sistemas de Abastecimiento de agua en Países en Desarrollo La Haya : CEPIS; 1988.
 59. Frazier W, Westhoff D. Microbiología de los alimentos Zaragoza: ACRIBIA,S.A.; 1993.
 60. MINSA. Procedimientos y protocolos de atención en enfermedades del aparato digestivo LIMA: INS; 1990.
 61. Bhunia A. Foodborne Microbial Pathogens New York: Springer; 2008.
 62. ICMSF. INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD. Microorganismos de los alimentos I: Su significado y métodos de enumeración. 2nd ed. Zaragoza: Acibia; 1999.
 63. CEPIS. textos completos FULTEXT. [Online]. LIMA; 1990 [cited 2019 Julio 30. Available from: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repin53/rem/remcap04.html#cal3>.
 64. Sibirian B. Evaluación Microbiológica y Sanitaria en Manipuladores de alimentos de venta Ambulatoria, Municipio Girardot, estado Aragua(trabajo de investigación presentado como requisito para aprobar la mestría). Maracay.; 2014.
 65. Daniel W. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 5th ed. Mexico D.F.: Limusa; 1996.

Anexos

Modelo de procedimiento de laboratorio

Chromocult® Coliform Agar ES está diseñado para su uso en Laboratorios de microbiología que analizan alimentos y piensos. El medio de cultivo cromogénico es selectivo y diferencial, además reconoce E. coli y coliformes de alimentos, como la carne cruda molida, pollo molido crudo y leche cruda, para ser detectados, diferenciado y enumerado dentro de las 24 horas (47)

Los alimentos frescos generalmente contienen una alta carga microbiana y generalmente no contiene bacterias lesionadas. El alto nivel de la flora acompañante requiere una mayor selectividad del medio de cultivo para asegurar la inhibición de bacterias no deseadas y permitir a los organismos objetivo crecer bien. Era necesario modificar el bien establecido Chromocult® Agar coliforme para cumplir este requisito difícil y crítico, intercambiando Tergitol®7 con una combinación de sales biliares y propionato, lo que resulta en la extensa inhibición de bacterias de acompañamiento, Chromocult® Coliform Agar ES es un medio que permite la detección simultánea de coliformes / E. coli en muestras con alta carga bacteriana Chromocult® Coliform Agar ES es, por lo tanto, el medio ideal para la detección de coliformes / E. coli en alimentos frescos (47).

Estudios de validación

Chromocult® Coliform Agar ES ha sido validado por el Instituto de Investigación AOAC™ bajo el programa Performance Tested MethodsSM para el análisis de carne molida cruda, pollo molido crudo y leche cruda.

El método de número más probable (MPN) para bacterias coliformes y E. coli (método oficial AOAC™ 966.24) se usó para las pruebas de comparación de métodos.

Se descubrió que el método Chromocult® Coliform Agar ES es equivalente al método oficial AOAC™ (47).

Modo de acción

La combinación de peptonas adecuadas y la amortiguación con MOPS permiten un rápido crecimiento de coliformes y una transformación óptima de los sustratos cromogénicos. La cantidad de sales biliares y propionato inhibe en gran medida el crecimiento de la flora acompañante Gram-positiva y Gram-negativa.

La detección simultánea de coliformes totales y *E. coli* se logra mediante la combinación de dos sustratos cromogénicos. El sustrato SalmonTM -D-GAL se escinde por la -D-galactosidasa, característica de los coliformes, lo que da como resultado una coloración salmón a roja de las colonias de bacterias coliformes. El sustrato X-D-glucurónido se escinde por la -D-glucuronidasa, característica de *E. coli*, lo que hace que las colonias positivas se vuelvan de color azul.

A medida que *E. coli* escinde SalmonTM -D-GAL y X-D-glucuronuro, sus colonias se vuelven de color violeta oscuro y se diferencian fácilmente de los otros coliformes que tienen un color rojo salmón. (47).

Composición típica (g / litro)

Peptona 5.0; cloruro de potasio 7.5; MOPS 10.0; sales biliares 1.15; propionato 0.5; agar-agar 10.0; 6-cloro-3-indoxil-beta-D-galactopiranosido 0.15; isopropil-beta-D-tiogalactopirano-lado 0.1; Ácido 5-bromo-4-cloro-3-indoxil-beta-D-glucurónico 0.1 (47).

Preparación

Suspender 34.5 g en 1000 ml de agua purificada y calentar a ebullición con agitación frecuente hasta que se disuelva por completo (aproximadamente 45 minutos).

