



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Trabajo Final de Grado:

DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO DE LECHUGA TIPO ICEBERG (*Lectuca sativa* L.), BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*), TOMATE CHONTO (*Solanum lycopersicum*) Y CEBOLLA CABEZONA (*Allium cepa*); PRODUCIDAS Y COMERCIALIZADAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ

Natalia Irene Tejedor Manrique

Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Profundización**

Director (a):

Dr. Aníbal Orlando Herrera Arévalo

Línea de Investigación:

MICROBIOLOGÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA
Bogotá, Colombia
2020

Dedico este trabajo a Dios,
por su bendición e iluminación
en cada momento de mi vida.
Y a mi familia por el apoyo y
la comprensión incondicional
durante este proceso.

“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto,
y pensar lo que nadie más ha pensado”

Albert Szent-György

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia por haberme permitido realizar los estudios de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos; a la Facultad de Ciencias Agrarias y al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos – ICTA, por prestar sus instalaciones para el desarrollo del presente trabajo y gracias a cada uno de los docentes aportaron infinitamente a mis conocimientos personales como profesionales.

Extiendo mis agradecimientos al Laboratorio de Microbiología de Alimentos del ICTA y su coordinador el profesor Carlos Alberto Fuenmayor, el cual me permitió desarrollar la parte experimental de mi proyecto de grado con el prestamos de los espacios y equipos del laboratorio; especialmente agradezco al Sr. Gregorio Medina y la Sra. María Esperanza Pulido quienes siempre estuvieron disponibles para aclarar dudas y guiarme en el desarrollo de mi trabajo en laboratorio.

Agradezco al profesor Aníbal Herrera director de mi trabajo final de Maestría, quien me acompañó en el proceso de planeación y desarrollo del trabajo final de grado, siempre estando disponible para aclarar dudas y guiarme en el proceso. Al profesor Juan Carlos Zuluaga, quien me colaboró en el planteamiento del proyecto inicial y encaminó hacia los objetivos que quería lograr. Y de igual manera agradezco al profesor Glaeher Jhon Flórez, quien estuvo totalmente disponible para resolver todas las inquietudes sobre la parte microbiológica del trabajo, fortaleció mis falencias en esta área y me dirigió con su mayor disposición en el desarrollo del proyecto.

Agradezco a cada uno de los agricultores de Sabana occidente de Bogotá que me permitieron entrar a sus fincas, conocer sus procesos productivos y obtener las muestras vegetales analizadas; sin su colaboración y apertura no hubiese sido posible el desarrollo de esta investigación.

Resumen

En la presente investigación se determina la calidad microbiológica de hortalizas producidas en la franja occidental de Bogotá, que actualmente tiene una importante influencia del río Bogotá siendo irrigada por el sistema de riego “La Ramada”. El análisis de indicadores de calidad microbiología en alimentos consideró los siguientes parámetros: determinación de coliformes fecales y totales, presencia de *E. coli* y *Salmonella* spp. y proliferación de hongos y levaduras en las muestras provenientes de cuatro productos de origen vegetal; debido a su consumo o áreas productivas (lechuga, brócoli, cebolla cabezona y tomate chonto).

Los muestreos se realizaron en tres zonas de producción: Zona I comprendida por el municipio de Mosquera; la Zona II que comprende Cota, Siberia y Funza; y por último Zona III comprendida por Madrid y Bojacá. Esta es la distribución marcada por el sistema de riego con aguas provenientes del río Bogotá. Por otra parte, se evaluaron muestras comerciales que se obtuvieron en Plazas de mercado, Tiendas de barrio, Fruvers y Supermercados de diferentes partes de la ciudad.

Como resultado del diagnóstico se encontró una presencia superior a lo permitido por la normativa en cuanto al número de individuos de coliformes totales y fecales (10^2 UFC/g de alimento) en un 30% de las muestras totales evaluadas destacándose una mayor cantidad de muestras comerciales contaminadas. En cuanto a la determinación de hongos y levaduras los resultados arrojaron una media similar en cantidad encontrada a excepción de la cebolla cabezona que presentó un mayor valor de estos microorganismos. Se encontraron dos muestras comerciales contaminadas por *E. coli* una de lechuga y otra de brócoli. Por último, se demostró ausencia de *Salmonella* spp. en las 80 muestras evaluadas.

