



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA ESPINACA (*Spinacia
oleracea*) EN MERCADOS DE PUNO, 2022**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LINDA SHOMMER QUISPE VALERO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA ESPI
NACA (Spinacia oleracea) EN MERCADO
S DE PUNO, 2022**

AUTOR

LINDA SHOMMER QUISPE VALERO

RECUENTO DE PALABRAS

18905 Words

RECUENTO DE CARACTERES

102771 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

94 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 29, 2024 3:01 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 29, 2024 3:02 PM GMT-5

● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Blgo. M.Sc. Eva Laura Chauca
DOCENTE PRINCIPAL D.E. FCCBB - UNA
COLBIOP N° 905

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud,
bienestar y fuerza para lograr todas
mis metas.

A mis padres
Maximo Felix Quispe Vilca y
Marleni Zaragosa Valero Abarca
quienes son mi mayor ejemplo de
vida, mi fortaleza para salir
adelante, me guiaron brindándome
toda su sabiduría y conocimientos,
gracias a ustedes soy la persona que
soy actualmente, gracias por todo
lo que me dieron los amo son los
mejores.

A mi hermana
Tatiana Vanessa Quispe Valero por
el apoyo que me brindo desde el día
que nací por cuidarme y enseñarme
a ser perseverante, por ser mi
consejera y mi amiga, te quiero
mucho manita gracias. A mi
cuñado Frank Bryan y a mis tres
hermosos sobrinos.

A mi novio
Cesar Alfredo por estar ahí
apoyándome, guiándome y
dándome fuerzas para realizar esta
meta.

LINDA SHOMMER QUISPE VALERO



AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme salud, bienestar y por guiar mi camino brindándome sabiduría día a día.
- Agradecer a mis padres y a mi hermana por brindarme el valor de la honradez, respeto, humildad, igualdad, justicia y más que todo ética para poder forjarme personal y profesionalmente de la manera más adecuada, por esa razón siempre diré que ustedes son mi mayor fortaleza y mi mayor impulso a seguir adelante, sin su apoyo y aliento no hubiese logrado lo que soy ahora, gracias.
- Agradecer a los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por sus enseñanzas, sus conocimientos, ética y valores los cuales me forjaron profesionalmente.
- Agradecer a la Dra. Eva Laura Chauca de Meza por ser mi asesora brindándome todo su apoyo y paciencia para poder realizar esta meta, que Dios siempre la bendiga y proteja.
- Agradecer a los jurados calificador, a la Dra. Roxana del Carmen Medina Rojas, Mg. Juan Pablo Huarachi Valencia y a la Dra. Sandra Beatriz Butron Pinazo por sus aportes a esta investigación.
- Agradecer al señor Melitón por su apoyo brindándome sus conocimientos y por los años que compartió con nosotros.
- Agradecer al Dr. Dante Mamani Sairitupac por aconsejarme y brindarme su tiempo en el momento que necesite una guía.

LINDA SHOMMER QUISPE VALERO



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO GENERAL 15

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 15

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES..... 16

2.2 MARCO TEÓRICO 20

2.2.1 Hortalizas 20

2.2.2 Espinaca 21

2.2.3 Contaminación de las hortalizas..... 27

2.2.4 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)..... 31

2.2.5 Calidad bacteriológica en alimentos 34

2.2.6 Microorganismos indicadores de contaminación..... 36

2.2.7 Criterios microbiológicos para la detección de coliformes totales y
Escherichia coli en la espinaca 38



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ÁREA DE ESTUDIO	40
3.1	TIPO DE ESTUDIO	40
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.3	RECOLECCIÓN DE MUESTRA.....	41
3.4	METODOS DE ANALISIS	42
3.4.1	Determinación de la calidad bacteriológica mediante el recuento de coliformes totales en la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>) en mercados Bellavista y Unión y Dignidad de Puno, según (DIGESA, 2001)	42
3.4.2	Determinación de la calidad bacteriológica mediante la carga bacteriana de <i>Escherichia coli</i> en la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>) en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de Puno, según (DIGESA, 2001)	46

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	CALIDAD BACTERIOLÓGICA MEDIANTE EL RECuento DE COLIFORMES TOTALES EN LA ESPINACA (<i>SPINACIA OLERACEA</i>) EN LOS MERCADOS BELLAVISTA Y UNIÓN Y DIGNIDAD DE PUNO.	52
4.2	CALIDAD BACTERIOLÓGICA MEDIANTE LA CARGA BACTERIANA DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> EN LA ESPINACA (<i>SPINACIA OLERACEA</i>) EN LOS MERCADOS BELLAVISTA Y UNIÓN Y DIGNIDAD DE PUNO... 	61
V.	CONCLUSIONES.....	74
VI.	RECOMENDACIONES	76
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77



ANEXOS..... 84

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUB LÍNEA: Diagnostico y Epidemiologia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31 de enero del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Recuento de coliformes totales en los puestos de venta del mercado Unión y Dignidad.....	53
Figura 2	Recuento de coliformes totales en los puestos de venta del mercado Bellavista.....	56
Figura 3	Recuento de coliformes totales según los límites microbiológicos en espinacas (<i>Spinacia oleracea</i>) expendidos en el mercado Bellavista y Unión Dignidad.....	58
Figura 4	Recuento de coliformes totales en espinacas expendidas en el mercado Unión y Dignidad y mercado Bellavista.....	59
Figura 5	Recuento de <i>Escherichia coli</i> en los puestos de venta del mercado Unión y Dignidad.....	62
Figura 6	Recuento de <i>Escherichia coli</i> en los puestos de venta del mercado Bellavista.....	65
Figura 7	Recuento de <i>Escherichia coli</i> según los límites microbiológicos en espinacas (<i>Spinacia oleracea</i>) expendidos en mercado Bellavista y Unión y Dignidad.....	67
Figura 8	Recuento de <i>Escherichia coli</i> en espinacas expendidas en el mercado Unión y Dignidad y mercado Bellavista.....	68
Figura 9	Calidad bacteriológica de la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>) expendida en el mercado Bellavista y Unión y Dignidad.....	70
Figura 10	Calidad bacteriológica de las espinacas expendidas en el mercado Unión y Dignidad, mediante la comparación entre el recuento de coliformes totales y <i>Escherichia coli</i>	71



Figura 11 Calidad bacteriológica de las espinacas expandidas en el mercado bellavista,
mediante la comparación entre el recuento de coliformes totales y *Escherichia*
coli..... 72



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición nutritiva de la espinaca	22
Tabla 2	Criterios microbiológicos establecidos para hortalizas frescas	39
Tabla 3	Muestreo de espinacas en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de la ciudad de Puno	41
Tabla 4	Promedio del recuento bacteriano de coliformes totales (NMP/g) en espinacas crudas expandidas en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023.....	52
Tabla 5	Promedio del recuento de coliformes totales (NMP/g) en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista de la ciudad de Puno - 2023	55
Tabla 6	Frecuencia del recuento de coliformes totales según los límites microbiológicos en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista y el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023	58
Tabla 7	Promedio del recuento de <i>Escherichia coli</i> en espinacas crudas expandidas en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023	61
Tabla 8	Promedio del recuento de <i>Escherichia coli</i> en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista de la ciudad de Puno – 2023.....	64
Tabla 9	Frecuencia del recuento de <i>Escherichia coli</i> según los límites microbiológicos por puestos de venta en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista y el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023.	66
Tabla 10	Calidad bacteriológica de las espinacas expandidas en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023	70



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DIGESA:	Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria
ETA:	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
g:	Gramo
MINSA:	Ministerio de Salud
M:	Máximo permisible
m:	Mínimo permisible
NMP:	Número más Probable
OMS:	Organización Mundial de la Salud
UFC:	Unidad Formadora de Colonia



RESUMEN

La espinaca (*Spinacia oleracea*) es una hortaliza muy comercializada en mercados y ferias sabatinas teniendo gran acogida por el consumidor debido a su composición nutritiva; sin embargo este producto puede ser responsable de vehicular gérmenes patógenos causantes de enfermedades gastrointestinales (ETAs), es de interés el presente estudio que se realizó durante los meses Enero a Marzo del 2023, el objetivo fue determinar la calidad bacteriológica de la espinaca (*Spinacia oleracea*) en mercados de la ciudad de Puno, para lo cual se analizaron 50 muestras; para el análisis bacteriológico se aplicó métodos estandarizados según DIGESA 2001 el Número Más Probable para recuento de coliformes totales y *Escherichia coli*; el estudio es de tipo descriptivo, analítico y transversal, para el análisis estadístico: se consideró medidas de tendencia (promedios), frecuencia y la prueba H de Kruskal-Wallis, abordando a importantes resultados como promedio de coliformes totales en el mercado Unión y Dignidad por puestos de venta que fue de: PV1: 2×10^3 , PV2: 1×10^3 , PV3: 1×10^3 , PV4: 1×10^3 y PV5: 1×10^3 NMP/g y en el mercado Bellavista: PV1: 1×10^3 , PV2: 9×10^2 , PV3: 9×10^2 , PV4: 6×10^2 y PV5: 9×10^2 NMP/g; la prueba estadística indico que los resultados para cada mercado no presentan diferencia significativa entre los puestos de venta, excediendo el límite máximo permisible; así mismo comparando la frecuencia de coliformes totales entre mercados se encontró diferencias significativas donde el mercado Unión y Dignidad reporta un mayor recuento bacteriano (1415 NMP/g). Respecto al promedio del recuento de *Escherichia coli* en el mercado Unión y Dignidad por puesto de venta este fue de: PV1: 1×10^3 , PV2: 2×10^2 , PV3: 5×10^2 , PV4: 3×10^2 y PV5: 3×10^2 NMP/g, entre los cuales no se presentan diferencias significativas pero si exceden los límites máximos permisibles; en el mercado Bellavista el recuento fue: PV1: 3×10^2 , PV2: 8×10^1 , PV3: 3×10^2 , PV4: 1×10^2 y PV5: 7×10^1 NMP/g, no existiendo diferencias significativas entre los puestos de venta; en la frecuencia entre mercados hubo diferencias significativas donde el mercado Unión Dignidad reporta un mayor recuento bacteriano (485 NMP/g). Se concluye que la elevada carga bacteriana de coliformes totales en todas las muestras de espinaca de los puestos de cada mercado y la presencia de *Escherichia coli*, demuestran que este producto está contaminado por bacterias de origen fecal y es de riesgo para el consumo humano.

Palabras clave: Calidad bacteriológica, Coliformes totales, Espinaca, *Escherichia coli*, Mercado.



ABSTRACT

Spinach (*Spinacia oleracea*) is a vegetable widely marketed in markets and Saturday fairs having great acceptance by the consumer due to its nutritional composition; However, this product can be responsible for carrying pathogenic germs that cause gastrointestinal diseases (ETAs). This study was conducted during the months of January to March 2023, with the objective of determining the bacteriological quality of spinach (*Spinacia oleracea*) in markets in the city of Puno, for which 50 samples were analyzed; For the bacteriological analysis, standardized methods were applied according to DIGESA 2001, the Most Probable Number for total coliform and *Escherichia coli* counts; the study is descriptive, analytical and cross-sectional, for the statistical analysis: trend measures (averages), frequency and the Kruskal-Wallis H-test were considered, approaching to important results such as average total coliforms in the Union and Dignity market by sales stalls which was: PV1: 2×10^3 , PV2: 1×10^3 , PV3: 1×10^3 , PV4: 1×10^3 and PV5: 1×10^3 NMP/g and in Bellavista market: PV1: 1×10^3 , PV2: 9×10^2 , PV3: 9×10^2 , PV4: 6×10^2 and PV5: 9×10^2 NMP/g; The statistical test indicated that the results for each market did not show significant differences between stalls, exceeding the maximum permissible limit; likewise, comparing the frequency of total coliforms between markets, significant differences were found, with the Union y Dignidad market reporting a higher bacterial count (1415 NMP/g). Regarding the average *Escherichia coli* count in the Union y Dignidad market per stand, it was: PV1: 1×10^3 , PV2: 2×10^2 , PV3: 5×10^2 , PV4: 3×10^2 and PV5: 3×10^2 NMP/g, among which there are no significant differences but they do exceed the maximum permissible limits; in the Bellavista market the count was: PV1: 3×10^2 , PV2: 8×10^1 , PV3: 3×10^2 , PV4: 1×10^2 and PV5: 7×10^1 NMP/g, there being no significant differences between the stalls; in the frequency between markets there were significant differences where the Unión Dignidad market reports a higher bacterial count (485 NMP/g). It is concluded that the high bacterial load of total coliforms in all the spinach samples from the stalls of each market and the presence of *Escherichia coli* show that this product is contaminated by bacteria of fecal origin and is a risk for human consumption.

Key words: Bacteriological quality, Total coliforms, Spinach, *Escherichia coli*, Market.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los alimentos contaminados son uno de los factores de mayor riesgo que ocasionan enfermedades de transmisión alimentaria (ETAS), se deben a la ingesta de alimentos insalubres y agua contaminada por agentes patógenos en cantidades que afecten a la salud humana ya sea de manera individual o grupal, afectando a las personas con mayor susceptibilidad, como: niños, mujeres gestantes, ancianos y personas con sistema inmunológico debilitado. Los síntomas van desde un problema gastrointestinal hasta otras consecuencias de gravedad como insuficiencia renal, insuficiencia hepática, cáncer o puede ocasionar la muerte. La OMS indica que entre el 70 y 80% de enfermedades gastrointestinales son por la ingesta de alimentos contaminados ya sea en el procesamiento, almacenamiento y mala manipulación al momento de preparación para poder ingerirlo (MINSA, 2017).

La espinaca es una planta herbácea, con un alto valor nutricional compuesta por agua, vitaminas, altos niveles de minerales y bajos niveles de carbohidratos y grasas (Fonseca, 2015); es una planta de regadío y tiene contacto directo con el suelo por esta razón se puede contaminar durante la etapa de la pre - cosecha mediante el agua de riego inadecuado (Arroyo et al., 2018); de la misma manera la contaminación se puede manifestar en toda la cadena alimentaria durante la recolección, transporte, almacenamiento y manipulación al momento de expenderlas donde no es adecuado el manejo del producto, es así que los vendedores encargados de manipular y expender las espinacas a la población pueden condicionar la presencia de gérmenes que ocasionan ETAs. Un producto que es expendido bajo estas condiciones de deficiencias sanitarias presenta mala calidad por contaminación de agentes microbianos como: *Escherichia coli*,



coliformes totales y otros microorganismos; la presencia de estos agentes en la espinaca pone en peligro la salud del consumidor, peor aun cuando hay presencia de patógenos que podrían afectar a personas con un sistema inmunológico deficiente (Kopper et al., 2009).

La investigación da a conocer la calidad bacteriológica de la espinaca (*Espinacia oleracea*), según la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01; reportando que las muestras de espinaca (*Spinacia oleracea*) analizadas del Mercado Bellavista y Mercado Unión y Dignidad presentan una contaminación debido al alto recuento de coliformes totales y *Escherichia coli*, por esta razón son consideradas de mala calidad para el consumo humano y podría ocasionar enfermedades alimentarias; esto genera un llamado de atención a las autoridades competentes para que puedan inspeccionar la distribución de las hortalizas, capacitar a los vendedores para el manejo adecuado de los alimentos y concientizar a la población sobre la presencia de las ETAs; por esta razón se plantearon los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad bacteriológica de la espinaca (*Spinacia oleracea*) en mercados de la ciudad de Puno.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la calidad bacteriológica mediante el recuento de coliformes totales en la espinaca (*Spinacia oleracea*) en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de Puno.

Determinar la calidad bacteriológica mediante la carga bacteriana de *Escherichia coli* en la espinaca (*Spinacia oleracea*) en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Muñoz (2014), en su investigación realizada en Cundimarca – Bogotá, recolecto 15 muestras de espinacas tomadas de los cultivos de Cota, se obtuvo como resultado que el 100% están contaminadas con coliformes fecales y totales de la misma manera da a conocer que la contaminación se generó en la postcosecha. Así mismo, Echevarria y Parco (2011), en su investigación realizada en Tarma tomaron muestras de espinacas en el mercado mayorista, le realizaron lavados con agua y obtuvieron un crecimiento del 96×10^3 UFC/g de coliformes totales sin tratamiento siendo un valor inaceptable para consumo humano también se adquirieron recuentos de coliformes totales en agua clorada a 25ppm por 2 min teniendo como resultado 27.6×10^3 UFC/g, siendo mayor a lo establecido en la Norma Sanitaria, en agua clorada a 50 ppm da como resultado <100 UFC/g menor a lo establecido en la norma sanitaria.

Mritunjay y Kumar (2017), en su estudio en Dhanbad – India, obtuvieron como resultado que la espinaca y el pepino tienen mayor conteo microbiano de 7,3 log ufc/g. y también el recuento de coliformes fecales es alto en la espinaca con 5.8 ufc/g, obteniendo a su vez crecimiento de *Escherichia coli*. Por otro lado, Muñoz et al., (2013), en la ciudad de Lima – Perú, tomaron 15 muestras de espinaca y otros vegetales en cuatro mercados mayoristas, como resultado se obtuvo que el 18,9% de muestras tiene presencia de *Escherichia coli* en cantidad mayores a los límites permisibles establecidos, a su vez están contaminadas por coliformes fecales donde la muestra con mayor contaminación es la espinaca.