- No esterilice en autoclave, no sobrecaliente.
- Enfríe inmediatamente el medio en un baño de agua a 45-50 ° C (aparece un precipitado si se excede un período de 2 horas).

- pH: 7.0 ± 0.2 bei 25°C
- El medio es claro e incoloro.
- Las placas preparadas pueden almacenarse en bolsas o bolsas de plástico selladas por hasta 2 semanas a $2 - 8^\circ\text{C}$ y protegidas de la luz (47).

Preparación de la muestra

Prepare las muestras de prueba utilizando técnicas de laboratorio estándar como las descritas en el Manual de análisis bacteriológico o el estándar ISO apropiado específico para el producto en cuestión. Para minimizar la posible interferencia entre la coloración de coliformes / E. coli y la muestra (p. ej., pH bajo), es aconsejable diluir la muestra 1:10 en una solución tamponada (p. ej., agregar 450 ml de tampón de fosfato de Butterfield, agua de peptona tamponada o caldo de peptona de cloruro de sodio tamponado al recipiente de la licuadora que contiene 50 g de muestra y mezclar durante 2 min); realice diluciones adicionales según sea necesario (47).

Aplicación

Chromocult® Coliform Agar ES, generalmente se inocula mediante el método de vertido en placa. Con una pipeta estéril, transfiera 1 ml de la muestra de prueba líquida (o 1 ml de la dilución apropiada) a una placa de Petri estéril.

Vierta aproximadamente 15 ml de agar cromiforme Chromocult® ES en cada placa de Petri mientras el medio aún esté líquido, pero solo después de que el medio se enfríe a $45-50^\circ\text{C}$. Agite cuidadosamente la placa hasta que el inóculo se mezcle completamente con el medio. Permita que la mezcla se solidifique en una superficie horizontal fría. Incubar los platos inoculados aeróbicamente a $35-37^\circ\text{C}$ en posición invertida (con el agar hacia arriba) durante 24 horas. Después de la incubación, examine las placas para detectar la presencia de colonias típicas de E. coli y otros coliformes (47).

Resultados

Cuente las colonias de azul oscuro a violeta como *E. coli* y las colonias de salmón a rojo como otros coliformes. El total de todas las colonias rojas y azules representan el recuento total de coliformes. Algunas *E. coli* (3-4%) son negativas a la β -glucuronidasa y crecen como colonias de color rojo salmón, p. Ej. Cepas de *E. coli* O157 (47).

***E. coli* 0157 ATCC 1844**

La flora acompañante aparece como colonias incoloras, a excepción de algunos organismos, que poseen actividad de β -D-glucuronidasa. Estas colonias aparecen de color azul claro a turquesa (47).

***Salmonella* Urbana ATCC 9261**

El recuento total de coliformes no debe exceder 150 UFC típicos y 300 UFC totales (coliformes totales y bacterias acompañantes) por placa. Por encima de estos niveles, las colonias no se pueden contar con precisión. Las muestras, que se espera que excedan estos niveles máximos, deben diluirse antes de la inoculación. Calcule el número de *E. coli* y otros coliformes por mililitro o por gramo de muestra a partir del número de colonias características en las placas (47).