Palabras clave: Calidad Microbiológica, “La Ramada”, vegetales, coliformes, *E. coli* y *Salmonella*.

Abstract

In this research was resolve the microbiological quality of vegetables produced in the occidental area of Bogotá city, actually this area has an important influence of Bogotá river, being irrigated by irrigation system “La Ramada”. The analysis of microbiology quality indicators in food was realised consider the next parameters: determination of Coliforms fecal and total, presence of *E. coli* and *Salmonella* spp. and proliferation of fungi and yeasts in the simples, from four products of plant origin; of great importance for their consumption and their significant productive areas in the region (lettuce, broccoli, onion and tomato).

The samples were taken in three production zones: Zone I comprised by the municipality of Mosquera; Zone II that includes Cota, Siberia and Funza; and finally the Zone III comprised by Madrid and Bojacá. This distribution is marked by the irrigation system with water from the Bogotá river. On the other hand, commercial samples were obtained at Market places, Local shops, Fruvers and Supermarkets in different parts of the city were evaluated.

As a result of diagnosis is allowed higher values respect the regulations specially in the regarding number of total coliforms and fecal coliforms (10^2 UFC/g of food), in 30% of the total samples evaluated stand out most of comercial samples contaminated. Regard the determination of fungi and yeasts, the results showed an average amount found similar except the onion who has higher vaue of these microrganisms. Two commercial samples were found contaminated by *E. coli*, one from lettuce and one of broccoli. Finally, in the 80 samples evaluated not any present *Salmonella* spp.

Keywords: Microbiological Quality, “La Ramada”, vegetables, coliforms, *E. coli* and *Salmonella*.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract	5
Lista de Gráficas y Tablas	8
Lista de Símbolos y Abreviaturas	9
Introducción	10
1. Justificación	13
2. Objetivos	16
2.1. Objetivo General.....	16
2.2. Objetivos Específicos.....	16
3. Marco de Referencia	17
3.1. Situación actual de producción y consumo de hortalizas.....	17
3.1.1. Nivel Global.....	17
3.1.2. Nivel Nacional.....	17
3.2. Fuentes de Contaminación de Hortalizas.....	18
3.2.1. Contaminación por Agua.....	18
3.2.2. Contaminación por Actividad Humana.....	19
3.2.3. Contaminación por Animales.....	20
3.2.4. Contaminación por uso indiscriminado de Fertilizantes Orgánicos.....	20
3.3. Principales Microorganismos Patógenos ligados a ETA's.....	20
3.4. ETA's causadas por el consumo de hortalizas.....	21
3.4.1. Contexto Internacional.....	22
3.4.2. Contexto Colombiano.....	23
3.4.3. Contexto Regional de Afluencia del Sistema de Riego “La Ramada”	24
3.5. Factores que afectan la Supervivencia y Desarrollo Microbiano en Hortalizas.....	26
4. Metodología	27
4.1. Contextualización y Búsqueda de Información sobre la Calidad de Agua del Sistema de Riego “La Ramada”.....	27
4.2. Muestreo del Material Vegetal en Campo y Comercializadoras.....	27
4.3. Antecedentes para la Determinación de Riesgos Microbiológicos del Material Vegetal.....	29
4.4. Análisis de Microorganismos.....	30
5. Resultados y Análisis	33
5.1. Estado de Calidad del Agua del Sistema de Riego “La Ramada”.....	33
5.2. Estudios Realizados sobre Calidad de Agua del Sistema de Riego “La Ramada”.....	35