Rojas (2017), en su estudio realizado en la ciudad de México recolecto 180 muestras en tres municipios, concluye que todas las hortalizas analizadas están dentro del límite máximo permisible, la presencia de *Escherichia coli* es positiva y se obtienen bacterias coliformes y la serotificación indica presencia de serotipo *Escherichia coli* O105ab flagelar. Por otra parte, Puig et al., (2013), en su investigación realizada en la Habana, concluyo que de sus 100 muestras el 18% presentaron *Escherichia coli* en espinaca, y otros vegetales, también obtuvieron que las aguas de regadío están contaminadas, así concluyeron que la contaminación de los vegetales por *Escherichia coli* está asociada con la mala calidad de las aguas de regadío.

Galiano (2016), en su estudio realizado en Huánuco, tomo 72 muestras entre espinacas y otros vegetales, concluyendo que la contaminación por *Escherichia coli* se dio en el 56,9% de verduras considerándolas no aptas para consumo humano, donde la espinaca presento un 75% de muestras con mayor contaminación (no aptas). Así mismo en Estados Unidos OMS (2007), una empresa distribuyó espinacas contaminadas por *Escherichia coli* O157:H7 reportando 204 casos confirmados de contaminación alimentaria en la población, de los cuales 104 fueron hospitalizados 31 casos presentaron insuficiencia renal y 3 fallecieron.

Paredes (2017), en su estudio realizado en Tarma – Perú, en dos distritos, Acomayo y Palca, concluyó que la espinaca tiene presencia de coliformes fecales con un recuento en espinacas no tratadas de 2.93×10^2 UFC/g en Acobamba y 2.47×10^2 UFC/g en Palca también se presenta *Escherichia coli* en espinacas sin tratamiento con un recuento de 0.97×10 UFC/g en Acobamba y 1.03×10 UFC/gen Palca, para ambos microorganismos se considera que están dentro de los límites máximos permisibles. Por otro lado Castro et al., (2006), en su investigación realizada en la ciudad de Pachuca - México, tomaron 170 muestras de diferentes restaurantes, también concluyeron que las



ensaladas de espinaca y lechuga tiene un alto número de coliformes y coliformes fecales ($>10^3$) y se tubo presencia de *Escherichia coli* al 100% de su totalidad.

Hernandez y Escoto (2016), en el estudio que realizaron en el San Salvador, tomaron 20 muestras de una planta procesadora ACOPO de R.L, concluyeron que las hortalizas de tipo hoja como la espinaca presentaron un recuento de coliformes totales de 10^4 y 10^5 UFC/g, a su vez la presencia de *Escherichia coli* se vio reflejada en la espinaca con un recuento de 2 000 UFC/g por esta razón es considerado insatisfactorio ya que superan los límites máximos permisibles. Por otra parte Fiallos (2017), realizo su investigación en Ambato – Ecuador para establecer la calidad microbiológica de muestras de vegetales provenientes de las zonas de agrícolas, obtuvo como resultado que el col, nabo, acelga, lechuga y espinaca tienen un alto contenido de enterobacterias con valores por encima de 10^7 UFC/g que supero los límites máximos permisibles, esta podía estar relacionada con prácticas en la cosecha y post-cosecha.

Muñoz (2017), en su estudio realizado en Lima – Perú, analizaron 120 muestras provenientes de 4 fundos, obtuvo como resultado la presencia de *Escherichia coli* en un 23,3% en espinacas, la *Escherichia coli* O157:H7 están presentes en espinacas en un 7,5% de espinacas. Por otro lado Garcia (2019), en su estudio realizado en Jaén, obtuvo como resultado, donde las espinacas obtuvieron un crecimiento de *Staphylococcus* y bacterias lácticas, a su vez presencia de enterobacterias con crecimiento de EMB de 10^5 UFC/ml .

Ramirez (2017), en su estudio realizado en Toluca, concluyo que la espinaca presenta un grado de contaminación por microorganismos mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales, pero estos están dentro los límites permisibles. Así mismo Castro et al., (2012), encontraron que las ensaladas de espinacas crudas tienen presencia de *Escherichia coli* y coliformes fecales (707 MPN/g) en el 100% de las muestras.



Tixilema (2015), en su estudio realizado en Ambato – Ecuador, tomó muestras de espinacas y otros vegetales, en donde las espinacas presentaron mesófilos aerobios con un recuento de 179583 UFC/g, 17200 UFC/g de mohos y levaduras, 9082 UFC/g de coliformes totales, 675 UFC/g de *Salmonella* y 509 UFC/g de *Staphylococcus aureus*; todos estos recuentos obtenidos sobrepasan los límites permisibles; por otro lado Mayorga (2014), en su investigación realizada en Arequipa, tomo 30 muestras de cultivos hortícolas entre espinacas y otros vegetales, obteniendo como resultado para el recuento de coliformes totales en espinaca 3×10^3 NMP/ml, también obtuvo presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* donde el recuento es de 3×10 NMP/ml, indicando de esta manera que cumplen con lo establecido en la norma sanitaria.

Palacios (2019), en su investigación realizada en Huacho, analizo 15 puestos del mercado minorista tomando espinaca molida y otros vegetales sin tratamiento, obtuvo como resultado altamente significativos de coliformes totales (86,7%), *Escherichia coli* (33.3%), *Salmonella sp* (20%) y *Staphylococcus aureus* (20%) todos estos resultados no estuvieron conforme a los criterios microbiológicos establecidos en el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas; de la misma manera Moron (2022), en su investigación realizada en Ica, recolecto 24 muestras de espinacas molidas y otros productos, obteniendo como resultado la presencia de mesófilos aerobios, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp*. (100% aptos), coliformes totales (75% no aptos, 25% aptos) y *Escherichia coli* (79.2% aptos, 20.8% no aptos).

Diaz (2004), en su estudio realizado en Bogotá, tomó 150 muestras entre espinacas y otras hortalizas, obtuvo como resultado el recuento más alto de *Enterococcus* es de 10×10^5 UFC/g (manipulación con agua, lavado o almacenamiento), coliformes totales (>2400 coliformes/g); por otro lado Cevallos y Coox (2017), en su estudio realizado en Chone - Manabí - Ecuador, obtuvo como resultado para la espinaca un recuento de



coliformes totales de 9082 UFC, mesófilos aerobios 179583 UFC, mohos y levaduras 17200 UFC, *salmonella* 675 UFC y *Staphylococcus aureus* 509 UFC estos resultados sobrepasaron los límites permisibles.

Fernandez y Vilcabana (2018), en su investigación realizada en Lambayeque, analizaron 162 muestras, para lo cual determinaron la presencia de enteroparásitos dando como resultado que el 5.55% de espinacas expandidas en los mercados evaluados presentan enteroparasitos y encontraron *Iodamoeba butschlii* en un 3.85%, del mismo modo Paredes (2018), en su estudio realizado en Arequipa, analizo 450 muestras entre espinacas y otras hortalizas para determinar la presencia de enteroparásitos, obtuvo como resultado que el 33.33% de las 90 muestras de espinacas estudiadas presentan enteroparasitos como quistes de *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica*, *Endolimax nana*, *Huevos de Ascaris ssp.*, *Strongyloides ssp.* *Trichostrongylus spp* y *Trichura ssp.*

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Hortalizas

Son plantas herbáceas de color verde y amarillo cultivadas por lo general en huertas de regadío con fines de autoconsumo (Aristizabal et al., 1986), se pueden consumir las hojas, tallos, raíces, flores y yemas ya sea de manera cruda o cocida, todos estos son comercializados en mercados internos y externos (Marcelo et al., 2017). Así mismo son conocidos como alimentos naturales por su menor contenido calórico, esto se debe a que su mayor composición es agua (Roper, 2019), a su vez se destacan por ser ricos en vitaminas, minerales y fibra (Ramsay et al., 2021), también tiene una baja composición de azúcar, sodio, ácido fólico (B9) y potasio (Rozano et al., 2004). Las hortalizas pueden clasificarse según el órgano comestible: los frutos (tomate, berenjena), los bulbos (ajo,



cebolla), los coles (repollo, brócoli, coliflor), las hojas y tallos tiernos (acelga, espinaca, esparrago, apio, lechuga y perejil), pepónides (calabacín, calabaza, pepino) y por ultimo las raíces (nabo, rábanos, zanahoria) (Arroyo et al., 2018).

2.2.2 Espinaca

La espinaca es una planta herbácea cultivada mundialmente, se distribuye en zonas tropicales en donde se produce todo el año en tierras altas y frescas, en zonas templadas se producen a libre exposición a diferencia de las zonas bajas que se produce durante la primavera y verano o también en invernaderos durante el otoño y el invierno (Jiménez et al., 2010). Existen plantas masculinas como femeninas e incluso hermafroditas, se diferencian porque las femeninas presentan mayor número de hojas basales y tardan más en desarrollar la semilla, son más productivas sus hojas son carnosas y con forma de flecha en los tipos originales (Serrano, 1976). Por ser una planta anual su aprovechamiento tiene lugar cuando es joven ya que después emite un tallo floral y pierde totalmente su valor comercial como planta comestible (Fonseca, 2015), es así que por ser un producto comestible presenta una composición nutritiva que valora la ingesta de energía y nutrientes adecuados para el consumo humano de personas sanas y personas con algún tipo de afección, se tiene la siguiente tabla (Garcia et al., 2009).

Tabla 1*Composición Nutritiva de la Espinaca*

COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LAS ESPINACAS POR 100g DE PRODUCTO COMESTIBLE	
Agua (ml)	90.00
Energía (Kcal)	32.00
Proteínas (g)	2.80
Grasa Total (g)	0.90
Carbohidratos Totales (g)	4.90
Carbohidratos Disponibles (g)	2.70
Hidratos carbono (g)	1.00
Fibra Cruda (g)	1.60
Fibra Dietaria (g)	2.20
Potasio (mg)	423.00
Magnesio (mg)	54.00
Calcio (mg)	234.00
Fosforo (mg)	45.00
Zinc (mg)	0.53
Hierro (mg)	4.30
Retinol (µg)	378.00
Tiamina (mg)	0.07
Vitamina B2 - Riboflavina (mg)	0.20
Vitamina A Equivalentes Totales (µg)	469.00
Vitamina E (mg)	1.71
Vitamina C (mg)	26.28
Vitamina B6 (mg)	0.20
Folatos	143.01

Fuente: (Garcia et al., 2009)

2.2.2.1 Características fisiológicas de la Espinaca

La espinaca es una hortaliza que presenta hojas lisas o rizadas de color verde oscuro y brillante, tiene una forma de roseta que surge de un tallo ramificado (Chicama, 2016), tiene un sistema radicular superficial donde la raíz es larga y gruesa de color rojizo, de las axilas en la parte del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias en las que se desarrollan las flores, el tallo es muy corto y rudimentario, erecto y mide de 30 cm a 1 m de longitud (Jayo, 2018); sus hojas son



caulíferas de color verde oscuro y dispuestas en roseta, tiene una forma ovalada y aspecto rugoso, pudiendo ser enteras o dentadas, el peciolo es cóncavo y a menudo de color rojo en su base con longitud variable, que va disminuyendo conforme soportan las hojas de reciente formación y desaparece en las que se sitúan en la parte más alta del tallo (Jiménez et al., 2010); presenta flores femeninas y masculinas, las flores masculinas se agrupan de 6 a 12 en las espigas terminales axilares y las flores femeninas se reúnen en glomérulos axilares y están formadas por un periantio bi o tetradentado con ovarios uniovulares de estilo único y estigma dividido en 3 a 5 segmentos, en algunas ocasiones presenta flores hermafroditas (Serrano, 1976).

2.2.2.2 Clasificación Taxonómica de la Espinaca (*Spinacia oleracea*)

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Subfamilia: Chenopodioideae

Género: *Spinacia*

Especie: *Spinacia oleracea*

Nombre común: Espinaca (Ramirez, 2017)



2.2.2.3 Valor Nutricional

La espinaca tiene un lugar muy importante en las hortalizas por el aprovechamiento de sus hojas ya que tiene un alto valor nutritivo y por su alto contenido de agua (90%) (ANNATURA, 2020), también presenta minerales, calcio, hierro, potasio y vitaminas en altas cantidades a diferencia del resto de verduras, se tiene las vitaminas A, C y E con una acción antioxidante, a su vez entran las vitaminas del complejo B como los folatos, B2 y B6 en menor proporción encontramos a la B3 y B1; y tiene un bajo porcentaje de proteínas, hidratos de carbono y lípidos, previniendo muchas enfermedades que tiene su origen en una nutrición deficiente (Soles, 2019).

La vitamina A es fundamental para la visión, el olfato, la salud de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y el funcionamiento adecuado del sistema inmunológico, hematopoyesis, actividad antioxidante (Lorenzana, 2020). La vitamina E juega un papel importante en la estabilidad de las células sanguíneas y la fertilidad, también tiene diversas funciones metabólicas como el cuidado de las membranas biológicas evitando formación de tóxicos (Bravo et al., 1976). Los folatos son necesarios para la producción de glóbulos rojos y blancos, el material genético y la formación de anticuerpos (Brito et al., 2012). La vitamina B2 participa en la producción de anticuerpos y glóbulos rojos, además de desempeñar un papel en la generación de energía y el mantenimiento de las mucosas epiteliales (Delgadillo y Ayala, 2009). La vitamina B6 es necesaria para el metabolismo celular y el funcionamiento del sistema inmunológico (Spinneker et al., 2007). El Potasio y el Sodio son minerales



esenciales para la transmisión y generación de impulsos nerviosos, así como para la actividad muscular normal, también regulan el equilibrio del agua dentro y fuera de las células (Crawford y Harris, 2011). El magnesio está relacionado con el funcionamiento del intestino, los nervios y los músculos, forma parte de los dientes y los huesos, también tiene un efecto laxante (Mikkelsen, 2010). Además, la espinaca es rica en glutatión, ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido beta-cumárico y carotenoides como la luteína y la zeaxantina, estos compuestos son importantes para la salud ocular.

2.2.2.4 Vías de contaminación de las hortalizas - espinacas

Desde el momento de cosecha hasta el momento de expendio de las espinacas hay vías de contaminación en cada proceso, de los cuales tenemos:

a) Siembra y cosecha

La espinaca se cultiva directamente en suelos que contiene materia orgánica, se debe colocar abono en cantidades adecuadas en el terreno preparado (Giraldo et al., 1986), si estos terrenos no son preparados adecuadamente pueden presentar patógenos de humanos y animales como *Escherichia coli* que contaminan la espinaca, puede controlarse con el adecuado mantenimiento del terreno, también se debe de tener cuidado en la aplicación de plaguicidas y fertilizantes (Lopez, 2002); de la misma manera el proceso de regadío debe ser de manera frecuente y ligera, teniendo cuidado de que sea excesivo ya que se pueden producir hongos, de la misma manera se debe de considerar la calidad del agua ya que si es inadecuada puede contaminar con algún patógeno a la espinaca ya que las



hojas la pueden absorber y así contaminarse (Melendez, 2014). La cosecha se realiza de forma manual lo cual se requiere el más mínimo cuidado para evitar una contaminación cruzada ya que en los 40 a 50 días de crecimiento se tiene muchas medidas de precaución para evitar una contaminación (Sigueñas, 2002).

b) Transporte y almacenamiento de las espinacas

El almacenamiento y transporte de las hortalizas es importante porque si no hay un adecuado manejo se tiene el riesgo de contaminación con bacterias (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shiguella*, *Listeria monocytogenes*), virus (Hepatitis A, Rotavirus, etc.), parásitos (Helmintos, *Giardia lamblia*, etc.), hongos y levaduras (García et al., 2003) por esta razón las condiciones adecuadas de transporte son en vehículos acondicionados con una refrigeración de 0°C, una humedad deseada del 95 al 100%, un punto de congelación de -0.3°C y una cantidad de hielo en paquetes convenientes (INEN, 2013).

De la misma manera la protección del producto durante el transporte desde el momento que sale de la fábrica o de los centros de cultivos hasta el punto de venta se tiene que tener en cuenta principalmente el envase y el embalaje del producto para garantizar el mantenimiento de la calidad durante la cadena comercial y satisfacer las necesidades de los consumidores. Se debe de tener el producto fresco en bajas condiciones de temperatura y debe ser de manera precisa y de forma práctica (Aguayo et al., 2011), de la misma manera se debe de considerar el tiempo de viaje, la carga y descarga que se deben de realizar de manera cuidadosa, su



manipulación debe de ser evitando golpes y movimientos bruscos. Respecto al almacenamiento de las espinacas se debe de evitar producción de pudrición y para esto se debe de adecuar en condiciones óptimas, pero siempre manteniendo las condiciones de refrigeración acorde a lo indicado ya que la exposición de mucho frio conllevaría a la no conservación de las características del producto (Alvarado y Guevara, 2017).

c) Comercialización o venta

La comercialización es el conjunto de compra y venta de la espinaca que ya paso por el proceso de producción, se aplica la calidad comercial que está relacionada con los hábitos de consumo en aquí se debe tener en cuenta la sanidad del producto como el deterioro por el manejo, almacenamiento y transporte y también se debe tener en cuenta la acción depredadora por plagas y enfermedades ocasionadas por insectos, roedores, bacterias y hongos; generalmente el comercio es de manera informal y ambulatoria y el consumidor acude más a estos centros de abastecimiento en donde no hay un adecuado manejo de los productos (Ramsay et al., 2021).