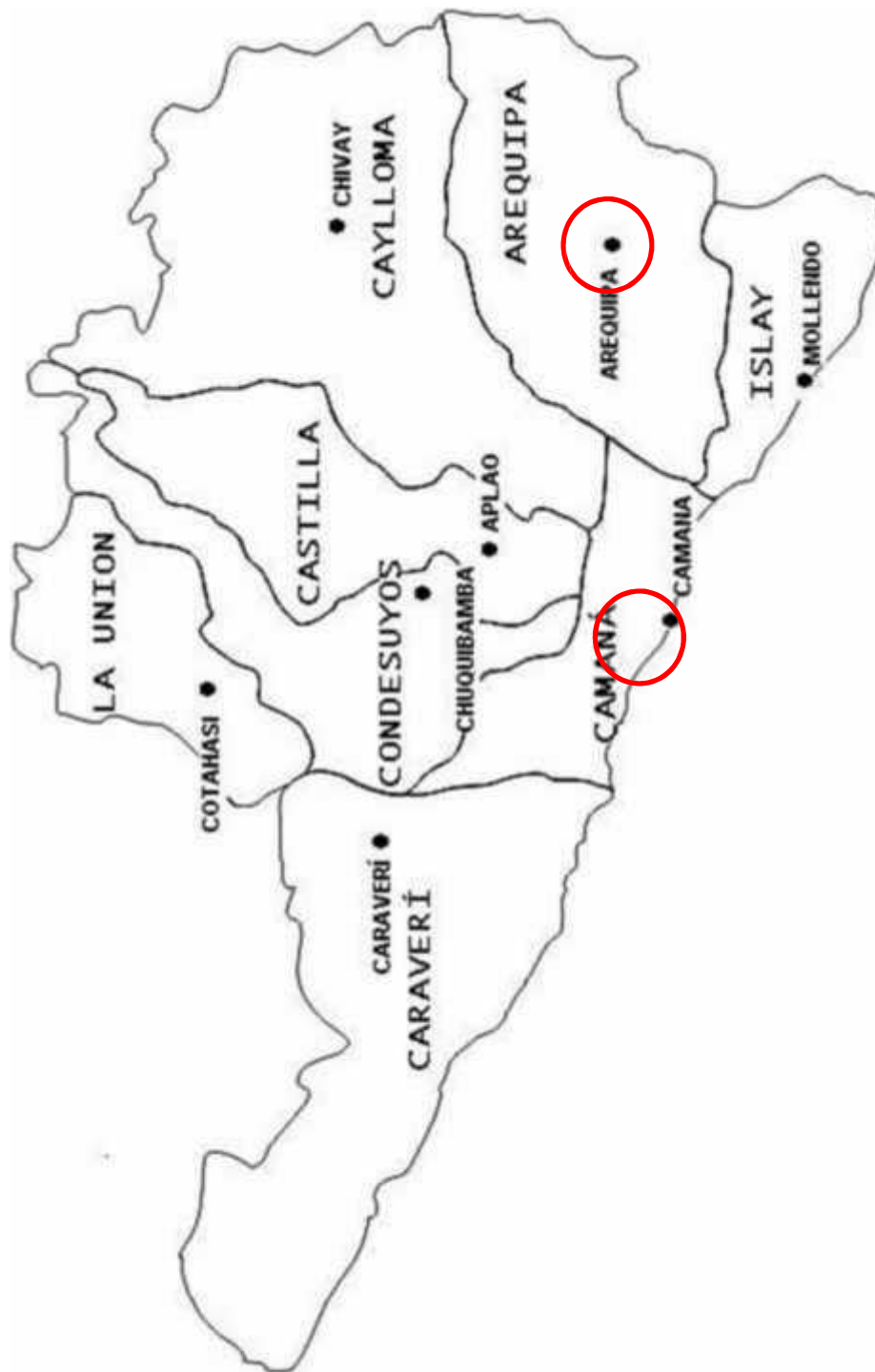
Limitaciones

Las placas deben estar secas antes de su uso. En caso de que la superficie del agar esté húmeda, las placas inoculadas con muestras de alimentos que utilizan el método de extensión de la superficie pueden producir colonias poco características y distinguidas que son difíciles o imposibles de enumerar. Para muestras de alimentos, utilice la técnica de vertido en placa como método preferido (47).