5.3. Identificación de Muestras Analizadas Microbiológicamente.....	36
5.4. Resultados del Análisis Microbiológico, Interpretados con la Normativa Colombiana.....	40
5.5. Análisis General de los Resultados Obtenidos.....	41
5.5.1. Análisis de Resultados - Coliformes Totales en las Muestras Vegetales.....	41
5.5.2. Análisis de Resultados - Coliformes Fecales en las Muestras Vegetales.....	44
5.5.3. Análisis de Resultados - Hongos y Levaduras en las Muestras Vegetales.....	46
5.5.4. Análisis de Resultados - <i>Salmonella</i> spp. en las Muestras Vegetales.....	49
5.6. Análisis Comparativo entre Productos Vegetales.....	49
5.6.1. Análisis de Coliformes Totales y Fecales entre Productos Vegetales.....	49
5.6.2. Análisis de <i>E. coli</i> en los Productos Vegetales.....	53
5.6.3. Análisis de Determinación de Hongos y Levaduras en los Productos Vegetales.....	55
5.7. Análisis Microbiológico de Muestras Comerciales.....	56
5.7.1. Análisis de Coliformes Totales en Muestras Comerciales.....	56
5.7.2. Análisis de Coliformes Fecales y <i>E. coli</i> en Muestras Comerciales.....	58
5.5. Análisis Microbiológico de Muestras de Campo.....	60
5.5.1. Análisis de Coliformes Totales en las Muestras de Campo.....	60
5.5.2. Análisis de Coliformes Fecales en las Muestras de Campo.....	61
6. Conclusiones.....	62
7. Recomendaciones.....	64
8. Bibliografía.....	64
9. Anexos.....	72

Lista de Tablas y Gráficas

Tabla N° 1. Estadísticas por cultivos analizados en la investigación. Fuente: Agronet 2014.....	pág. 12
Tabla N° 2. Normatividad para la sanidad de alimentos, en cuanto a criterios microbiológicos. Fuente: INVIMA, 2003.....	pág. 41
Tabla N° 3. Muestras con contenidos de Coliformes totales superiores a 10^4 UFC/g.....	pág. 43
Tabla N° 4. Muestras con contenidos de Coliformes fecales superiores a 10^3 UFC/g.....	pág. 45
Tabla N° 5. Muestras con contenidos de Hongos y Levaduras superiores a 10^3 UFC/g.....	pág. 47
Tabla N° 6. Muestras con valores de hongos y levaduras superiores a 250 UFC/g.....	pág. 48
Tabla N° 7. Coliformes Totales en muestras vegetales de diferente procedencia comercial.....	pág. 56
Tabla N° 8. Coliformes Fecales en muestras vegetales de diferente procedencia comercial.....	pág. 58
Tabla N° 9. Coliformes Totales en muestras vegetales de diferentes zonas muestreadas en campo.....	pág. 60

Gráfica N° 1. Distribución en porcentajes del tipo de vegetal analizado en las muestras tomadas a nivel comercial y en campo.....	pág. 37
Gráfica N° 2. Distribución de las muestras por tipo de vegetal analizado en el total de las muestras tanto comerciales como de campo, observando su porcentaje de representación por tipo de vegetal.....	pág. 38
Gráfica N° 3. Distribución de las muestras comerciales por porcentaje de muestras tomadas de cada tipo de vegetal, por cada una de las zonas que se diferenciaron en la ciudad de Bogotá.....	pág. 43
Gráfica N° 4. Distribución de muestras comerciales de productos vegetales evaluados entre tipo de comercializadoras.....	pág. 45
Gráfica N° 5. Boxplot, en R de Coliformes Totales en cada uno de los productos vegetales analizados. (a) Con datos Atípicos (b) Sin datos atípicos.....	pág. 46
Gráfica N° 6. Boxplot, en R de Coliformes Totales en cada uno de los productos vegetales analizados. (a) Con datos Atípicos (b) Sin datos atípicos.....	pág. 47
Gráfica N° 7. Boxplot, en R de Hongos y Levaduras en cada uno de los productos vegetales analizados. (a) Con datos Atípicos (b) Sin datos atípicos.....	pág. 48
Gráfica N° 8. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Coliformes Totales (a) y Coliformes Fecales (b) en UFC/g y NMP/g de tejido vegetal determinados en las diferentes hortalizas analizadas.....	pág. 50
Gráfica N° 9. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Coliformes Totales a nivel comercial (a), Coliformes Fecales a nivel comercial (b), Coliformes Totales a nivel de campo (c) y Coliformes Fecales en campo (d) en UFC/g y NMP/g de tejido vegetal determinados en las diferentes hortalizas analizadas.....	pág. 51
Gráfica N° 10. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Hongos y Levaduras totales en las muestras vegetales analizadas.....	pág. 55
Gráfica N° 11. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Hongos y Levaduras a nivel comercial (a) y a nivel de campo (b) en UFC/g de tejido vegetal determinados en las diferentes hortalizas analizadas.....	pág. 56