2.2.3 Contaminación de las hortalizas

La contaminación de hortalizas genera una mala calidad en el producto, se da por la presencia de algún agente contaminante en la hortaliza o medio ambiente alimentario, inicia desde el periodo de adquisición hasta su consumo, puede contener microorganismos como bacterias, hongos, parásitos, virus o toxinas (Zamora y Barbosa, 2019) la presencia de alguno de estos microorganismos llega del intestino de las personas o de los animales desde la boca, nariz, ojos, manos o



elementos extraños que se encuentran en el medio ambiente, esto pasa durante la etapas de producción (Garcinuño, 2013). La contaminación se puede dar de distintas formas como: la contaminación primaria que se presenta al momento de la cosecha, transporte, almacenamiento y el traslado a la industria, la contaminación directa se da por la mala manipulación de la hortaliza y la contaminación cruzada se da por la transferencia de contaminantes biológicos o químicos al producto cocido, este tipo de contaminación se clasifica de dos formas la contaminación cruzada directa e indirecta (Baracatt et al., 2021), la contaminación indirecta es cuando hay una difusión de contaminantes por acción de arrastre del viento (Jimenez, 2014).

La inadecuada conservación del alimento provoca una alteración, esto indica que se produce un cambio en las características organolépticas y en su valor nutritivo, de la misma manera los alimentos se deterioran lo cual nos da a conocer que estos productos ya están perturbados en su totalidad porque se produjo una deformación en el aspecto, sabor y olor, por esta razón hay transformaciones en las características químicas (acciones de enzimas, oxidación, hidrolisis), físicas (congelación, pérdida de agua, cambio de temperatura), microbiológicas (crecimiento de bacterias, levaduras y hongos) y sensoriales de la hortaliza, esto indica que no cuenta con las especificaciones nutricionales y por esta razón no es seguro el consumo de este alimento (Garcinuño, 2013).

2.2.3.1 Fuentes de contaminación de las hortalizas

Como fuente de contaminación se tiene la manipulación y tratamiento respecto de los utensilios y equipos que se utiliza para manejar las hortalizas, teniendo siempre en cuenta las buenas prácticas de



manufactura para evitar una contaminación bacteriana (Carrasco et al., 2013) por esta razón una buena manipulación garantiza una producción de alimentos inocuos (Torres & Moori, 2018). El medio ambiente también produce contaminación en las hortalizas mediante la presencia de nitritos, coliformes y desabastecimiento de agua potable, así como también la presencia de metales y alimentos mejorados genéticamente (Ortega et al., 2002). También se tiene que el agua, fertilizantes orgánicos, el suelo y la zoonosis también son fuentes de contaminación por microorganismos patógenos (Figueroa et al., 2018).

2.2.3.2 Tipos de agentes contaminantes

a) Contaminación biológica

Son aquellos microorganismos que alteran o contaminan las hortalizas, pueden ser de forma deseada o indeseada, se producen bacterias patógenas que pueden ser originados por los seres humanos y animales, estas bacterias generan modificaciones en el alimento y una alteración en su composición de manera no visible (Bolla, 2012) y esto puede generar la presencia de :

- **Bacterias:** Son organismos unicelulares tienen un tamaño de 0.5 y 5 μ , pertenecen al grupo de procariotas, solo se las puede observar cuando están en colonias, tienden a soportar condiciones ambientales impredecibles y cambiantes por esta razón son los principales causantes de intoxicaciones alimentarias (Sanchez et al., 2017).
- **Virus:** Son de tamaño más pequeño que la bacteria u hongos, son



conocidos como “parásitos” porque se multiplican dentro de células, tiene una alta capacidad infectante que pueden llegar a los alimentos ya que son de origen fecal y contaminan a través del agua (Sanchez et al., 2017).

- **Hongos:** Dentro de estos microorganismos se encuentran las levaduras y mohos, los cuales son generados por la disminución de la acidez en el alimento, en este caso generan micotoxinas en pocas cantidades las cuales son muy nocivas para el consumidor (Peron, 2011).
- **Parásitos:** Son organismos que sobreviven habitando dentro de otro organismo denominado huésped, durante un largo tiempo teniendo parásitos facultativos, obligados, endoparásitos, ectoparásitos y parásitos patógenos (Ocampo, 2014).

b) Contaminación química

Tiene relación con la toxicología en alimentos, son diversas sustancias químicas que están presentes en las hortalizas y se relacionan con la reacción de los organismos frente a ellos porque son nocivas a corto o largo plazo; se tienen tipos de tóxicos: tóxicos naturales, tóxicos ambientales y tóxicos agrícolas (González, 2018).

c) Contaminación física

Son objetos o elementos extraños presentes en el alimento que causan daños o enfermedades a quien lo consume, como: cristal, huesecillos, trozos de maderas, entre otros (Bolla, 2012).



2.2.4 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se generan a través de la ingesta de alimentos o bebidas que están contaminados con microorganismos patógenos (Gonzalez y Rojas, 2005), la organización mundial de la salud indica que la ETA son los problemas sanitarios más comunes que aquejan la salud de las personas desde niños hasta adultos mayores, presentan bacterias y virus como agentes etiológicos más comunes (Indart, 2017) y tiene un impacto socioeconómico negativo debido que hay una disminución de la productividad de las personas y de esa manera generando gastos hospitalarios y medicamentos (Santos, 2017).

2.2.4.1 Tipos de enfermedades transmitidas por alimentos

Se manifiesta de las siguientes formas:

- **Infección Alimentaria:** Se genera por la ingesta de alimentos con presencia de microorganismos vivos perjudiciales para la salud humana estos microorganismos se transportan por un alimento el cual es ingerido produciendo una invasión y multiplicación en el huésped.
- **Intoxicación Alimentaria:** Se produce a través de toxinas o venenos que genera las plantas o como metabolitos de los microorganismos.
- **Toxiinfección:** Consumo de alimentos con cierta cantidad de microorganismos que tienen la capacidad de producir o liberar toxinas una vez que son ingeridos (Kopper et al., 2009).



2.2.4.2 Factores de riesgos de las ETAs

Las ETAs son de cuidado especial para personas con mayor susceptibilidad que presentan un sistema inmunológico debilitado, los factores contribuyentes al incremento de ETAs son los cambios de hábitos alimenticios, la ingesta de alimentos envasados, alimentos fuera del hogar, venta de alimentos preparados y comidas rápidas (Fernandez et al., 2021), por esta razón la organización mundial de la salud estableció reglas para la inocuidad de alimentos, los cuales son (Kopper et al., 2009):

- Limpieza: Se debe de realizar el lavado de manos antes de la preparación de alimentos, mantener limpio los utensilios que tendrán contacto directo con los alimentos, mantener el campo estéril al momento de la preparación.
- Cocción: Los alimentos deben de estar cocidos a una temperatura de 65°C, para garantizar la inocuidad del alimento.
- Adecuado Almacenamiento: Un alimento debe de estar refrigerado a 4°C para evitar la producción de bacterias patógenas y la descomposición del producto esto impide los riesgos de enfermedades.
- Agua Potable: El agua es vital para la inocuidad de los alimentos, debe estar libre de bacterias y parásitos patógenos que son nocivas para la salud humana.

2.2.4.3 Enfermedades transmitidas por alimentos más comunes

Hay entre 250 agentes diferentes causantes de enfermedades



alimentarias, las más comunes son:

- *Salmonella spp*: Es un microorganismo que está presente en el tracto gastro intestinal de las personas y animales, el periodo de incubación es de 12 a 36 horas, está presente en huevos, leche, verduras y mariscos (Rosas, 2007).
- *Staphylococcus aureus*: Es una bacteria que se puede desarrollar en cualquier alimento que tiene las condiciones requeridas para su crecimiento y producción de enterotoxinas como factores principales de virulencia, se encuentra en la piel de los animales, mucosas y están presentes en alimentos como carnes, vegetales, leche (Sánchez y Farrando, 2021).
- *Escherichia coli*: Se encuentra en el tracto intestinal de los animales, también se pueden encontrar algunas cepas patógenas como la enterohemorrágica, presente en hortalizas contaminadas por materia fecal como espinacas, col, lechuga (Zavala y Rey, 2003).
- *Bacillus cereus*: Es una bacteria formadora de esporas, su habitat natural es encontrarla como saprofita en el suelo, agua, vegetación y aire; son microorganismos resistentes al calor y a desinfectantes (Perez, 2012).
- *Listeria monocytogenes*: Es un microorganismo saprofito, su crecimiento se da en temperaturas de refrigeración y se encuentra en algunos vegetales, alimentos crudos, procesados y en leche no pasteurizada (Lopez et al., 2006).



2.2.4.4 Síntomas de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos

Se presentan síntomas de manera súbita como: vómito, diarrea, dolor abdominal, cefalea, deshidratación, reacciones alérgicas, fiebre, náuseas, la aparición de los síntomas se da en un tiempo muy corto, también se presentan casos crónicos por la ingesta de alimentos contaminados con sustancias químicas, en estos casos pueden aparecer más síntomas como: vértigo, sudoración profusa, asfixia, movimientos descoordinados, y convulsiones ya que ataca al sistema nervioso; cuando los síntomas son muy severos tienen una duración de 7 días pero si no son tratados pueden provocar la muerte (Zuñiga y Caro, 2017).

2.2.5 Calidad bacteriológica en alimentos

- **Calidad:** Son un grupo de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a otra de su misma especie.
- **Calidad alimentaria:** Es el conjunto de características que indican si un alimento es aceptable para el consumidor. La calidad es de importancia para los procesos de manufactura alimentaria, valora las cualidades sensoriales, sanitarias y de trazabilidad durante los procesos del producto hasta su consumo. Se puede determinar la calidad de un alimento por: el cumplimiento de los requisitos legales y comerciales, la satisfacción del consumidor y la producción en el ciclo de mejora continua (Chauca, 2015).
- **Calidad bacteriológica:** se encarga de la identificación de la flora bacteriana presente en los alimentos, esto constituye como determinación de principales fuentes de contaminación y así poder realizar los correctivos para su posterior



manejo. Los alimentos presentan como indicadores bacterianos a distintos microorganismos que advierten el manejo inadecuado o contaminación del producto que incrementan el riesgo de presentar microorganismos patógenos.

Para determinar el análisis bacteriológico se debe de tener en cuenta que las hortalizas no son productos estériles, es un alimento que crece a base y aire libre en donde puede haber presencia de otros microorganismos de los cuales muchos pueden ser patógenos (Azañero, 2013); por esta razón se debe de tener en cuenta el *CODEX ALIMENTARIUS* que indica los principios generales de higiene de los alimentos y los principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos de alimentos, para las buenas prácticas de manufactura que se toma en el campo y la elaboración de los alimentos para asegurar su inocuidad, teniendo en cuenta que el personal que expende las hortalizas deben tomar cursos de Hábitos y Manipulación Higiénica en forma adecuada y continua, del mismo modo el transporte y almacenamiento debe ser adecuado (Chauca, 2015).

- **Indicadores de calidad bacteriológica en alimentos:** se tiene la presencia de ETAs por la mala manipulación de los alimentos, por esta razón se tiene como indicadores de contaminación a los coliformes totales, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*; las enterobacteriáceas se clasifican en géneros: *Serratia*, *Proteus*, *Edwardsiella* y otros. También se reconoce como indicadores fecales a: *Bifidobacterium spp*, *Ristella spp*, *Lactobacilos*, *Clostridium perfringens*, *Streptococos* (Chauca y Meza, 2017).



2.2.6 Microorganismos indicadores de contaminación

2.2.6.1 Coliformes Totales

Son un conjunto de microorganismos de la familia Enterobacteriaceae que comprenden cuatro distintos géneros: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*, son un grupo de bacilos gram negativos cortos que se definen como bacterias aerobias o anaerobias facultativas, oxidasa negativa son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas en una temperatura de 35 – 37°C en 48 horas, son de vida libre, no forman esporas, poseen la enzima β – galactosidasa y pueden ser destruidos fácilmente por temperaturas elevadas (Vasquez et al., 2013).

Su criterio bacteriológico es indicar una contaminación postproceso térmico, su recuento indica que el alimento ha sufrido alteraciones en la producción, procesamiento, distribución; se presentan en la naturaleza, suelo, vegetales, y agua, en los alimentos crudos se adquieren por su mala manipulación, también forman parte de la flora intestinal de los humanos y animales de sangre caliente y fría (Andino y Castillo, 2010).

Las propiedades importantes que los coliformes presentan para alterar los alimentos son: la capacidad que tiene para crecer en distintos sustratos y utilizan como fuente de energía los hidratos de carbono; pueden sintetizar la mayoría de las vitaminas; crecen dentro de un intervalo de temperatura amplio entre 10°C a 46°C; pueden producir amplias cantidades de ácido y gas por medio de azúcares; producen sabores



desagradables (Frazier & Westhoff, 1993).

2.2.6.2 *Escherichia coli*

Es una bacteria Gram negativa, es un anaerobio facultativo perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, se caracteriza por no formar esporas, móviles porque presentan flagelos peritricos, miden 0.5μ de ancho y 3μ de largo. Como reservorio natural de esta bacteria son los rumiantes, las aves de corral y los seres humanos; principalmente afecta a personas que son adultos mayores de 65 años a más, niños de 5 años, personas con un sistema inmunológico débil, mujeres embarazadas y viajeros (Vicario, 2013).

Por lo general es inofensiva, su presencia en el organismo del huésped ocasiona diarrea y cólicos estomacales como síntomas comunes, pero en algunas ocasiones causa síntomas graves como: diarrea con sangre (colitis hemorrágica), fiebre alta, vómitos, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias, infecciones en el torrente sanguíneo y la muerte (Andino & Castillo, 2010).

Es un indicador de contaminación fecal, se propaga por la ingesta de alimentos contaminados como productos crudos como las hortalizas, leche, carne picada y agua. Las vías de contaminación de los alimentos por *Escherichia coli* se da por una mala higiene, los alimentos entran en contacto con aguas contaminadas, contacto directo con el humano al momento de ser manipulados, contacto con estiércol animal, contacto con materia fecal humana y contaminación cruzada (Zavala y Rey, 2003).

Hay 5 grupos de *Escherichia coli*: *enteropatógeno* (produce la



muerte por la deshidratación que genera y ataca a la mucosa intestinal), *enteroinvasivo* (afecta a la mucosa del colon, genera fiebre, pocas evacuaciones mucosas y sanguinolentas), *enterohemorrágico* (colitis hemorrágica, evacuaciones con hemorragia), *enteroagregativa* (diarrea acuosa con moco, sangre y fiebre de bajo grado), Enterotoxigénico (diarrea del viajero) (Rodríguez, 2002).

La clasificación científica es: Reino: Bacteria, Filo: Proteobacteria, Clase: Gammaproteobacteria, Orden: Enterobacteriales, Familia: Enterobacteriaceae, Genero Escherichia, Especie: *E. coli* y Nombre Binomial: *Escherichia coli*.

2.2.7 Criterios microbiológicos para la detección de coliformes totales y *Escherichia coli* en la espinaca

Los criterios microbiológicos utilizados en Perú se basan en las NTS N°071 – MINSA/DIGESA – V.01 **Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano**, cuyo objetivo es “*establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos, bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para consumo humano*”. Fue aprobada en la Resolución Ministerial N°591-2008/MINSA del 27 de agosto del 2008.

Tabla 2

Criterios microbiológicos establecidos para hortalizas frescas

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes totales	5	3	5	2	10 ²	10 ³

Nota: Categoría: grado de riesgo que presentan los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento, “n”: número de unidades de muestras seleccionadas al azar de un lote, se analizan para satisfacer los requerimientos de un plan de muestreo, “c”: número máximo de muestras rechazadas en un plan de muestreo, cuando se detecta un número de unidades de muestras mayores a “c” se rechaza el lote, “m”: representa un producto aceptable, “M”: los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables esto indica que el alimento representa un riesgo para la salud.

Fuente: NTS N°071 – MINSA/DIGESA – V.01



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el departamento, provincia y distrito de Puno ubicado a 3824 m.s.n.m de altitud en el extremo sur del Perú, las muestras de espinaca (*Spinacia oleracea*) fueron recolectadas en el mercado Bellavista ubicado en una latitud de -15.8332336° y una longitud de $-70,0234638$ es un mercado conocido por su variedad de productos; y el mercado Unión y Dignidad ubicado a una altitud de 3811 msnm con una latitud de -15.84012 y una longitud de -70.01992° conocido como un centro de abastecimiento zonal tipo minorista. El análisis microbiológico para la determinación del recuento de coliformes totales y la presencia de *Escherichia coli* en la espinaca (*Spinacia oleracea*) se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

3.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio es de tipo descriptivo, analítico y transversal, los resultados describen la calidad bacteriológica de la espinaca mediante el recuento de coliformes totales y la carga bacteriana de *Escherichia coli*, que son expendidos en los mercados de la ciudad de Puno.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población analizada fueron los puestos de venta de hortalizas del mercado Bellavista y Unión y Dignidad de la ciudad de Puno, se estableció 5 puestos de venta por mercado los cuales fueron seleccionados al azar se tomó 5 muestras por puesto haciendo un total de 50 muestras analizadas.



Tabla 3

Muestreo de espinacas en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de la ciudad de Puno

Zona de Muestreo		N° de muestra	Total, de muestras analizadas
Mercado	Puestos de venta		
Mercado Bellavista	PV1	5	25
	PV2	5	
	PV3	5	
	PV4	5	
	PV5	5	
Mercado Unión y Dignidad	PV1	5	25
	PV2	5	
	PV3	5	
	PV4	5	
	PV5	5	
Total	10	50	50

Fuente: Elaboración propia.