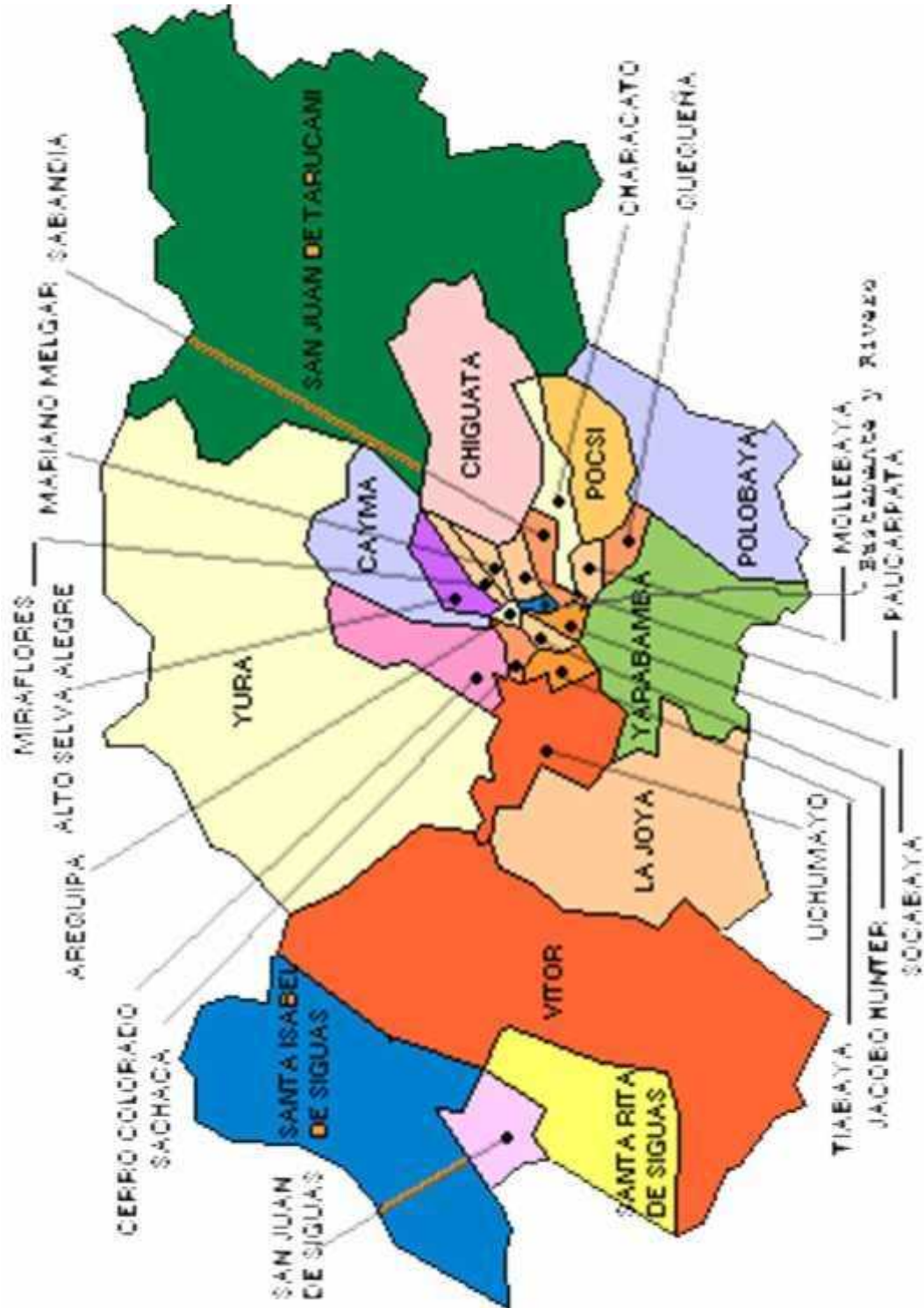
Matriz de recolección de datos

| MUESTRA | LOCALIDAD | MERCADO | ORIGEN | E. coli | Coliformes totales | Enterobacterias |
|---------|-----------|-------------------|-----------|---------|-----------------------|-----------------|
| | | | | UFC/gr | UFC/gr | UFC/gr |
| 1 | AREQUIPA | MI MERCADO | YARABAMBA | 34 | 439 | 577 |
| 2 | AREQUIPA | MI MERCADO | YARABAMBA | 128 | 1878 | 1958 |
| 3 | AREQUIPA | MI MERCADO | LA JOYA | 13 | 1813 | 1869 |
| 4 | AREQUIPA | F. ALTIPLANO | CHARACATO | 360 | 2050 | 2150 |
| 5 | AREQUIPA | F. ALTIPLANO | AREQUIPA | 2 | 1952 | 1976 |
| 6 | AREQUIPA | F. ALTIPLANO | AREQUIPA | 2200 | 2320 | 2800 |
| 7 | AREQUIPA | S. CAMILO | AREQUIPA | 1 | 3576 | 3764 |
| 8 | AREQUIPA | S. CAMILO | JOYA | 17 | 4437 | 5537 |
| 9 | AREQUIPA | S. CAMILO | YURA | 18 | 1768 | 1776 |
| 10 | LA JOYA | MERCADILLO | JOYA | 1059 | 1279 | 3254 |
| 11 | LA JOYA | MERCADILLO | JOYA | 14 | 3264 | 4889 |
| 12 | LA JOYA | MERCADILLO | JOYA | 7 | 4102 | 5727 |
| 13 | LA JOYA | MERCADO S.M. P | JOYA | 301 | 1991 | 5176 |
| 14 | LA JOYA | MERCADO S.M. P | JOYA | 576 | 3826 | 5191 |
| 15 | LA JOYA | MERCADO S.M. P | JOYA | 110 | 9860 | 10640 |
| 16 | LA JOYA | NUEVO AMANECER | JOYA | 679 | 7179 | 12579 |
| 17 | LA JOYA | NUEVO AMANECER | JOYA | 0 | 3315 | 4420 |
| 18 | LA JOYA | NUEVO AMANECER | JOYA | 8 | 2608 | 3908 |
| 19 | CAMANÁ | DON ALBERTO | AREQUIPA | 3 | 2293 | 3918 |
| 20 | CAMANÁ | DON ALBERTO | PEDREGAL | 165 | 4365 | 6865 |
| 21 | CAMANÁ | DON ALBERTO | AREQUIPA | 65 | 4460 | 6660 |
| 22 | CAMANÁ | MERCADILLO | AREQUIPA | 14 | 4214 | 5839 |
| 23 | CAMANÁ | MERCADILLO | AREQUIPA | 296 | 4296 | 6571 |
| 24 | CAMANÁ | MERCADILLO | AREQUIPA | 20 | 4420 | 6370 |
| 25 | CAMANÁ | M. CENTRAL | AREQUIPA | 29 | 3229 | 5129 |
| 26 | CAMANÁ | M. CENTRAL | AREQUIPA | 2 | 4202 | 6477 |
| 27 | CAMANÁ | M. CENTRAL | AREQUIPA | 2 | 4102 | 5922 |