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Terminología

ETA/ETA's	Enfermedades Trasmitidas por Alimentos
NTC	Norma Técnica Colombiana
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
CONPES	Concejo Nacional de Política Económica Social
BPA	Buenas Prácticas Agrarias
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
OMS	Organización Mundial de la Salud
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
NPM	Número más probable
UFC	Unidades Formadoras de Colonia

Unidades de medidas

g	Gramos
L	Litros
mm	Milímetro
mL	Mililitro
pH	Potencial de Hidrógeno
°C	Grados centígrados

Introducción

En la actualidad, se ha observado un mayor interés en la sociedad por incrementar el consumo de alimentos frescos de origen vegetal buscando beneficiar la salud (Fernández E. & Peña C., 2012; Greco, 2010). En los mercados se halla una mayor disponibilidad y accesibilidad a los productos vegetales por parte de los consumidores, quienes a su vez exigen mayores estándares de calidad deseando productos que no causen daño a su salud y en los cuales se garantice su inocuidad (Ávila G., *et al.* 2008; DNP, 2008; INVIMA, 2003). Estos son aspectos que debe ser considerados tanto por los entes gubernamentales y regulatorios del país como por las producciones agrícolas con el fin de obtener calidad microbiológica de los productos en la producción agraria.

De acuerdo a reportes de la OMS (2016), se ha presentado un incremento en la frecuencia de brotes de enfermedades gastrointestinales causadas por ingestión de alimentos contaminados por microorganismos patógenos, nominadas por la entidad como Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA); dichas enfermedades se encuentran asociadas al consumo de frutas y hortalizas contaminadas por patógenos que afectan la flora intestinal humana; lo cual preocupa dado la relevancia que este tipo de productos tienen en la dieta humana y porque principalmente afectan a la población vulnerable, niños y ancianos (Fernández E. & Peña C., 2012; Kenia & Achí, 2011; Rodríguez *et al.*, 2015). La contaminación presente en los alimentos puede producirse en cualquiera de los procesos productivos desde el campo agrícola hasta llegar al consumidor y puede tener como causa contaminación de tipo ambiental; en agua, tierra y/o aire (OMS, 2016).

Existe una alta contaminación de productos vegetales debido a que al sistema de producción es abierto a muchos factores contaminantes ambientales y es además poco controlado por los productores, lo cual incrementa la presencia de agentes contaminantes importantes provenientes de: suelo, fuentes hídricas, aire, organismos asociados a la producción agrícola (animales domésticos y producción pecuaria), insectos y actividades humanas inadecuadas como la fertilización con materias orgánicas no descompuestas y contaminadas, o practicas incorrectas en la manipulación de alimentos tanto en el ciclo productivo como en las prácticas de cosecha y postcosecha (Ávila G., *et al.*, 2008; Orjuela M., *et al.*, 2016).

Actualmente hay una reducción de las áreas potencialmente agrícolas debido a los asentamientos poblacionales de un gran número de individuos, los cuales se encuentran organizados en las grandes urbes; lo que implica que la producción agropecuaria utilice aguas residuales contaminadas de dichos asentamientos y sean fuente de contaminación de los alimentos producidos en áreas periféricas de las grandes ciudades (Ávila G., *et al.*, 2008; CRA, 1997).