3.3 RECOLECCIÓN DE MUESTRA

La muestra se recolecto en horas de la mañana en bolsas de plástico de primer uso, estas fueron debidamente etiquetadas (número de puesto, lugar de toma de muestra, fecha y hora de la toma de muestra, persona responsable del muestreo), se adquirió una cantidad de 500g por muestreo haciendo un total de 25kg, luego fueron transportados en un cooler con refrigerante a temperatura de 0 a 4°C evitando la exposición a la luz solar al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno para su análisis, el método de recolección fue al azar; este proceso se realizó en base directiva sanitaria N° 032 MINSA/DIEGESA. (MINSA, 2011).



3.4 METODOS DE ANALISIS

La metodología está basada en:

- La Norma Sanitaria que establece los criterios de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” según la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA.
- Manual de Análisis Microbiológico de Alimentos - Dirección General de Salud Ambiental 2001 - Perú.
- Métodos de Análisis Microbiológico de los Alimentos (Laura, 2017).

3.4.1 Determinación de la calidad bacteriológica mediante el recuento de coliformes totales en la espinaca (*Spinacia oleracea*) en mercados Bellavista y Unión y Dignidad de Puno

a. Técnica:

Número más probable (NMP/g) (DIGESA, 2001)

b. Fundamento:

Esta técnica está basada en un ensayo de presunción en caldo lactosado, al cual se le realiza un ensayo de confirmación de los tubos que presentan producción de gas para lo cual se requiere caldo verde brillante bilis el cual se incubaba cada uno durante 24 a 48 horas a una temperatura de 37°C; para comprobar la presencia de coliformes (Aguilar, 2018).



c. Procedimiento:

• **Homogenización y dilución de la muestra**

Se tomó 10 g de espinaca lo cual se trituro en un mortero para luego mezclarlo con 90 ml de solución reguladora de peptona, de esta manera se obtuvo la dilución 1:10 para luego tomar 1 ml con una pipeta estéril la cual ya correspondería a la dilución 1:100 de la misma manera se tomará la misma cantidad y se obtendrá la dilución 1:1000.

• **Inoculación**

Se inoculo en tres tubos que contenían caldo lactosado con tubos Durham invertidos, se introdujo 1 ml de alimento homogenizado y diluido (1:10). de la misma forma se repitió la operación inoculando la segunda dilución (1:100) en tres tubos diferentes con caldo lactosa por último se hizo el mismo procedimiento para la tercera dilución (1:1000), se utilizó para cada una de las diluciones una nueva pipeta esterilizada (DIGESA, 2001).

• **Incubación**

Se incubó durante 24 a 48 horas a 37°C los tubos de caldo lactosa.

Lectura de los tubos enriquecidos

Test presuntivo

Para la interpretación se utilizó los tubos en los cuales hubo presencia de fermentación la lactosa y que producción de gas transcurrido el tiempo de 24 horas de incubación, de esta manera se procedió a realizar la lectura y ha a notar los tubos con producción de gas y turbidez como positivos.



Test de confirmación

Los tubos con caldo lactosa que produjeron gas y fermentaron lactosa se utilizaron para tomar un inóculo con un asa de platino en aro estéril, para luego inocular en otro tubo que contenía caldo verde brillante bilis lactosa con tubos Durham invertidos lo cual se incubó por 48 horas a 37°C. cuando paso el tiempo se procedió a realizar la lectura donde los tubos con formación de gas confirmaron la presencia de coliformes totales así de esta manera se anotaron los tubos con reacción positiva en donde los resultados obtenidos se contrastaron con la tabla del número más probable (Laura, 2018).

Cálculos (NMP): enumeración de bacterias coliformes en alimento

La lectura de tubos positivos confirmados para coliformes se realizó en la tabla del número más probable (NMP) donde el índice de confianza es del 95% de probabilidad.

d. Variables a analizar:

- **Variable independiente:** Hortalizas – Espinaca (*Spinacia oleracea*).
- **Variable dependiente:** Calidad bacteriológica de la espinaca mediante coliformes totales.

e. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante medidas de tendencia central, frecuencias descriptivas, y la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia de 5% para lo cual se empleó el software estadístico *Infostat* (2018).



Kruskal – Wallis

Fundamento: La prueba H de Kruskal-Wallis es una prueba estadística no paramétrica diseñada para comparar grupos independientes, así como para evaluar si un conjunto de datos proviene de la misma población. Es parecido al ANOVA y se utiliza para determinar si existen diferencias significativas en las distribuciones de la variable en estudio entre diversas poblaciones (Quispe et al., 2019). La elección de esta prueba se basó en el incumplimiento de los supuestos estadísticos en los datos; a diferencia de otras pruebas Kruskal-Wallis no exige una distribución específica, permite muestras independientes y se adapta a niveles variables de medición. Dado que los datos recolectados son discretos, esta prueba ofrece información sobre la presencia o ausencia de diferencias significativas, utilizando un umbral de significancia ($P > 0.05$).

Formula:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Donde:

n_j : número de elementos de la muestra j

R_j : suma de rangos de todos los elementos de la muestra j

K: número de muestras

n: $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$, número total de observaciones

A continuación, se aplica la prueba de comparación de rangos si el valor de p sea < 0.05 (por lo menos uno de los niveles de la variable independiente



muestra diferencias estadísticas significativas en la prueba H de Kruskal Wallis).

3.4.2 Determinación de la calidad bacteriológica mediante la carga bacteriana de *Escherichia coli* en la espinaca (*Spinacia oleracea*) en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de Puno

a. Técnica:

Método del Número Más Probable (NMP) (DIGESA, 2001).

b. Procedimiento:

Se realizó el mismo procedimiento que el objetivo (a):

Se realizó la homogenización de la muestra tomando 10 g de espinaca la cual se trituro en un mortero y se mezcló con 90 ml de solución reguladora de peptona, luego se realizaron las diluciones 1:10 del cual se tomó con una pipeta 1ml y así se pasó a otro tubo donde se formó la dilución 1:100 y se repitió la secuencia para formar la dilución 1:1000 en cada tubo diluido se procedió a poner los tubos Durham invertidos y así se llevó a incubación por 24 a 48 horas a 37°C (DIGESA, 2001).

Luego se realizó la lectura de los tubos enriquecidos mediante el test de presunción donde se utilizó solo los tubos positivos para pasar al test de confirmación para lo cual se tomó un inculo con un asa de platino estéril para inocular en tubos con verde brillante bilis lactosa con tubos Durham, luego se incubó por 48 horas a 37°C.

Para la prueba de Coliformes Fecales de los tubos que resultaron con gas positivo en las diluciones de 1:10, 1:100 y 1:1000 en Caldo Verde Brillante Bilis



Lactosa (CLVBB), se obtuvo un inóculo con un asa de kolle estéril y se sembró por agotamiento en agar selectivo Eosina Azul de Metileno (EMB) luego se incubó de 24 a 48 horas a 37°C. Pasado el tiempo se realizó la lectura con la tabla del Número Más Probable (NMP) de las diluciones en donde hubo crecimiento de colonias en la placa cultivada para luego seleccionar las que presentan un brillo verde metálico lo cual indica la presencia de *Escherichia coli*.

c. Preparación de medios diferenciales

Se le realizó para su confirmación, los cuales son:

- **Agar triple azucarado (TSI)**

Fundamento: Evalúa la capacidad de un organismo para procesar un hidrato de carbono específico en un entorno de crecimiento básico, mediante la generación de gas (positivo o negativo) y la detección de ácido sulfhídrico. El medio de cultivo contiene glucosa en una proporción restringida y lactosa en una proporción 10 veces mayor. Las Enterobacterias y los fermentadores de glucosa inician el metabolismo de este azúcar, aprovechando las enzimas relacionadas con la glucosa como componentes bacterianos, obteniendo así mayor energía al utilizar el azúcar más simple. La descomposición de la glucosa produce un ácido que cambia el color del indicador rojo de fenol a amarillo. En caso contrario, si hay presencia de alcalinidad, el indicador rojo de fenol se torna rojo oscuro, indicando que las bacterias en cuestión no pertenecen a la familia Enterobacteriaceae (Bailon et al., 2003).

Procedimiento: Se procede a cargar la colonia seleccionada utilizando un asa de platino en punta, realizando una punción profunda en el medio y estrías en la superficie inclinada. Posteriormente, la muestra se incubó durante un período de



24 a 48 horas, durante este periodo se observa el cambio de color, siendo un indicativo de fermentación de glucosa y lactosa. En caso de que el color resultante sea amarillo, se considera que ha ocurrido fermentación tanto en la superficie como en el fondo. Este cambio de color se asocia con la producción de gas, generado a partir de la fermentación de la glucosa. El gas resultante provoca la ruptura de las paredes del agar, impulsándolo hacia arriba. Este fenómeno se interpreta como una lectura positiva A/A (ácido/ácido).

- **Agar Lisina Hierro (LIA)**

Fundamento: Evalúa la capacidad enzimática de un organismo para llevar a cabo la descarboxilación de aminoácidos como lisina y arginina, generando aminas y resultando en alcalinidad. Se emplea el indicador bromocresol púrpura, y la presencia de hidrógeno sulfurado, derivado del tiosulfato sódico, se detecta mediante la formación de sulfuro ferroso. Las descarboxilasas clave utilizadas para la identificación bacteriana incluyen las enzimas lisina, arginina y ornitina, las cuales son enzimas inducidas o adaptativas. (Macfaddin, 2003).

Procedimiento: La colonia elegida fue introducida mediante dos punciones en la profundidad del agar, seguido por la realización de una estría en la superficie inclinada. Posteriormente, se incubó durante 48 horas a 37°C y se procedió a la lectura para determinar si presenta la reacción de azul de Prusia/azul de Prusia, interpretándose como K/K).

- **Citrato de Simmons**

Fundamento: Determina la capacidad de un microorganismo para emplear el citrato como su única fuente de carbono en el metabolismo, resultando en la



producción de alcalinidad. La descomposición del citrato da lugar a la formación de ácidos intermedios, los cuales se volatilizan, dejando el catión sodio y los radicales oxidrilos en el entorno. El indicador azul de bromotimol, facilita la observación del cambio de color de verde a azul como señal de este proceso. (Bailon et al., 2003).

Procedimiento: se inculo en un tubo que contenida el agar citrato solido en forma de pico de flauta haciendo una estría superficial en el medio inclinado, se incubo por 48h a 37°C para luego dar lectura observando el cambio de color para interpretar como positivo o negativo.

- **Reacción en Indol**

Fundamento: Facilita la observación de la movilidad, la producción de indol y la presencia de sulfuro en bacteria, algunas que presentan movilidad pueden tener uno o varios flagelos, mientras las que no presentan movilidad carecen de flagelos. El indol es un compuesto que evalúa la habilidad de una bacteria para descomponer el triptófano, un aminoácido que puede oxidarse para generar metabolitos indólicos como el indol, escatol y ácido indolacético. (Macfaddin, 2003).

Procedimiento: La colonia seleccionada se inculo en caldo de peptona, se incubaba a 37°C por 48h, luego se agregó 2 gotas de reactivo de Kovac para ver si hay reacción, cuando hay producción de indol en la superficie se forma un anillo rojizo y se interpreta como reacción positiva.

d. Variables a analizar

- Variable independiente: Hortalizas – Espinaca (*Spinacia oleracea*)



- Variable dependiente: Calidad bacteriológica de la espinaca mediante *Escherichia coli*

e. Análisis estadístico

Se realizaron las medidas de tendencia (Promedio \bar{X}) y frecuencia, se utilizó el Software estadístico Infostat (2018) versión estudiantil para el análisis estadístico Kruskal – Wallis y la comparación de rangos, al igual que el primer objetivo.

Kruskal – Wallis

Fundamento: La prueba H de Kruskal-Wallis es una herramienta estadística no paramétrica diseñada para comparar grupos independientes, así como para evaluar si un conjunto de datos proviene de la misma población. Es equivalente al ANOVA y se utiliza para determinar si existen diferencias significativas en las distribuciones de la variable en estudio entre diversas poblaciones (Quispe et al., 2019). La elección de esta prueba se basó en el incumplimiento de los supuestos estadísticos por parte de los datos. A diferencia de otras pruebas, Kruskal-Wallis no exige una distribución específica, permite muestras independientes y se adapta a niveles variables de medición. Dado que los datos recolectados son discretos, esta prueba ofrece información sobre la presencia o ausencia de diferencias significativas, utilizando un umbral de significancia ($P > 0.05$).

Formula:

$$H = \frac{12}{N(N + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N + 1)$$



Donde:

n_j : número de elementos de la muestra j

R_j : suma de rangos de todos los elementos de la muestra j

K : número de muestras

n : $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$, número total de observaciones

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CALIDAD BACTERIOLÓGICA MEDIANTE EL RECuento DE COLIFORMES TOTALES EN LA ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN LOS MERCADOS BELLAVISTA Y UNIÓN Y DIGNIDAD DE PUNO.

El análisis bacteriológico de la espinaca (*Spinacia oleracea*) crudas expandidas en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad, se detalla en las siguientes tablas.

Tabla 4

Promedio del recuento bacteriano de coliformes totales (NMP/g) en espinacas crudas expandidas en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023

Puesto de Venta	N° Muestra	Promedio	
		m	M
1	5	0	2x10 ³
2	5	0	1x10 ³
3	5	0	1x10 ³
4	5	0	1x10 ³
5	5	0	1x10 ³
TOTAL	25		

Nota: m: límite mínimo permisible (10² NMP/g); M: límite máximo permisible (10³ NMP/g)

Fuente: Elaboración propia

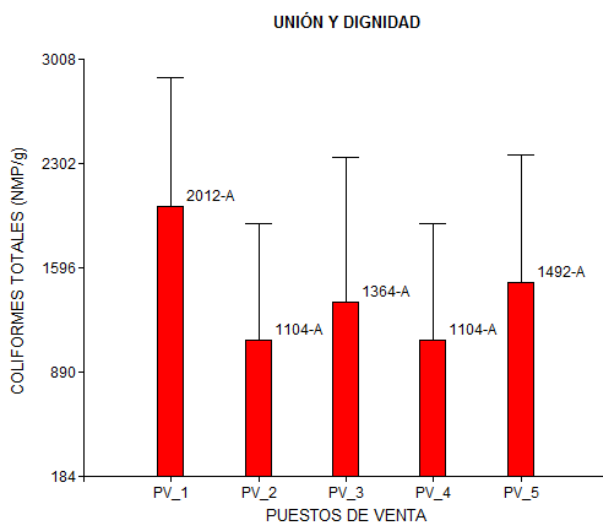
La Tabla 4 indica los promedios obtenidos del recuento de coliformes totales (NMP/g) presentes en espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Unión y Dignidad por puesto de venta, estas muestras fueron analizadas en base a los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Sanitaria, obteniendo como resultado que el PV1 presenta un promedio de 2x10³, PV2: 1x10³, PV3: 1x10³, PV4: 1x10³ y PV5: 1x10³

NMP/g de coliformes totales. Sin embargo, el PV1 presenta un recuento elevado al resto y con probabilidad de que hay una mayor contaminación del producto; de la misma manera los recuentos de las muestras analizadas de los puestos de venta oscilan entre 4×10^2 y 2×10^3 NMP/g (Anexo E).

La prueba estadística de Kruskal – Wallis demostró que el recuento de coliformes totales en espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Unión y Dignidad no presentan diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre puestos de venta, siendo el valor del estadístico $H = 2.79$ y $P = 0.5310$, razón por la cual ya no se realizó la prueba de comparación de rangos entre puestos de venta. Sin embargo, se puede observar que los recuentos bacterianos para los 5 puestos de venta están dentro del límite máximo permisible que establece la NTS N°071 – MINS/DIGESA – V.01.

Figura 1

Recuento de coliformes totales en los puestos de venta del mercado Unión y Dignidad



Nota: PV= Puesto de venta; NMP/g= Número más probable por gramo

Asimismo en la Figura 1 se puede observar que los promedios exactos del recuento de coliformes totales en espinaca (*Spinacia oleracea*) cruda expandidas en el mercado Unión y Dignidad oscilan entre 1×10^3 y 2×10^3 NMP/g superando el límite



máximo permisible, estos resultados fueron similares a los obtenidos por Hernandez y Escoto (2016), quienes obtuvieron que la espinaca presento un recuento de coliformes totales de 10^4 y 10^5 UFC/g, a su vez la presencia de *Escherichia coli* se vio reflejada en la espinaca con un recuento de 2 000 UFC/g por esta razón es considerado insatisfactorio ya que superan los límites máximos permisibles; de la misma manera Echevarria y Parco (2011), obtuvieron un crecimiento de 96×10^3 UFC/g de coliformes totales en muestras de espinaca sin tratamiento; las muestras tratadas con agua clorada a 25ppm por 2 min obtuvieron un resultado 27.6×10^3 UFC/g, siendo mayor a lo establecido en la Norma Sanitaria y con agua clorada a 50 ppm obtuvieron un resultado <100 UFC/g menor a lo establecido en la norma sanitaria; y del mismo modo Castro et al. (2006), encontró que las ensaladas de espinaca tiene un alto número de coliformes totales y coliformes fecales ($>10^3$) superando los límites permisibles.