Mapa de provincias de la región Arequipa



Mapa de los distritos de la provincia de Arequipa



Fotos

Foto N° 1

Transporte de muestras al laboratorio



Foto N° 2

Muestreo de zanahorias en mercado



Foto N° 3

Incubación de muestras



Foto N° 4
Preparación de muestras



Foto N° 5
Preparación de muestras



Foto N° 6
Inoculación de muestra



Foto N°7
Placa número 1 después de incubación 35°C-37°C por 24 hrs.

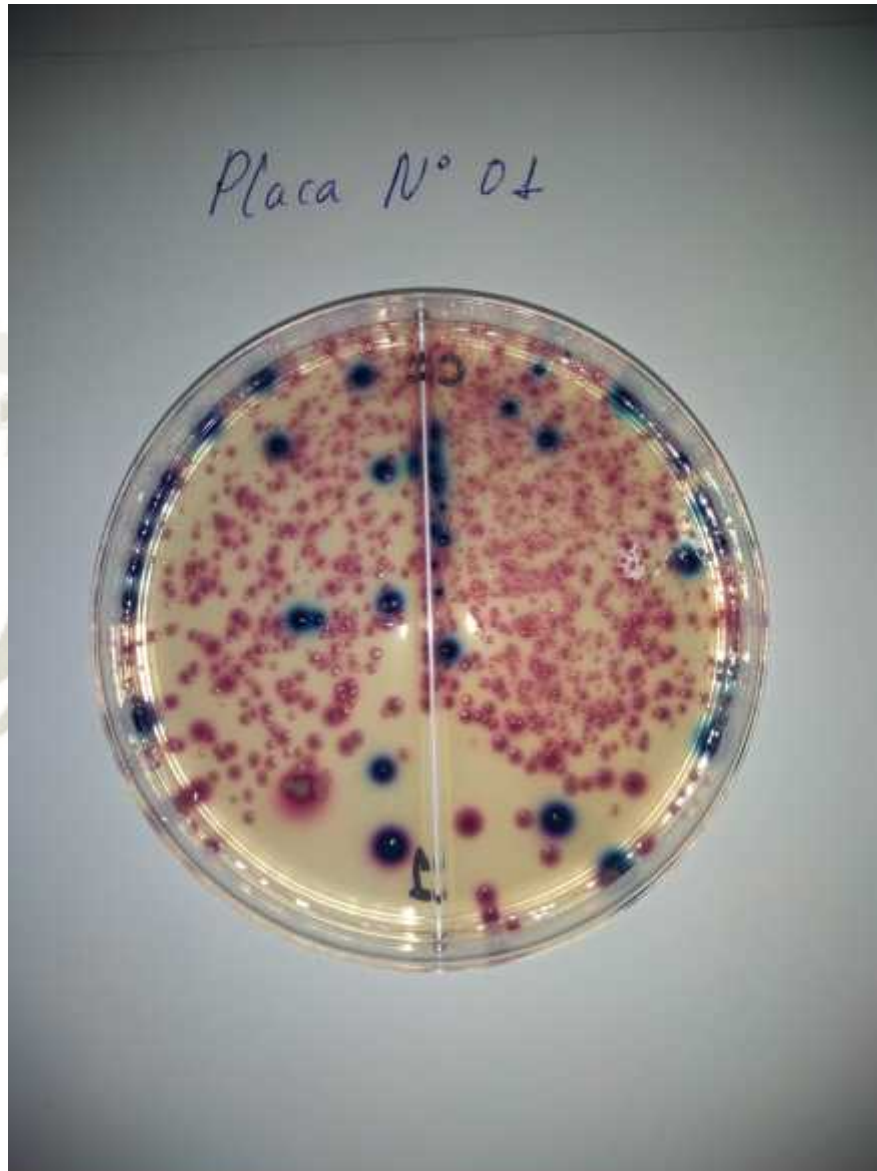


Foto N°8
Placa número 10 después de incubación 35°C-37°C por 24 hrs.

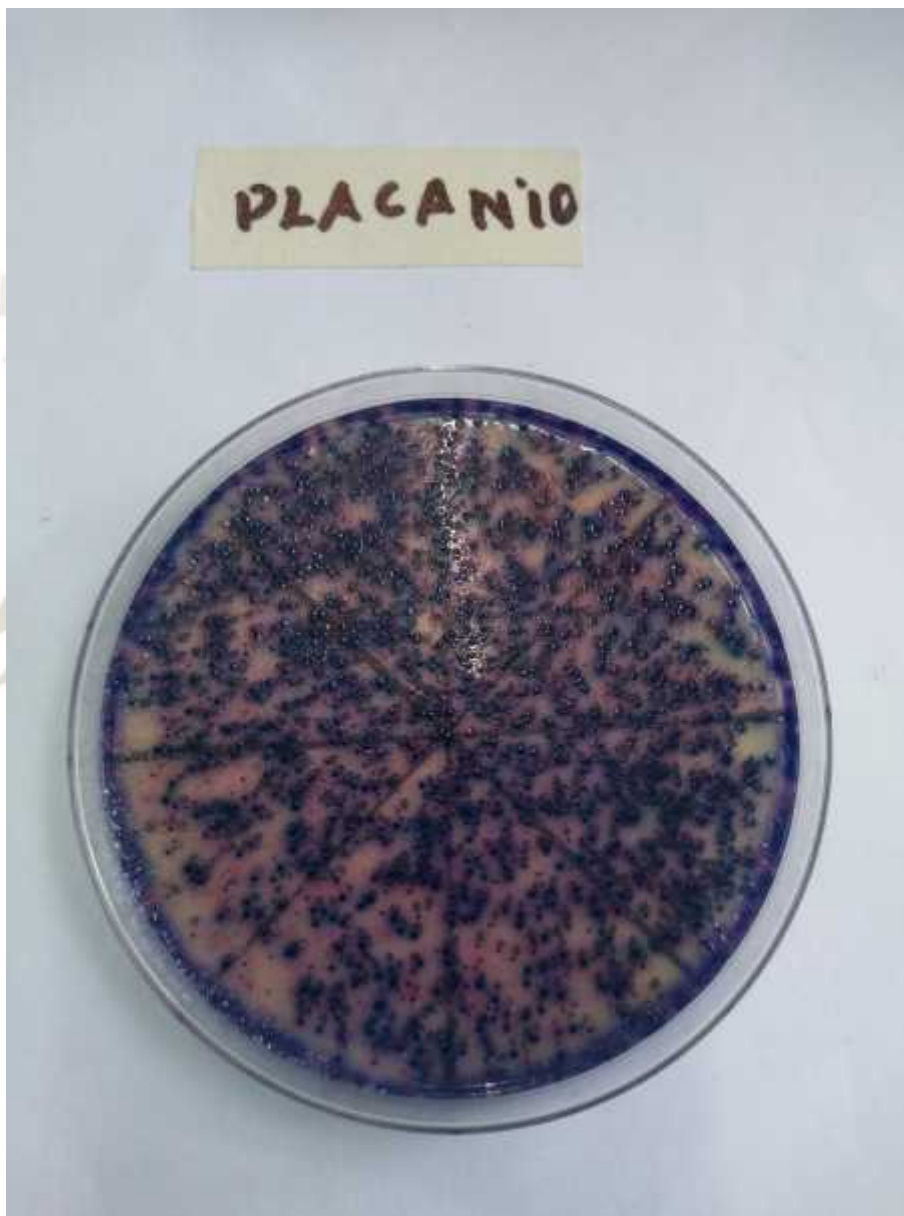


Foto N°9
Placa número 27 después de incubación 35°C-37°C por 24 hrs.