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y entidades Gubernamentales Municipales afectadas por contaminación de aguas han concluido en la mayoría de debates que en Colombia hay poca disponibilidad de estudios realizados sobre la calidad microbiológica de alimentos de origen vegetal, que evalúen los riesgos más probables de suceder y propongan prácticas eficientes evitando que estos riesgos conlleven a la contaminación de microorganismos patógenos para la salud en alimentos de uso básico para la población (CRA, 1997).

Para que estas hortalizas sean aptas para su consumo se requiere garantizar su calidad microbiológica ligada principalmente a que no ocasionen inconvenientes en la salud de los consumidores después de su ingesta. Lo anterior implica la implementación y mejora constante de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en las zonas productoras de los alimentos destinados a estas grandes Urbes (CCI, 2018); además de la implementación de prácticas de manufactura (BPM), las cuales implementen lavados y desinfecciones mínimas en el manejo postcosecha de las hortalizas.

Para el caso de la ciudad de Bogotá, su principal despensa agrícola la constituye los municipios aledaños los cuales provee más de 60 especies vegetales entre hortalizas, granos, tubérculos, cereales, pseudocereales, hierbas aromáticas, entre otros (CCI y SENA; 2004). Dentro de las hortalizas representativas en producción y consumo por parte de los hogares bogotanos se destacan la lechuga tipo Batavia (*Lectuca sativa* L), el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), el tomate chonto (*Solanum lycopersicum*) y la cebolla de bulbo o cabezona (*Allium cepa*) (Agronet, 2013). Por la relevancia para el consumidor bogotano de estos productos hortícolas, son elegidos para realizar un diagnóstico microbiológico del estado que presenta en los campos de producción, así como también en los diferentes eslabones de comercialización.

Específicamente para la ciudad de Bogotá, Colombia; existe un área agrícola muy intensiva y extensiva; de importante impacto para la población citadina ubicada sobre las riberas del río Bogotá. Esta es conocida como la Provincia de sabana occidente de Cundinamarca que comprende los municipios de Cota, Funza, Mosquera, Madrid, Bojacá y Facatativá. De estos municipios se conoce que hay un sistema de riego y drenaje llamado “La Ramada” que toma agua del río Bogotá y se extiende a su vez por la mayoría de municipios (CAR, 2011).

De acuerdo con la información oficial de la Secretaria de Agricultura y Planeación Departamental de Cundinamarca se reporta que un 30% del PIB de esta región está representado por la parte agrícola y pecuaria (CEPEC, 2011), teniendo en cuenta la importancia de este sector en la región los productos de hortalizas con mayores áreas de siembra y producciones son los que se muestran en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Estadísticas por cultivos analizados en la investigación. Fuente: Agronet 2014.

<i>Cultivos</i>	<i>Área sembrada (Ha)</i>	<i>Área cosechada (Ha)</i>	<i>Rendimiento (Ton/Ha)</i>
1. <i>Lechuga Batavia</i>	1708	1733	19,22
2. <i>Brócoli</i>	74	42	20,68
3. <i>Cebolla Cabezona</i>	53	31	25,53
4. <i>Tomate Chonto</i>	20	16	30,65

Debido a que el sistema de riego “La Ramada” está relacionada con la toma directa de agua proveniente del río Bogotá y que este a su vez, por estar pasando en su curso por una buena parte de la ciudad, puede verse contaminado en su extensión por aguas y lixiviados que posteriormente son utilizados para la irrigación de diferentes hortalizas con un amplio consumo estudiadas en la presente investigación.

Para tal fin, la problemática estudiada es la calidad microbiológica de cuatro alimentos relevantes producidos bajo el sistema de riego y drenaje de “La Ramada”; determinar si lo observado en campo es similar a lo que actualmente se está comercializando dentro de la ciudad; a sabiendas que generalmente la situación que se conoce de mercadeo de estas hortalizas es principalmente Bogotá por su cercanía y la demanda de los mismos.