Una de las razones de que la espinaca (*Spinacia oleracea*) esté contaminada por coliformes totales es por una mala manipulación en cualquier etapa, desde la cosecha hasta el momento de su venta en los mercados de la ciudad de Puno, el producto tiene procedencia de otras regiones como Arequipa y Tacna por lo tanto se desconoce la forma de almacenamiento, tiempo de transporte y la calidad, que no es una práctica que realizan los municipios, el hábito de consumo se debe más al consumidor que debe tener en cuenta la sanidad del producto (deterioro en el manejo, almacenamiento y transporte) (Ramsay et al., 2021). Según Kopper et al., (2009) la limpieza como el lavado de manos y el lavado de los utensilios, la cocción que debe ser a la temperatura adecuada, el correcto almacenamiento y el uso de agua potable son importantes para mejorar la inocuidad de la espinaca.

Al consumir espinacas (*Spinacia oleracea*) contaminadas por coliformes totales que superan los límites máximos permisibles, puede causar enfermedades por la presencia

de enterobacterias, infección gastrointestinal, deshidratación, dolor abdominal (Zuñiga y Caro, 2017).

De acuerdo con los resultados en la presente investigación, se observó que los vendedores no cuentan con un lugar adecuado para almacenar la espinaca ya que están en cajas de cartón o en bolsas de plástico sin ningún tipo de refrigeración y los vendedores no cuentan con conocimientos respecto al manejo y conservación de la espinaca. En consecuencia, se determinó que la espinaca (*Spinacia oleracea*) expendida en el mercado Unión y dignidad está altamente contaminado por la presencia de coliformes totales con recuentos que superan los límites que establecen los criterios microbiológicos, lo cual genera un riesgo para el consumo de las personas, sobre todo para aquellas que son vulnerables.

Tabla 5

Promedio del recuento de coliformes totales (NMP/g) en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista de la ciudad de Puno - 2023

Puesto de Venta	N° Muestra	Promedio	
		m	M
1	5	0	1x10 ³
2	5	9x10 ²	0
3	5	9x10 ²	0
4	5	6x10 ²	0
5	5	9x10 ²	0
TOTAL	25		

Nota: m: límite mínimo permisible (10² NMP/g); M: límite máximo permisible (10³ NMP/g)

Fuente: Elaboración propia

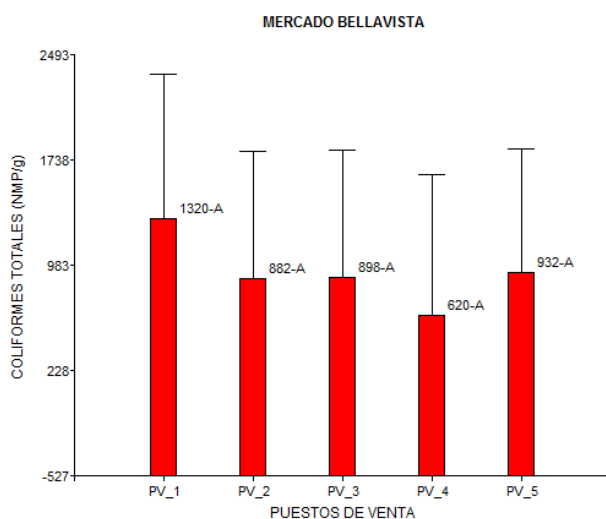
La Tabla 5 indica los promedios obtenidos del recuento de coliformes totales de la espinaca (*Spinacia oleracea*) expandidos en el mercado Bellavista por puestos de

venta, de los cuales se obtuvo como resultado el PV1: 1×10^3 , PV2: 9×10^2 , PV3: 9×10^2 , PV4: 6×10^2 y PV5: 9×10^2 NMP/g de coliformes totales, donde el PV1 en su recuento está dentro los límites permisibles a diferencia de los otros que presentan un recuento dentro del mínimo permisible y son considerados aceptables; de la misma manera en este mercado los recuentos por muestras de todos los puestos oscilan entre 7×10 y 2×10^3 NMP/g (Anexo E). Estos resultados fueron analizados mediante los criterios microbiológicos establecidos en la norma sanitaria.

La prueba estadística de Kruskal - Wallis indica que no hay diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en el recuento de coliformes totales presentes en la espinaca (*Spinacia oleracea*) entre los 5 puestos de venta del mercado Bellavista, siendo el valor del estadístico $H=3.34$ y $P=0.4847$, razón por la cual ya no se realizó la prueba de comparación por rangos entre puestos de venta. Sin embargo, 1 de los 5 puestos de venta tiene un recuento bacteriano que está dentro de los límites máximos permisibles que establece la norma sanitaria NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01

Figura 2

Recuento de coliformes totales en los puestos de venta del mercado Bellavista.



Nota: PV= puesto de venta; NMP/g= Número más probable por gramo



Los resultados obtenidos en esta investigación indican que solo el PV1 (1×10^3 NMP/g) supera el límite máximo permisible a diferencia de los cuatro PV restantes cuyos resultados oscilan entre 6×10^2 y 9×10^2 NMP/g, estos no son similares a los resultados obtenidos por Tixilema (2015), quien obtuvo la presencia de coliformes totales en espinacas con un recuento de 9082 UFC/g, de la misma manera encontró mesófilos aerobios con un recuento de 179583 UFC/g, 17200 UFC/g de mohos y levaduras, 675 UFC/g de *Salmonella* y 509 UFC/g de *Staphylococcus aureus*; todos estos recuentos sobrepasan los límites permisibles, del mismo modo Fiallos (2017), en su estudio registro que la espinaca tienen un alto contenido de enterobacterias con valores por encima de 10^7 UFC/g que supero los límites máximos permisibles; a diferencia de Ramirez (2017), quien reporto que la espinaca presenta un grado de contaminación por microorganismos coliformes totales, fecales y mesófilos aerobios pero estos están dentro los límites permisibles.

El consumo de espinacas contaminadas por coliformes totales que superan los límites máximos permisibles pueden generar enfermedades gastrointestinales, su contaminación se puede dar de forma primaria lo que indica que puede generarse en la cosecha, transporte y almacenamiento, en la presente investigación se dio por la mala manipulación lo cual es conocido como contaminación directa (Baracatt et al., 2021), también se debe de tener en cuenta la inadecuada conservación de la espinaca, esto genera cambios en el producto físicamente y en su valor nutricional, produce una deformación en la forma, color, sabor y olor (Garcinuño, 2013).

Los resultados mencionados no coinciden con los obtenidos en la presente investigación, ya que solo uno PV1 cuenta con un promedio elevado de coliformes totales, probablemente las muestras de espinaca que se expenden en el mercado Bellavista son consideradas aceptables por que los vendedores cuentan con poco producto y al ser un

mercado pequeño venden con mayor facilidad. Pero de todas maneras tras obtener una presencia mínima de coliformes totales en estas espinacas son consideradas perjudiciales para consumo humano, aunque no de tan alto riesgo.

Tabla 6

Frecuencia del recuento de coliformes totales según los límites microbiológicos en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista y el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023

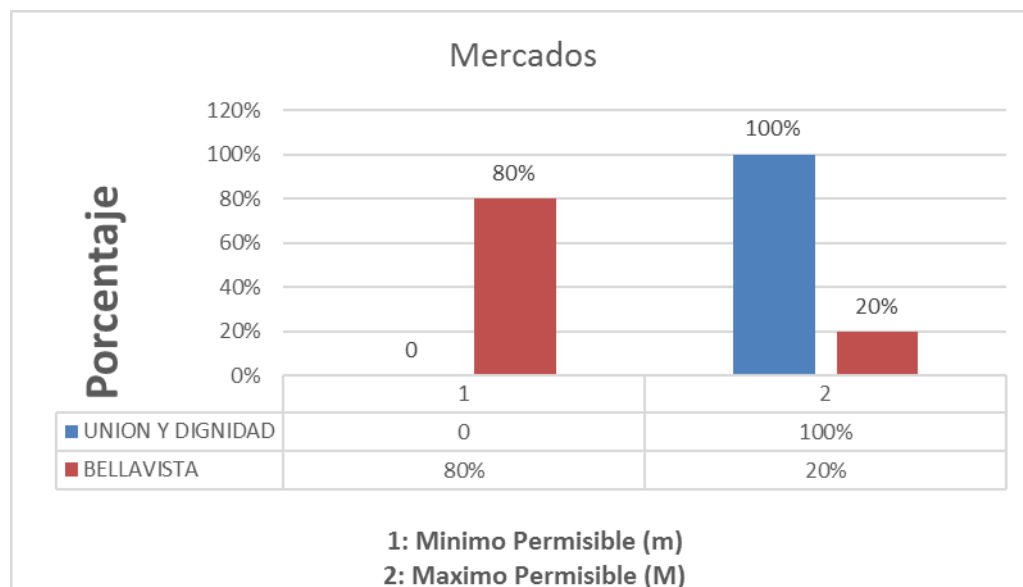
Mercados	Muestra	m		M		total	
		N°	%	N°	%	N°	%
Unión y Dignidad	25	0	0	25	100	25	100
Bellavista	25	20	80	5	20	25	100
Total	50	20	40	30	60	50	100

Nota: m: límite mínimo permisible (10^2 NMP/g); M: límite máximo permisible (10^3 NMP/g)

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

*Recuento de coliformes totales según los límites microbiológicos en espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidos en el mercado Bellavista y Unión Dignidad*



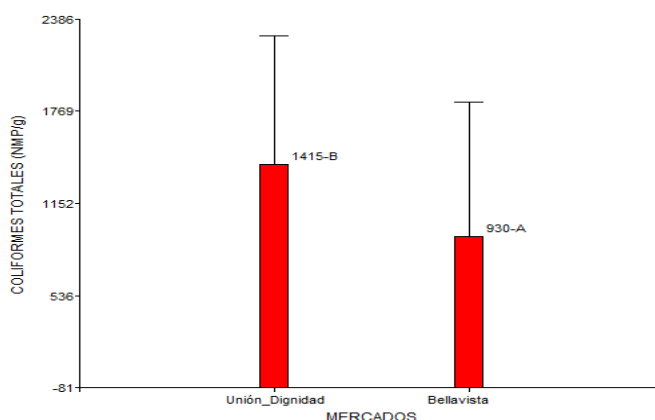
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 y Figura 3 se indican la frecuencia del recuento de coliformes totales según los límites microbiológicos utilizados en espinacas expandidas en el mercado Bellavista y Unión y Dignidad, obteniendo como resultado que en el mercado Unión y Dignidad de las 25 muestras analizadas el 100% están considerados dentro del límite máximo permisible por su elevado recuento, superando lo establecido en la Norma Sanitaria; por otro lado, el mercado Bellavista como resultado obtuvo que de las 25 muestras analizadas el PV1 equivalente al 20% del total tienen un elevado recuento superando el límite máximo permisible y del PV2 al PV5 equivalentes al 80% tienen bajo recuento estando dentro del límite mínimo permisible por lo que son consideradas aceptables.

Tras la aplicación de la prueba H de Kruskal – Wallis se encontró que existen diferencias estadísticas significativa ($P < 0.05$) entre los mercados Bellavista y Unión y Dignidad con un valor de $H = 5.65$ y $P = 0.0139$, por lo cual se procedió a realizar la prueba de comparación de rangos.

Figura 4

Recuento de coliformes totales en espinacas expandidas en el mercado Unión y Dignidad y mercado Bellavista



Nota: NMP/g= Numero más probable por gramo



En la Figura 4 de acuerdo a las letras de significancia (A y B), se observa que el mayor recuento de coliformes totales corresponde al mercado Unión y Dignidad con un promedio de 1415 NMP/g (B), mientras que el menor recuento de coliformes totales es para el mercado Bellavista con un promedio de 930 NMP/g (A).

Los resultados obtenidos en la investigación son similares a los de Muñoz (2014), quien reporto que el 100% de las muestras estaban contaminadas con coliformes totales y fecales superando los límites permisibles; de la misma manera Diaz (2004), obtuvo que el recuento coliformes totales (>2400 coliformes/g) en un 100%, debido a la manipulación con agua, lavado o almacenamiento; del mismo modo Cevallos y Coox (2017), quienes en su estudio reportaron que la espinaca presenta un recuento de coliformes totales de 9082 UFC, mesófilos aerobios 179583 UFC; y al igual que Mayorga (2014), quien obtuvo como resultado un recuento de coliformes totales de 3×10^3 NMP/ml del mismo modo obtuvo la presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* indicando que no cumplen con lo establecido en la norma sanitaria.

La falta de calidad comercial en los mercados que expenden hortalizas es muy alarmante ya que no se tiene en cuenta el manejo adecuado del producto, el correcto almacenamiento, transporte refrigerado, lo cual genera una contaminación en la espinaca (*Spinacia oleracea*), se debe de tener también en cuenta que el comercio es informal y ambulatorio donde se pueden apreciar agentes de contaminación como presencia de roedores e insectos (Ramsay et al., 2021).

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que los puestos de venta ubicados en el mercado Unión y Dignidad que presentan mayor recuento de coliformes totales, no cuentan con una distribución adecuada del producto, no cuentan con medidas de salubridad para expender el producto, los propios vendedores mezclan sus productos

adquiridos recientemente con los sobrantes de semanas anteriores, los productos están expuestos a la intemperie; a diferencia del mercado Bellavista que tiene poco producto y venden con mayor facilidad al ser menos comerciantes. En consecuencia, las espinacas expandidas en el mercado Unión y Dignidad son muy dañinos para consumo y se debe de capacitar a los vendedores para el manejo adecuado de las hortalizas.

4.2 CALIDAD BACTERIOLÓGICA MEDIANTE LA CARGA BACTERIANA DE *Escherichia coli* EN LA ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN LOS MERCADOS BELLAVISTA Y UNIÓN Y DIGNIDAD DE PUNO.

Tabla 7

Promedio del recuento de Escherichia coli en espinacas crudas expandidas en el mercado Unión y dignidad de la ciudad de Puno - 2023

Puesto de Venta	N° Muestra	m	M
		\bar{X}	\bar{X}
1	5	0	1×10^3
2	5	2×10^2	0
3	5	5×10^2	0
4	5	3×10^2	0
5	5	3×10^2	0
TOTAL	25		

Nota: m: límite mínimo permisible (10^2 NMP/g); M: límite máximo permisible (10^3 NMP/g)

Fuente: Elaboración propia

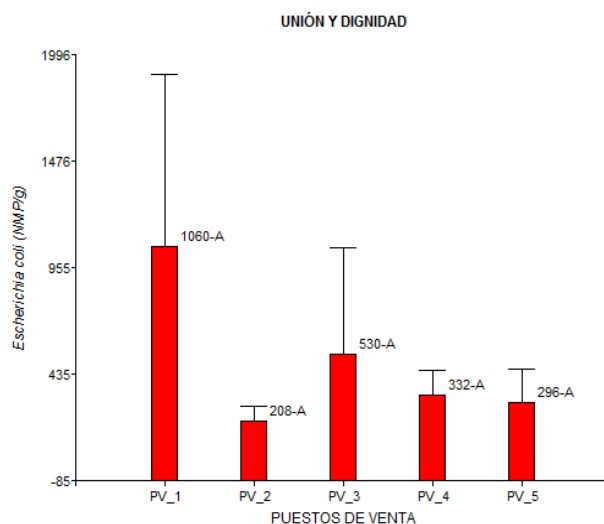
Tabla 7, muestra los promedios obtenidos del recuento de *Escherichia coli* en las espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Unión y Dignidad por puesto de venta para poder obtener la carga bacteriana, fueron analizados en base a los criterios microbiológicos, donde se obtuvo como resultado que el PV1 presenta un promedio de 1×10^3 NMP/g, PV2: 2×10^2 NMP/g, PV3: 5×10^2 NMP/g, PV4: 3×10^2 NMP/g y PV5: 3×10^2

NMP/g, indicando que el PV1 es el único que supera los límites máximos permisibles siendo considerado rechazable a diferencia de los demás puestos que están dentro del mínimo permisible y son considerados aceptables. Los recuentos de *Escherichia coli* de las muestras obtenidas de este mercado oscilan entre 1×10^2 y 1×10^3 NMP/g (Anexo E)

La prueba H de Kruskal – Wallis realizada para los recuentos de *Escherichia coli* presentes en la espinaca (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Unión y Dignidad entre los puestos de venta, indica que no hay diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), siendo el estadístico $H=6.59$ y $P=0.1494$, por lo cual no se realizó la prueba de comparación por rangos. Sin embargo, se puede observar que los recuentos de *E. coli* están dentro de los límites máximos permisibles que establece la norma sanitaria de criterios de microbiológicos NTS N°071- MINS/DIGESA-V.01.

Figura 5

Recuento de Escherichia coli en los puestos de venta del mercado Unión y Dignidad.



Nota: PV=Puesto de venta; NMP/g=Número más probable por gramo

Según la Figura 5, los recuentos de *Escherichia coli* en espinacas expandidas en el mercado Unión y Dignidad oscilaron entre 2×10^2 y 1×10^3 NMP/g, resultados similares



a los obtenidos por Mritunjay y Kumar (2017), quienes en su estudio obtuvieron que la espinaca tienen mayor conteo microbiano de 7,3 log ufc/g. y presencia de *Escherichia coli* con un 5.8 ufc/g, al igual que Castro et al., (2012), encontraron que las ensaladas de espinacas crudas tienen presencia de *Escherichia coli* y coliformes fecales (707 MPN/g) en el 100% de las muestras; a diferencia de Rojas (2017), quien reportó que la espinaca tiene presencia de *Escherichia coli* es positiva estando dentro del límite máximo permisible y la serotificación indica presencia de serotipo *Escherichia coli* O105ab flagelar.

La razón de contaminación por *Escherichia coli* se debe a la presencia de microorganismos intestinales en personas o animales los cuales tienen contacto con la nariz, boca, ojos, mano lo que afecta al momento de manipulación durante toda la etapa de la producción del alimento (Garcinuño, 2013), del mismo modo como fuente de contaminación se tiene al agua, el suelo, los fertilizantes orgánicos y la zoonosis los que pueden generar presencia de patógenos (Figuerola et al., 2018).

La ingesta de las espinacas (*Spinacia oleracea*) contaminadas por *Escherichia coli* puede generar síntomas como diarrea, fiebre, vomito, náuseas, etc. pueden durar 7 días, si no son tratadas pueden provocar la muerte (Zuñiga y Caro, 2017).

Por los resultados obtenidos en la investigación se observó que los puestos de venta están cerca de alcantarillados, los vendedores con la misma mano que reciben el dinero e ingirieren sus alimentos agarran el producto al momento de la venta. En consecuencia, a pesar de que solo el PV1 está dentro del máximo permisible a diferencia de los otros 4 PV, por el solo hecho de tener la más mínima cantidad de recuento de *Escherichia coli* es muy perjudicial para el consumo de la persona ya que este es un indicador de contaminación fecal y esto lo hace altamente riesgoso para el consumidor,

se debe de tener en cuenta los cuidados al momento de distribuir el alimento para así evitar una ETA.

Tabla 8

Promedio del recuento de Escherichia coli en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista de la ciudad de Puno – 2023

PUESTO DE VENTA	N° Muestra	Promedio	
		m	M
1	5	3×10^2	0
2	5	8×10^1	0
3	5	3×10^2	0
4	5	1×10^2	0
5	5	7×10^1	0

Nota: m: límite mínimo permisible (10^2 NMP/g); M: límite máximo permisible (10^3 NMP/g)

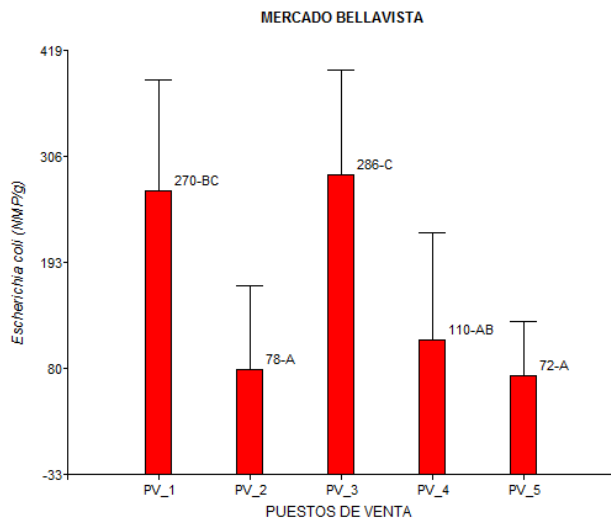
Fuente: Elaboración propia

La Tabla 8 indica el promedio del recuento de *Escherichia coli* en espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Bellavista por puesto de venta, siendo los resultados PV1: 3×10^2 NMP/g, PV2: 8×10^1 NMP/g, PV3: 3×10^2 NMP/g, PV4: 1×10^2 NMP/g y PV5: 7×10^1 NMP/g de *Escherichia coli*, todos los cuales fueron analizados en base a los criterios establecidos en la norma sanitaria, indicando que los recuentos de *E. coli* están dentro del límite mínimo permisible y son consideradas aceptables, así mismo los recuentos de las muestras oscilan entre 1×10^1 y 4×10^2 NMP/g (Anexo E).

La prueba estadística Kruskal – Wallis para el recuento de *Escherichia coli* en espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Bellavista, indica que existe diferencias significativas entre los puestos de venta ($P < 0.05$) siendo el estadístico $H = 12.32$ y $P = 0.0142$, por lo cual se procedió a realizar la prueba de comparación de rangos para ver en cuál de los puestos de venta hubo mayor recuento de *Escherichia coli*.

Figura 6

Recuento de Escherichia coli en los puestos de venta del mercado Bellavista.



Nota: PV=Puesto de venta; NMP/g=Número más probable por gramo

En la Figura 6 se observa que el mayor recuento de *Escherichia coli* se obtuvo en el PV3 con un promedio de 286 NMP/g (C); en los puestos de venta 2 (78 NMP/g, A) y 5 (72 NMP/g, A) los promedios fueron menores y entre los puestos de venta 1(BC) y 4 (AB) hay diferencia estadísticamente significativa, por esa razón los recuentos de *E. coli* para estas muestras están dentro de los límites permisibles que establece la NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01.

En la presente investigación, los resultados del promedio del recuento *Escherichia coli* en espinacas del mercado Bellavista oscilan entre 3×10^2 y 7×10^1 NMP/g estando todos dentro del límite mínimo permisible, siendo semejantes a los obtenidos por Paredes (2017), quien reporto que *Escherichia coli* en las espinacas sin tratamiento tenían un recuento de $0,97 \times 10$ UFC/g en Acobamba y $1,03 \times 10$ UFC/gen palca, estando dentro de los límites permisibles; a diferencia de Puig et al., (2013), quienes encontraron 18% de las espinacas con *Escherichia coli*, debido a la contaminación por las aguas de regadío; de igual manera Galiano (2016), reporta que el 75% de muestras de espinacas tenían

Escherichia coli lo cual es considerado como de alta contaminación, no siendo aptas para consumo humano.

La contaminación de *Escherichia coli* en espinacas (*Spinacia oleracea*) es un indicador fecal que se propaga por ingerir alimentos contaminados por estas bacterias, su fuente de contaminación se da al tener contacto directo con aguas contaminadas (Zavala y Rey, 2003), es un tipo de infección alimentaria porque son perjudiciales para la salud humana ya que se multiplican dentro del huésped (Kopper et al., 2009).

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se observó que los puestos del mercado Bellavista tiene una distribución adecuada del producto, a su vez los vendedores cuentan con poco producto y al ser un mercado pequeño venden con facilidad sus espinacas. No obstante, se debe de tener en cuenta que *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal no debe de estar presente en los alimentos y por más que estén dentro de los límites mínimos permisibles aún son considerados de riesgo en menor cantidad para el consumidor.

Tabla 9

Frecuencia del recuento de Escherichia coli según los límites microbiológicos por puestos de venta en espinacas crudas expandidas en el mercado Bellavista y el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023.

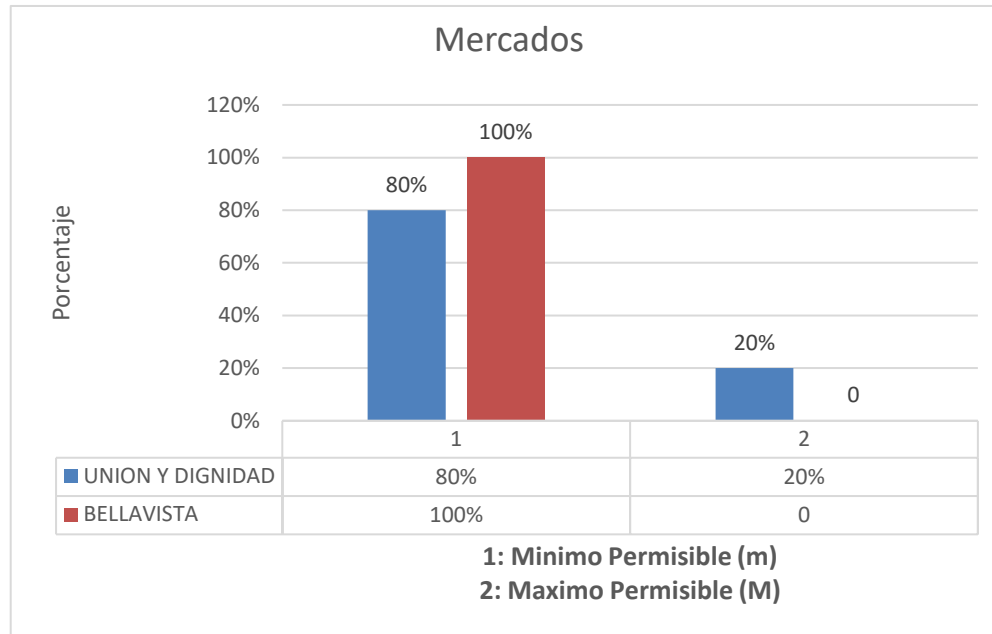
MERCADOS	MUESTRAS	m		M		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
Unión y Dignidad	25	20	80	5	20	25	100
Bellavista	25	25	100	0	0	25	100
Total	50	45	90	5	10	50	100

Nota: m: límite mínimo permisible (10^2 NMP/g); M: límite máximo permisible (10^3 NMP/g)

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Recuento de *Escherichia coli* según los límites microbiológicos en espinacas (*Spinacia oleracea*) expendidos en mercado Bellavista y Unión y Dignidad.



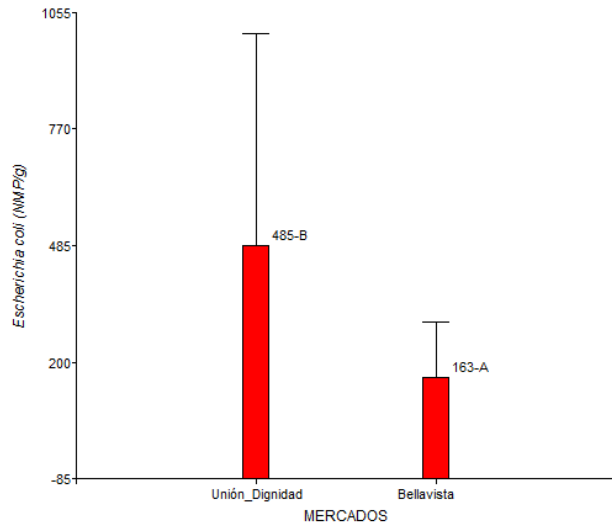
Fuente: Elaboración propia

La Tabla 9 y Figura 7 indican que la frecuencia del recuento de *Escherichia coli* en espinacas (*Spinacia oleracea*) expendidas en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad, mostraron como resultado que en el mercado Unión y Dignidad el 20% del total de las muestras están dentro del límite máximo permisible y el 80% están dentro de los límites aceptables, por otro lado que en el mercado Bellavista el 100% de las muestras están dentro del límite mínimo permisible y son consideradas aceptables, siendo todas las muestras analizadas en base al criterio microbiológico establecido en la norma sanitaria.

La prueba estadística Kruskal – Wallis para los recuentos de *Escherichia coli* en ambos mercados Unión y Dignidad y Bellavista indica que hay diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) obteniendo como estadístico $H = 10.50$ y $P = 0.0011$, lo que permitió realizar la prueba de comparación de rangos para determinar qué mercado tiene mayor y menor recuento de *Escherichia coli*.

Figura 8

Recuento de Escherichia coli en espinacas expandidas en el mercado Unión y Dignidad y mercado Bellavista.



Nota: NMP/g= Número más probable por gramo

La Figura 8 indica según las letras de significancia (A y B) que el recuento de *Escherichia coli* en ambos mercados fueron diferentes, siendo mayor el recuento de *Escherichia coli* en espinacas expandidas en el mercado Unión y Dignidad con un promedio de 485 NMP/g (B), mientras que el recuento fue menor en el mercado Bellavista con un promedio de 163 MNP/g (A).

Los resultados de la investigación son similares a los obtenidos por Moron (2022), quien encontró una alta frecuencia de la presencia de *Escherichia coli* (79.2% aptos, 20.8% no aptos), a diferencia de Palacios (2019), quien reporto que la espinaca presenta *Escherichia coli* en un 33.3% de las muestras, no estando conforme a los criterios microbiológicos establecidos; y de la misma manera Muñoz et al., (2013), encontraron que el 18,9% de muestras tenía *Escherichia coli* en cantidades mayores a los límites permisibles establecidos; así mismo la OMS (2007), reporto que se distribuyeron espinacas contaminadas por *Escherichia coli* O157:H7 reportando 204 casos confirmados



de contaminación alimentaria, de los cuales 104 fueron hospitalizados 31 casos presentaron insuficiencia renal y 3 fallecieron.

La *Escherichia coli* es un indicador de contaminación fecal, se da por falta de higiene al momento de manipular los alimentos, se tiene diferentes grupos de *E. coli* entre los cuales están los enteropatógeno, enteroinvasivo, enterohemorrágico, anteroagregativa, enterotoxigénico (Rodríguez, 2002), la ingesta de un alimento contaminado por alguno de estos grupos de *E. coli* podría generar colitis hemorrágica, evacuaciones sanguinolentas, diarrea acuosa con moco, sudoración profusa.

Por los resultados obtenidos en la investigación, se observó que las muestras a pesar que en su mayoría están dentro del límite mínimo permisible es de riesgo para el consumo porque se trata de la presencia de un indicador de contaminación fecal, por otro lado se debe de tener en cuenta que los puestos de venta de ambos mercados están cerca de otros puestos que expenden diferentes tipos de alimentos a las hortalizas, como: puestos de comida preparados al momento, puestos de venta de carnes, puestos de venta de pollos; lo cual puede provocar una contaminación cruzada. Por esta razón es muy importante que la Municipalidad de Puno al momento de realizar la venta de puestos hagan una distribución adecuada dentro de los mercados para el expendio de los distintos productos.

Tabla 10

Calidad bacteriológica de las espinacas expandidas en los mercados Bellavista y Unión y Dignidad de la ciudad de Puno - 2023

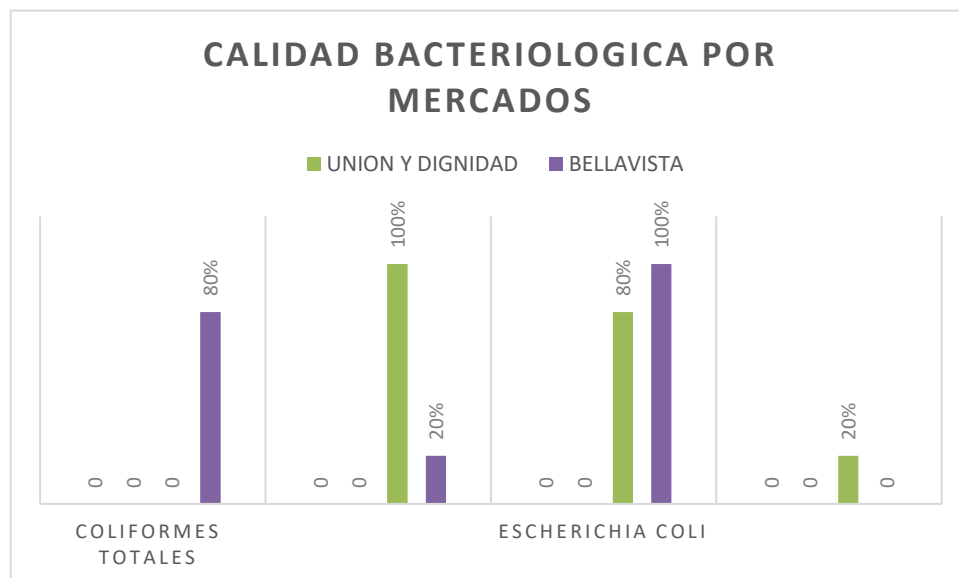
Mercados	Coliformes Totales				<i>Escherichia coli</i>			
	m		M		m		M	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Unión y Dignidad	0	0	25	100	20	80	5	20
Bellavista	20	80	5	20	25	100	0	0

Nota: m: límite mínimo permisible (10^2 NMP/g); M: límite máximo permisible (10^3 NMP/g)

Fuente: Elaboración propia

Figura 9

*Calidad bacteriológica de la espinaca (*Spinacia oleracea*) expandida en el mercado Bellavista y Unión y Dignidad.*



Fuente: Elaboración propia

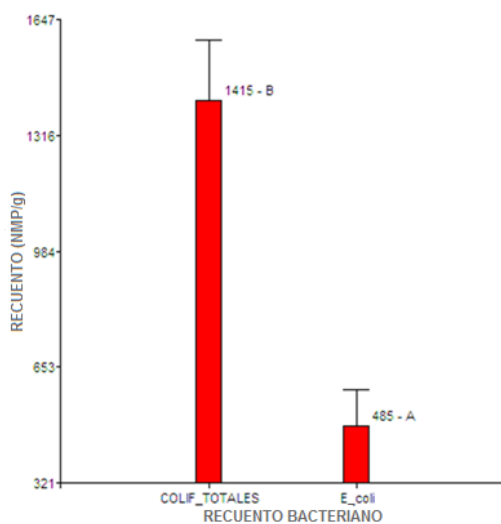
La Tabla 10 y Figura 9 indican la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* en espinacas (*Spinacia oleracea*) expandidas en el mercado Unión y Dignidad donde el 100% de las muestras presentan un recuento de coliformes totales que sobrepasan el

límite máximo permisible a diferencia del recuento bacteriano de *Escherichia coli* donde el 80% de las muestras está dentro de los límites aceptables y solo el 20% está fuera de los límites máximos; por otro lado en el mercado Bellavista para el recuento de coliformes totales el 80% de las muestras están dentro de los límites mínimos permisibles y el 20% sobrepasan los límites máximos a diferencia del recuento bacteriano de *Escherichia coli* que el 100% de las muestras están dentro de los límites permisibles siendo consideradas aceptables.

En la Figura 10, la prueba estadística de Kruskal – Wallis indica que hay diferencia estadística significativa ($P < 0,0001$) entre el recuento bacteriano de coliformes totales y *Escherichia coli* para el mercado Unión y Dignidad, donde hay mayor recuento de coliformes totales (1415 NMP/g - B) a diferencia de *Escherichia coli* (485 NMP/g - A).

Figura 10

Calidad bacteriológica de las espinacas expandidas en el mercado Unión y Dignidad, mediante la comparación entre el recuento de coliformes totales y Escherichia coli



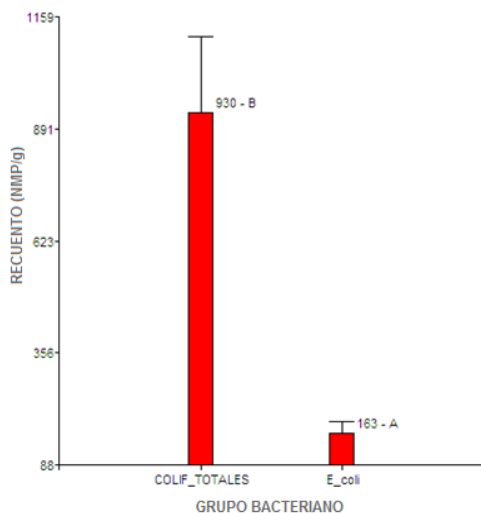
Nota: NMP/g= Número más probable por gramo

De acuerdo a la Figura 11, para el mercado Bellavista la prueba Kruskal – Wallis indica que hay diferencia estadística significativa ($P < 0,0001$) entre el recuento

bacteriano de coliformes totales y *Escherichia coli*, donde hay mayor recuento de coliformes totales (930 NMP/g - B) a diferencia de *Escherichia coli* (163 NMP/g - A).

Figura 11

Calidad bacteriológica de las espinacas expandidas en el mercado Bellavista, mediante la comparación entre el recuento de coliformes totales y Escherichia coli



Nota: NMP/g= Número más probable por gramo

Los resultados obtenidos en la investigación son similares a los de Muñoz (2014), quien reportó que el 100% de las muestras estaban contaminadas con coliformes totales y fecales superando los límites máximos permisibles. A diferencia de Moron (2022), quien obtuvo como resultado la presencia de *Escherichia coli* (79.2% aptos, 20.8% no aptos)

Así como presenta coliformes totales y *Escherichia coli* las muestras de espinaca (*Spinacia oleracea*) también pueden presentar parásitos como indica Fernandez y Vilcabana (2018), quienes obtuvieron la presencia de enteroparásitos dando como resultado que el 5.55% de espinacas expandidas en los mercados evaluados presentan enteroparásitos y encontraron *Iodamoeba butschlii* en un 3.85%; y del mismo modo Paredes, (2018) quien obtuvo como resultado que el 33.33% de las muestras de espinacas



estudiadas presentan enteroparasitos como quistes de *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica*, *Endolimax nana*, Huevos de *Ascaris ssp.*, *Strongyloides ssp.* *Trichostrongylus spp* y *Trichura ssp.*

Los resultados han demostrado que las espinacas que se expenden en el mercado Unión y Dignidad y mercado Bellavista presentan elevada contaminación de origen fecal y mala calidad por tanto es un producto de alto riesgo para los consumidores que pueden presentar trastornos digestivos



V. CONCLUSIONES

- La calidad bacteriológica de espinaca (*Spinacia oleracea*) reporta los promedios del recuento de coliformes totales en espinaca expendida en el mercado Unión y Dignidad fueron: PV1: 2×10^3 , PV2: 1×10^3 , PV3: 1×10^3 , PV4: 1×10^3 y PV5: 1×10^3 NMP/g, y en el mercado Bellavista fueron: PV1: 1×10^3 , PV2: 9×10^2 , PV3: 9×10^2 , PV4: 6×10^2 y PV5: 9×10^2 NMP/g, la prueba H demostró para cada mercado que no presentan diferencia estadística significativa entre puestos. En la frecuencia del recuento de coliformes totales entre mercados, hay diferencia significativa, donde el mercado Unión y Dignidad presenta mayor recuento bacteriano (1415 NMP/g).
- Los promedios del recuento bacteriano de *Escherichia coli* en espinaca expendida en el mercado Unión y Dignidad fueron: PV1: 1×10^3 NMP/g, PV2: 2×10^2 NMP/g, PV3: 5×10^2 NMP/g, PV4: 3×10^2 NMP/g y PV5: 3×10^2 NMP/g, la prueba H indico que no presenta diferencia estadística significativa y en el mercado Bellavista fueron: PV1: 3×10^2 , PV2: 8×10^1 , PV3: 3×10^2 , PV4: 1×10^2 y PV5: 7×10^1 NMP/g, donde la prueba estadística indica que presenta diferencia significativa. En la frecuencia del recuento de *Escherichia coli* entre mercados hay diferencia estadística significativa donde Unión y Dignidad tiene mayor recuento bacteriano (485 NMP/g).
- Se concluye que la espinaca expendida en el mercado Unión y Dignidad presenta mayor contaminación por coliformes totales (100%) son considerados rechazables y el recuento bacteriano de *Escherichia coli* según límites permisibles son considerados aceptables (80%); en el mercado Bellavista el recuento de coliformes totales (80%) y carga bacteriana de *Escherichia coli* (100%) son considerados aceptables, sin embargo la presencia de elevada carga bacteriana de coliformes totales en todos las muestras de los puestos de cada mercado y la presencia de



Escherichia coli, hace que este producto se encuentra contaminado por origen fecal y es de riesgo para el consumo humano.



VI. RECOMENDACIONES

- Promover las capacitaciones por parte de la Municipalidad Provincial de Puno y la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis del Ministerio de Salud, sobre las buenas prácticas de manufactura y manipulación a los vendedores de hortalizas.
- Difundir las prácticas de manipulación, higiene y descontaminación adecuada de la espinaca a la población consumidora.
- Ampliar la investigación para la detección de organismos patógenos
- Ampliar la investigación proponiendo un análisis parasitológico a las hortalizas expandidas en los mercados de Puno.
- Realizar un estudio respecto a la calidad higiénico – sanitaria de otras hortalizas como el repollo, espárragos, acelgas entre otros.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguayo, E., Artés, F., Barreiro, P., Correa, E., Diezman, B., Escalona, V., García, J., Gómez, P., Gomila, T., Heredia, S., Hinojosa, A., Jiménez, H., López, A., Maiorana, P., Robla, J., Rodríguez, J., Ruíz, L., Teruel, B., & Umaña, G. (2011). *Modelización de las Condiciones de Transporte y Conservación Prolongada en Frutas y Hortalizas*. www.frutur.net
- Alvarado, L., & Guevara, B. (2017). Manual de Almacenamiento de Frutas y Hortalizas. *Finca Pandora, Managua, O.*
- Andino, F., & Castillo, Y. (2010). Microbiología de los Alimentos: Un Enfoque Practico para la Inocuidad Alimentaria. In *Universidad Nacional de Ingeniería UNI - Norte*. <http://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf>
- ANNATURA. (2020). Espinacas. *Gestione Servizi Integrati S.R.L.*
- Aristizabal, N., Maya, A., Niño, A., & Gonzalez, C. (1986). *La hortaliza para el consumo familiar* (Vol. 4).
- Arroyo, P., Mazquiaram, L., Rodriguez, P., Valero, T., Ruiz, E., Avila, J., & Varela, G. (2018). *Informe de Estado de Situacion sobre “Frutas y Hortalizas: Nutricion y Salud en la España del S.XXI.”*
- Azañero, C. (2013). Analisis Bacteriologico de los Alimentos. *Universidad Nacional Del Santa*.
- Bailon, L., Gonzalez, R., & Cervantes, A. (2003). Atlas de Pruebas Bioquimicas para Identificar Bacterias. *Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 1.*
- Baracatt, K., Maier, L., Lopez, L., Jacob, R., Masson, L., Larrain, M., Carmona, K., Rivera, V., & Carvallo, N. (2021). *Manual para Manipuladores de Alimentos*.
- Bolla, M. (2012). *Contaminacion de Alimentos*.
- Bravo, M., Putatic, O., Stephan, R., & Oviedo, I. (1976). *Vitamina E*.
- Brito, A., Hertrampf, E., Olivares, M., Gaitan, D., Sanchez, H., Allen, L., & Uauy, R. (2012). *Folatos y Vitamina B12 en la Salud Humana. Figura 2, 1464–1475.*
- Carrasco, M., Guevara, B., & Falcon, N. (2013). Conocimientos y Buenas Practicas de Manufactura en Personas Dedicadas a la Elaboracion y Expendio de Alimentos Preparados, en el Distrito de los Olivos, Lima - Perú. *Salud Tecnol Municipalidad Distrital de Los Olivos. Lima - Perú, 7–13.*



- Castro, J., Cerna, J., Méndez, E., Lopez, D., Gómez, C., & Estrada, T. (2012). Presence of faecal coliforms, Escherichia coli and diarrheagenic E. coli pathotypes in ready-to-eat salads, from an area where crops are irrigated with untreated sewage water. *International Journal of Food Microbiology*, 156(2), 176–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.025>
- Castro, J., Rojas, M., Noguera, Y., Santos, E., Zuñiga, A., & Gomez, C. (2006). Calidad sanitaria de ensaladas de verduras crudas, listas para su consumo. *Industria Alimentaria*, 1.
- Cevallos, R., & Coox, W. (2017). Inocuidad Microbiologica de Hortalizas Comercializadas en el Mercado Municipal de la Ciudad de Chone. *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*.
- Chauca, E. (2015). Control de Calidad. *Universidad Nacional Del Altiplano*, 1.
- Chauca, E., & Meza, R. (2017). Control de Microbiologico de los Alimentos. *Universidad Nacional Del Altiplano*, 2.
- Chicomá, S. (2016). Ficha Técnica de Espinaca. *Fruveg Aura E.I.R.L, Versión 00*, 10.
- Crawford, A., & Harris, H. (2011). *Equilibrio Entre el Sodio y el Potasio*. 14–20.
- Delgadillo, J., & Ayala, G. (2009). *Effect of Riboflavin Deficiency on Dentoalveolar Tissue Development in Rats*. 70(1), 19–27.
- Díaz, A. (2004). Calidad Microbiana de Vegetales Frescos Distribuidos Bogota, D.C. *Universidad de Los Andes*.
- DIGESA. (2001). Manual de Analisis Microbiologico de Alimentos. *Direccion General de Sald Ambiental*.
- Echevarria, John, & Parco, M. (2011). *Coliformes Totales en el Manejo Post Cosecha de las Espinacas (Spinacia oleracea)*.
- Fernandez, E., & Vilcabana, H. (2018). Determinacion de Enteroparasitos en Lacuta sativa (lechuga), Coriandrum sativum (Culantro) y Spinacia oleracea (Espinaca) que se Expenden en Mercados de las Provincias de Lambayeque. Julio - Diciembre 2018. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*.
- Fernandez, S., Marcia, J., Bu, J., Baca, Y., Chavez, V., Montoya, H., Varela, I., Ruiz, J., Lagos, S., & Ore, F. (2021). Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs): Una Alerta para el Consumidor. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar - Mexico*, 5(2), 2284–2298. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.433
- Fiallos, M. (2017). *Cuantificación de Metales Pesados y Calidad Microbiológica de*



Frutas y Vegetales que se Expenden en el Mercado Mayorista de la Ciudad de Ambato.

- Figuerola, L., Medina, E., Carranza, O., Bermudez, N., Gracia, A., Urias, C., & Rodas, R. (2018). Manual de Introduccion a la Inocuidad de los Alimentos. *Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria - Direccion Regional de Inocuidad de Los Alimentos.*
- Fonseca, L. (2015). Manual Espinaca. *Programa de Apoyo Agricola y Agroindustrial Vicepresidencia de Fortalecimiento Empresarial Camara de Comercio de Bogota, 01.*
- Frazier, W., & Westhoff, D. (1993). *Microbiologia de los Alimentos.* 4, 184.
- Galiano, J. (2016). *Factores Asociados y Grado de Contaminación por Escherichia coli en Verduras Expendidas en la Feria Sabatina de la Alameda de la República de Huánuco.*
- Garcia, M. (2019). *Analisis Microbiologico de Alimentos Vegetales.*
- Garcia, M., Gomez, I., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos.*
- García, V., Quevedo, C., Delgado, J., & Báez, R. (2003). *Manual de Almacenamiento y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas en Materia de Inocuidad.*
www.sagarpa.gob.mx
- Garcinuño, R. (2013a). *Contaminacion de los Alimentos Durante los Procesos de Origen y Almacenamiento.*
- Garcinuño, R. (2013b). *Contaminación de los Alimentos Durante los Procesos de Origen y Almacenamiento.*
- Giraldo, L., Henao, J., Duque, A., Maya, A., Niño, A., Gómez, G., & González, C. (1986). El Cultivo de la Espinaca. *Huerta Casera, 2.*
- González, R. (2018). Introduccion a la Toxicologia de los Alimentos: Una Perspectiva Global. *Decanato de Agronomía, 2, 7–18.*
- Gonzalez, T., & Rojas, R. (2005). Enfermedades Transmitidas por Alimento y PCR: Prevencion y Diagnostico. *Salud Pública de México, 47, 388–390.*
<http://www.fao.org/3/a-i0480s.pdf>
- Hernandez, S., & Escoto, W. (2016). *Evaluacion Microbiologica de Hortalizas Organicas Empacadas por la Planta Procesadora Acopo de R.L. los Planes, la Palma, Chalatenango.*
- Indart, N. (2017). Enfermedades Transmitidas po Alimentos (ETAs). *Gualeguaychú, 6*



- (11), 5–24.
- INEN. (2013). *Hortalizas Frescas. Espinaca. Requisitos; Norma Tecnica Ecuatoriana*.
- Jayo, J. (2018). *Niveles de Guano de Isla y Dosis de Microorganismos Eficaces en el Rendimiento de Espinaca (Spinacia oleracea L.) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho*.
- Jimenez, F. (2014). El Filtro de Cocina: Como Factor de Riesgo en la Contaminacion Cruzada de los Alimentos. *Revista Electronica de Veterinaria*, 15.
- Jiménez, J., Arias, L., Espinosa, L., Fuentes, L., Garzón, C., Gil, R., Niño, N., & Rodríguez, M. (2010). *El Cultivo de la Espinaca (Spinacia oleracea L.) y su Manejo Fitosanitario en Colombia*. www.utadeo.edu.co
- Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., Gutiérrez, G., Rosell, C., & Mejía, D. (2009). Enfermedades Transmitidas por Alimentos y su Impacto Socioeconomico. In *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. <https://www.fao.org/3/i0480s/i0480s.pdf>
- Lopez, R. (2002). *Degradacion del Suelo Causas, Procesos, Evaluacion e Investigacion*.
- Lopez, V., Suarez, M., Chico, I., Navas, J., & Martinez, J. . (2006). Listeria monocytogenes en Alimentos : ¿Son Todos los Aislamientos Igual de Virulentos? *Revista Argentina de Micro*, 38(4), 224–234.
- Lorenzana, S. (2020). Funciones de la Vitamina A y Disfunciones Relacionadas con su Carencia. *Universidad de Valladolid*.
- Macfaddin, J. (2003). *Pruebas Bioquimicas para la Identificacion de Bacterias de Importancia Clinica* (Vol. 3).
- Marcelo, V., Fernandez, D., & Diaz, C. (2017). *Manuel para el Productor, El cultivo de hortalizas* (1ER ed.).
- Mayorga, N. (2014). Determinacion de la Calidad Bacteriologica en los Efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chilpina - Arequipa y Cultivos Horticolas (Abril - Junio 2014). *Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa*.
- Melendez, L. (2014). Evita una Contaminación de E . coli y Salmonella en tus Cultivos de Lechuga y Espinaca. *Hortalizas*.
- Mikkelsen, R. (2010). *Fuentes de Magnesio*. 94(2), 26–28.
- MINSA. (2011). Procedimiento para la Recepcion de Muestras de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano en el Laboratorio de Control Ambiental de la Direccion



- General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. *Directiva Sanitaria N°032-MINSA/DIGESA - V.01, RM N°156 - 2010/MINSA, 01.*
- MINSA. (2017). *Enfermedades Transmitidas por Alimentos.*
www.dge.gob.pe/boletin.php
- Moron, M. (2022). Calidad Microbiologica de los Condimentos Vegetales Frescos Molidos (Rocoto, Aji, Amarillo, Espinaca y Albahaca) que se expenden en el Mercado Modelo de Ica - 2021. *Universidad Nacional San Luis Gonz.*
- Mritunjay, S., & Kumar, V. (2017). A study on prevalence of microbial contamination on the surface of raw salad vegetables. *3 Biotech*, 7(1).
- Muñoz, A. (2014). Determinación de los niveles de calidad a nivel microbiológico en muestras de espinacas y agua de riego para cultivos, en el municipio de cota, cundimarca. In *Muñoz.*
- Muñoz, M. (2017). *Escherichia coli O157:H7 en Hortalizas de Fondos Agrícolas en la Periferia de la Ciudad de Lima – Perú.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Muñoz, S., Vilca, M., Ramos, D., & Lucas, J. (2013). *Frecuencia de Enterobacterias en Verduras Frescas de Consumo Crudo Expendidas en Cuatro Mercados de Lima, Perú.*
- Ocampo, N. (2014). Generalidades de los Parásitos. *Universidad Autonoma Del Estado de Hidalgo.*
- OMS. (2007). Brote de Escherichia coli O157H7 en espinacas. *Red Internacional de Autoridades En Materia de Inocuidad de Los Alimentos (INFOSAN), 1.*
- Ortega, J., Ferris, J., Orti, A., Lopez, J., Canovas, A., Garcia, J., Aliaga, K., Alcon, J., Beseler, B., Andreu, E., Molini, N., & Navarro, I. (2002). *Contaminacion Medio - Ambientales en la Alimentacion.* 69–76.
- Palacios, B. (2019). Estado de Inocuidad de los Alimentos Preparados Sin Tratamiento Termico y su Influencia en la Salud del Consumidor. *Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion.*
- Paredes, A. (2018). Presencia de Enteroparasitos en Hortalizas Comercializadas en los Merados Mas Concurridos de la Ciudad de Arequipa, Setiembre - Diciembre 2017. *Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.*
- Paredes, J. (2017). *Evaluación microbiológica de lechuga (Lactusa sativa) y espinaca (Spinacea oleracea) producidas en los distritos de Acobamba, Palca y su higienización.*



- Perez, I. (2012). *Bacillus cereus y su Papel en las Intoxicaciones Alimentarias*. 38(1), 98–108.
- Peron, T. (2011). Manual de Manipulacion de Alimetnos. *Ministerio de Salud de La Provincia de Buenos Aires*.
- Puig, Y., Castillo II, V., Rodríguez, A., Carrera, J., Molejón, P., Pérez, Y., & Dueñas, O. (2013). Microbiological quality of vegetables and factors associated with contamination in growing areas in Havana. In *Revista Habanera de Ciencias Médicas* (Vol. 13, Issue 1). <http://scielo.sld.cu>
- Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodriguez, J., & Pumacayo, I. (2019). Estadística No Parametrica Aplicada a la Investigacion Cientifica. In *Resultado de Investigación*. <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estadística-no-paramétrica-aplicada.pdf>
- Ramirez, K. (2017). *Determinacion de Mesofilos Aerobios, Coliformes Totales y Fecales en el Cultivo de Espinaca (Spinacia oleracea), Producido en Tres Municipios del Estado de Mexico*. Universidad Autonoma del Estado de Mexico.
- Ramsay, G., Telemans, B., Flores, M., Medina, M., Santini, G., Womdim, N., Xia, J., Beed, F., Tagichi, M., Kahane, R., Faye, E., Marshall, J., Bonnet, D., & Roman, V. (2021). Frutas y Hortalizas oportunidades y desafios para agricultura sostenible a pequeña escala. In *Frutas y hortalizas* (Vol. 1). FAO, CIRAD. <https://doi.org/10.4060/cb4173es>
- Rodriguez, G. (2002). Principales Caracteristicas y Diagnostico de los Grupos Patogenos de Escherichia coli. *Salud Publica de Mexico*, 44(5), 464–475. <https://doi.org/10.1590/s0036-36342002000500011>
- Rojas, I. (2017). *Calidad Microbiologica en Tres Hortalizas Producidas en el Estado de Mexico*.
- Ropero, A. (2019). *Verduras y Hortalizas*.
- Rosas, R. (2007). *Contaminaciones Alimentarias Cuadros Principales, Tratamiento y Prevención* (Vol. 26).
- Rozano, V., Quiroz, C., Acosta, J., Pimentel, L., & Quiñonez, E. (2004). Hortalizas, las llaves de la energia. *Revista Digital Universitaria*, 5(7), 3–30. www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/int88.htm
- Sanchez, M. de los A., Gonzalez, T., Ayora, T., Martinez, Z., & Pacheco, N. (2017). ¿Qué son los microbios? *Ciencia*, 68.
- Sánchez, M., & Farrando, S. (2021). Enfermedades Transmitidas por Alimentos :



- Hablemos de *Staphylococcus aureus*. *Departamento de Ciencias Enológicas y Agroalimentarias*, 25–28.
- Santos, M. (2017). Enfermedades Transmitidas por Alimentos, Colombia. *Instituto Nacional de Salud*, 14. https://www.ins.gov.co/buscador/Informesdeevento/ETA_SEMESTRE_I_2018.pdf#search=ETA
- Serrano, Z. (1976). *Cultivo de la Espinaca*.
- Sigueñas, S. (2002). El Cultivo de Espinaca. *Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Investigacion Agraria (INIA), Folleto R.*, 0–17.
- Soles, M. (2019). Influencia de Tres Dosis de Fertilizacion Organica (Biol) en la Produccion de Espinaca *Spinacia oleracea* L. (Amarantaceae) en Condiciones del Valle de Santa Catalina. *Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo - Perú*.
- Spinneker, A., Sola, R., Lemmen, V., Castillo, M. ., Pietrzik, K., & Gonzalez, M. (2007). Vitamin B 6 status , deficiency and its consequences - an overview. *Nutricion Hospitalaria*, 22(1), 7–24.
- Tixilema, S. (2015). Desarrollo de una Tecnologia Innovadora de Procesamiento Mínimo para la Conservacion de Hortalizas Frescas Lechuga (*Lactuca sativa* L.), Col de Repollo (*Brassica oleracea* var. capitata), Col Morada (*Brassica oleracea* var. Lambarda), Espinaca (*Spinacia oler.* *Universidad Tecnica de Ambato*.
- Torres, R., & Moori, S. (2018). *Conocimientos , Actitudes y Prácticas en Higiene y Manipulación de Alimentos de los Trabajadores en los Restaurantes de Miraflores y Lurigancho - Chosica, 2017*. 50–56.
- Vasquez, S., O'Neill, S., & Legnani, M. (2013). *Importancia de los Coliformes en los Alimentos*.
- Vicario, N. (2013). Presencia de *Escherichia coli* en Alimentos y Relevancia Nutricional. *Universidad de Valladolid*.
- Zamora, I., & Barbosa, Y. (2019). Los Riesgos de Manipulacion de los Alimentos Funcionales y su Importancia para la Salud. *Universidad de Ciencias Medicas Holguin*, 23 (3).
- Zavala, A., & Rey, M. (2003). Enfermedades Tansmitidas por Alimentos - ETA. *Universidad de Buenos Aires*, 24, 1–4.
- Zuñiga, I., & Caro, J. (2017). Enfermedades Transmitidas por los Alimentos: Una Mirada Puntual para el Personal de Salud. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 37(3), 95–104.



ANEXOS

Anexo A. Análisis estadístico de Kruskal – Wallis para coliformes totales en la espinaca (*Spinacia oleracea*).

Anexo A.1. Análisis estadístico para la comparación de coliformes totales entre los puestos de venta del mercado Unión Dignidad.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	UNIÓN DIGNIDAD	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
COL_TOT_U_D PV_1		5	2012.00	867.59	2400.00	2.79	0.5310
COL_TOT_U_D PV_2		5	1104.00	792.01	1100.00		
COL_TOT_U_D PV_3		5	1364.00	981.16	1100.00		
COL_TOT_U_D PV_4		5	1104.00	792.01	1100.00		
COL_TOT_U_D PV_5		5	1492.00	869.09	1100.00		

Anexo A.2. Análisis estadístico para la comparación de coliformes totales entre los puestos de venta del mercado Bellavista.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	BELLAVISTA	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
COL_TOT_BELL PV_1		5	1320.00	1035.28	1100.00	3.34	0.4847
COL_TOT_BELL PV_2		5	882.00	921.10	460.00		
COL_TOT_BELL PV_3		5	898.00	907.09	460.00		
COL_TOT_BELL PV_4		5	619.60	1009.20	120.00		
COL_TOT_BELL PV_5		5	932.00	881.43	460.00		

Anexo A.3. Análisis estadístico para la comparación de coliformes totales entre el mercado Unión y dignidad y mercado Bellavista.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	MERCADOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
COLIF_TOTALES Bellavista		25	930.32	899.37	460.00	5.65	0.0139
COLIF_TOTALES Unión Dignidad		25	1415.20	858.61	1100.00		

Trat.	Ranks
Bellavista	20.60 A
Unión Dignidad	30.40 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Anexo B. Análisis estadístico de Kruskal – Wallis para *Escherichia coli* en la espinaca (*Spinacia oleracea*).

Anexo B.1. Análisis estadístico para la comparación de *Escherichia coli* entre los puestos de venta del mercado Unión Dignidad.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	UNIÓN DIGNIDAD	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
E_coli_U_D	PV_1	5	1060.00	841.31	1100.00	6.59	0.1494
E_coli_U_D	PV_2	5	208.00	70.50	240.00		
E_coli_U_D	PV_3	5	530.00	520.34	150.00		
E_coli_U_D	PV_4	5	332.00	120.29	290.00		
E_coli_U_D	PV_5	5	296.00	162.88	290.00		

Anexo B.2. Análisis estadístico para la comparación de *Escherichia coli* entre los puestos de venta del mercado Bellavista.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	BELLAVISTA	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
E_coli_BELL	PV_1	5	270.00	117.69	240.00	12.32	0.0142
E_coli_BELL	PV_2	5	78.00	90.64	36.00		
E_coli_BELL	PV_3	5	286.00	112.83	290.00		
E_coli_BELL	PV_4	5	110.00	114.40	75.00		
E_coli_BELL	PV_5	5	72.40	58.18	35.00		

Trat. Ranks

PV_5	7.50	A
PV_2	9.40	A
PV_4	9.60	A B
PV_1	18.70	B C
PV_3	19.80	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo B.3. Análisis estadístico para la comparación de *Escherichia coli* entre el mercado Unión y dignidad y mercado Bellavista.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	MERCADOS	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
E_coli	Bellavista	25	163.28	133.72	150.00	10.50	0.0011
E_coli	Unión Dignidad	25	485.20	518.03	290.00		

Trat.	Ranks
Bellavista	18.82 A
Unión Dignidad	32.18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo C. Análisis estadístico de Kruskal – Wallis para comparar el recuento de coliformes totales y *Escherichia coli* en la espinaca (*Spinacia oleracea*) expendida en el mercado Unión y Dignidad.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	GRUPO BACT	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RCTO	COLIF_TOTALES	25	1415,20	858,61	1100,00	19,31	<0,0001
RCTO	E coli	25	485,20	518,03	290,00		

Trat.	Ranks
E_coli	16,44 A
COLIF TOTALES	34,56 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo D. Análisis estadístico de Kruskal – Wallis para comparar el recuento de coliformes totales y *Escherichia coli* en la espinaca (*Spinacia oleracea*) expendida en el mercado Bellavista.

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	GRUPO BACT	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RCTO	COLIF_TOTALES	25	930,32	899,37	460,00	17,56	<0,0001
RCTO	E coli	25	163,28	133,72	150,00		

Trat.	Ranks
E_coli	16,86 A
COLIF TOTALES	34,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo E. Matriz de Tabulación de Datos

Puestos de Venta	Mercados	Tipo de Muestra	N° Muestra	Lectura mediante la tabla del NMP/g		Detección	
				Rcto_C.T	Rcto_Ec	Aus_Ec	Press_Ec
PV 1	U. D	H. E	1	2400	1100	-	+
PV 1	U. D	H. E	1	460	240	-	+
PV 1	U. D	H. E	1	2400	1100	-	+
PV 1	U. D	H. E	1	2400	460	-	+
PV 1	U. D	H. E	1	2400	2400	-	+
PV 2	U. D	H. E	1	1100	240	-	+
PV 2	U. D	H. E	1	460	150	-	+
PV 2	U. D	H. E	1	2400	290	-	+
PV 2	U. D	H. E	1	460	240	-	+
PV 2	U. D	H. E	1	1100	120	-	+
PV 3	U. D	H. E	1	460	150	-	+
PV 3	U. D	H. E	1	2400	1100	-	+
PV 3	U. D	H. E	1	460	150	-	+
PV 3	U. D	H. E	1	1100	150	-	+
PV 3	U. D	H. E	1	2400	1100	-	+
PV 4	U. D	H. E	1	460	240	-	+
PV 4	U. D	H. E	1	1100	210	-	+
PV 4	U. D	H. E	1	2400	290	-	+
PV 4	U. D	H. E	1	1100	460	-	+
PV 4	U. D	H. E	1	460	460	-	+
PV 5	U. D	H. E	1	1100	150	-	+
PV 5	U. D	H. E	1	460	460	-	+
PV 5	U. D	H. E	1	2400	290	-	+
PV 5	U. D	H. E	1	1100	120	-	+
PV 5	U. D	H. E	1	2400	460	-	+
PV 1	B	H. E	1	1100	460	-	+
PV 1	B	H. E	1	240	240	-	+
PV 1	B	H. E	1	460	150	-	+
PV 1	B	H. E	1	2400	210	-	+
PV 1	B	H. E	1	2400	290	-	+
PV 2	B	H. E	1	460	36	-	+
PV 2	B	H. E	1	2400	35	-	+
PV 2	B	H. E	1	240	240	-	+
PV 2	B	H. E	1	1100	44	-	+
PV 2	B	H. E	1	210	35	-	+
PV 3	B	H. E	1	240	240	-	+
PV 3	B	H. E	1	2400	290	-	+
PV 3	B	H. E	1	290	290	-	+
PV 3	B	H. E	1	460	150	-	+
PV 3	B	H. E	1	1100	460	-	+
PV 4	B	H. E	1	75	20	-	+
PV 4	B	H. E	1	460	150	-	+
PV 4	B	H. E	1	2400	290	-	+
PV 4	B	H. E	1	43	15	-	+
PV 4	B	H. E	1	120	75	-	+
PV 5	B	H. E	1	240	29	-	+
PV 5	B	H. E	1	2400	120	-	+
PV 5	B	H. E	1	460	28	-	+
PV 5	B	H. E	1	1100	35	-	+
PV 5	B	H. E	1	460	150	-	+

Donde: PV=Puesto de Venta, U.D=Mercado Unión y Dignidad, B=Mercado Bellavista, H.E=Hojas de Espinaca, NMP/g=Numero Más Probable por gramo, Rcto_C.T=Recuento de Coliformes Totales, Rcto_Ec=Recuento de *Escherichia coli*, Aus_Ec=Ausencia de *Escherichia coli*, Press_Ec=Presencia de *Escherichia coli*, (-)=Negativo, (+)=Positivo.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo F. Recolección de espinaca



Anexo G. Pesado de la espinaca



Anexo H. Trituración de la espinaca.



Anexo I. Homogenización de la espinaca triturada en 90ml de solución reguladora de peptona.



Anexo J. Dilución e inoculación en caldo lactosado para llevar a incubación.

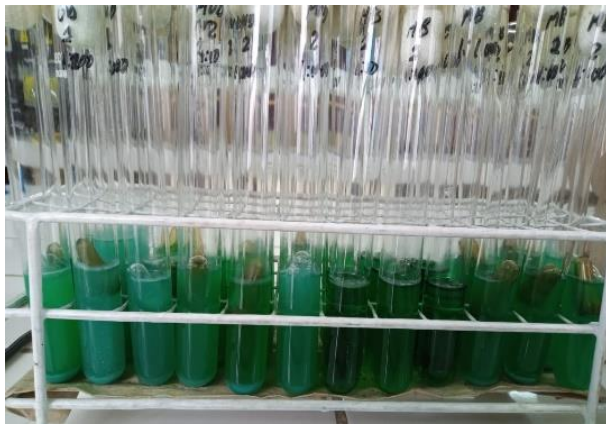


Anexo K. Tubos fermentados a 48h de incubación para luego dar lectura en la tabla del número más probable.



Anexo L. Test confirmativo en caldo verde brillante para coliformes fecales

(*Escherichia coli*).



Anexo M. Crecimiento de *Escherichia coli* en agar eosina azul de metileno (EMB)



Anexo N. Prueba Bioquímica que confirma la presencia de *Escherichia coli*

(Positivo)





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE
ALIMENTOS



CONSTANCIA

LA JEFA DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS, PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNA PUNO

HACE CONSTAR:

Que la bachiller LINDA SHOMMER QUISPE VALERO, egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas, Especialidad de Microbiología y Laboratorio Clínico, ha realizado la parte experimental de su trabajo de investigación (tesis) titulado: **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN MERCADOS DE PUNO, 2022**, en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Control de Calidad de la Facultad de Ciencias Biológicas, durante el tiempo de Enero a Marzo del año 2023, ejecutando su trabajo con responsabilidad, dedicación y puntualidad.

Se le expide la presente Constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime por conveniente.

Puno, 15 de diciembre del 2023


BIOLOGA M.Sc. Eva Laura Chauca
JEFATURA DE CENTRO PRINCIPAL DE FCCBB - UNA
COLBIOP N° 805



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Linda Shommer Quispe Valero
identificado con DNI 73580345 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

De BIOLOGÍA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA ESPINACA (Spinacia
oleracea) EN MERCADOS DE PUNO, 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 26 de Enero del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Linda Shommer Quispe Valero,
identificado con DNI 73580345 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

DE BIOLÓGIA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA DE LA ESPINACA (spinacia
oleracea) EN MERCADOS DE PUNO, 2022. ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 26 de Enero del 2021

Linda Shommer Quispe Valero

FIRMA (obligatoria)



Huella