1. Justificación

Por medio de este trabajo se pretende traspasar las limitaciones que se tienen actualmente por falta de información y estudios que no han permitido conocer la calidad microbiológica de los alimentos agrícolas producidos en la Sabana de Bogotá, identificando en ellos la presencia y efecto de los principales agentes patógenos que con mayor frecuencia afectan a la población con enfermedades de transmisión alimentaria (ETA's), concentrándose en patógenos que han presentado una mayor incidencia en alimentos de origen vegetal y además tienen gran importancia por su efecto epidemiológico los cuales son: *Salmonella* spp., *Listeria* spp. y *Escherichia coli* (Besser J. M., 2018; Tauxea *et al.*, 2010; Velarde, 2013).

La importancia de esta investigación se centra en otorgar nueva información sobre la distribución de algunos agentes etiológicos que ocasionan ETA's en humanos por el consumo de los cuatro productos evaluados, por medio de este trabajo se permite conocer los patógenos que pueden producir enfermedades permitiendo la identificación oportuna y la prevención de estas enfermedades en la población. Para este fin, se hace necesario identificar claramente el o los puntos de contaminación durante el proceso de producción y poner de manifiesto una especial atención al agua utilizada para la producción y el lavado de las hortalizas en campo y/o industrias dedicadas al empaque y comercialización; además de identificar cuáles son los productos hortícolas dentro de los cuatro evaluados que presentan una mayor probabilidad de retener patógenos por sus características morfológicas o debido a las prácticas agrícolas desarrolladas sobre los mismos (Ávila G., *et al.*; 2008).

Se han seleccionado cuatro hortalizas para dicho estudio; dos debido a su relevancia comercial y alta producción en la zona (lechuga y brócoli); y las otras dos por su diferencia en la forma morfológica con las hortalizas anteriormente mencionadas y partes de la planta donde se ubica el órgano comercializado (tomate chonto y cebolla cabezona).

- LECHUGA (*Lactuca sativa* L. var. *Capitata* = Tipo: Iceberg o Batavia):

Este es el cultivo de hortalizas que presenta una mayor área de siembra y una mayor producción en la sabana de occidente de Bogotá como lo reporta el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2016), dos de los municipios dentro del sistema de riego y drenaje

presentan lugares significativos en la estadística de área y producción, Tenjo en un primer lugar con 740 ha sembradas para el 2016 y una producción de 15.640 ton para este mismo año; y en segundo puesto en importancia es Mosquera con 695 ha sembradas de lechuga y una producción de 1.680 ton para el año 2016.

Además dentro del conteo de los 20 municipios más importantes en área sembrada y producción del cultivo de lechuga se encuentran prácticamente todos los que tienen como fuente hídrica el sistema de riego y drenaje “La Ramada”, los cuales son: Madrid con 635 ha sembradas y una producción de 7.520 ton en el año 2016, Bojacá con 185 ha sembradas para el año 2016 y 2.255 ton producidas en este mismo año, Funza en un onceavo lugar con 54 ha sembradas en el 2016 luego de que en el anterior año se sembraran 213 ha de lechugas lo cual puede significar que en la actualidad la mayor área sembrada se acerque a la actualmente sembrada con producciones en el 2015 de 5.535 ton y por último, Cota que al presentar un área municipal mucho menor que los anteriormente mencionados reporta aun así área de lechuga sembrada de 50 ha y una producción 1.108 ton; la cual se debe destacar ya que reporta dentro de los rendimientos más altos con 30 ton/ha.

El sistema de riego mayormente usado por los productores de la zona occidental de Bogotá es riego por aspersión; que además de no ser conveniente para este cultivo debido a la propensión de causar enfermedades fungosas y bacterianas en las hojas de la lechuga (Saavedra del R., 2017), provienen de aguas obtenidas del río Bogotá que pueden traer residuos contaminantes de la ciudad y no estar adecuadamente tratadas. A pesar de haber pocas evidencias y resultados contradictorios entre las entidades públicas que manejan el sistema de riego y cada una de las alcaldías de los municipios adyacentes con respecto al contenido de microorganismos perjudiciales para la salud de los consumidores de dichas hortalizas, el riesgo está latente y de hecho es la hortaliza más estudiada en el país por su alto riesgo de transmisión de enfermedades gastrointestinales debido a su inadecuada manipulación (Campos C., Contreras A. y Leiva B., 2015; Campos, Cárdenas, & Guerrero, 2008).

- BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*):

El área sembrada de esta hortaliza en la sabana occidente de Bogotá es representativa y es uno de los cultivos característicos de esta zona de producción; la duración de un ciclo de brócoli en la sabana se encuentra alrededor de los 75 días después de su trasplante lo cual representa un ciclo corto e interesante para los productores por retornar rápidamente su inversión. Es un cultivo que a pesar de no requerir el mismo volumen de agua de riego en comparación a una lechuga (Orjuela M. *et al.*, 2016) en épocas de verano requiere de riego.

Con este producto lo que se pretende es conocer si la morfología del brócoli afecta a la acumulación de agentes patógenos; la parte productiva es la pella se encuentra abierta al medio y además presenta una textura característica que puede acumular agua asperjada; lo cual podría incrementar la cantidad de patógenos en el vegetal (Zupango, 2016).

- TOMATE CHONTO (*Solanum lycopersicum*):

El cultivo de tomate no es representativo actualmente en la zona, se presentan unas producciones aisladas, este cultivo requiere de una alta inversión inicial, es un cultivo que dura en campo 190 días después de trasplante, la primera etapa vegetativa hasta producción del primer racimo a la altitud de la Sabana de occidente es de 80 días, posterior a esta producción el cultivo se mantiene produciendo de manera constante durante 2-3 meses de acuerdo al manejo agronómico otorgado (Escobar H. & Lee R., 2009).

Este cultivo es más tecnificado e implementa un sistema de riego por goteo con pulsaciones constantes que no caen ni al follaje ni al fruto; para poder ser utilizada el agua en estos sistemas se realiza tratamiento y filtración de aguas evitando el taponamiento de los goteros, por todo esto puede ser considerado un cultivo que mejora los sistemas productivos de la sabana de occidente en cuanto a la calidad microbiológica del producto final.

- CEBOLLA CABEZONA (*Allium cepa*):

El cultivo de la cebolla cabezona ha sido representativo de la zona de la sabana de Bogotá, esta puede ser considerada como alternativa de producción que mejore la calidad microbiológica de los productos ya que la cebolla a pesar de requerir una alta cantidad de agua durante su desarrollo en campo que son 120 días después de su trasplante, posteriormente a su cosecha se deja secar las catáfilas externas del bulbo y esta exposición

al sol generalmente de una semana en campo permite que se cure la cebolla selle bien su cuello y ocasiona la muerte de patógenos microbiológicos en la superficie del producto; además de presentar los flavonoides, principalmente quercetina y canferol (kaempferol) que le aporta a este producto capacidades antibióticas y ayudan a combatir las infecciones causadas por hongos patógenos .

La presente investigación permite conocer los patógenos que pueden producir enfermedades gastrointestinales a futuro por el consumo de estos cuatro productos vegetales básicos para la alimentación permite una identificación oportuna de riesgos de contagio y la prevención de enfermedades en la población. Para este fin, se hace necesario identificar claramente el o los puntos de contaminación durante el proceso de producción y pone de manifiesto una especial atención al agua utilizada para la producción y el lavado de las hortalizas en campo y/o industrias dedicadas al empaque y comercialización; además de identificar cuáles son los productos hortícolas que presentan una mayor probabilidad de retener patógenos en su estructura (Ávila G. *et al.*; 2008).

Por esta misma razón lo que se propone es la implementación de prácticas en campo, distribución y comercialización, contemplando todos los eslabones que debe pasar una hortaliza, que reduzcan y minimice el riesgo microbiológico en su consumo posterior.

2. Objetivos

2.1.Objetivo General

Determinar la calidad microbiológica de 4 hortalizas (Lechugas Batavia, Brócoli, Tomate Chonto y Cebolla de Bulbo) producidas y comercializadas en la Sabana de Occidente de Bogotá, para conocer los posibles riesgos de contaminación microbiana.

2.2.Objetivos Específicos

- Realizar una vigilancia tecnológica del estado actual de la calidad microbiana del agua con que se irriga los cultivos de la zona occidente de Bogotá.
- Determinar presencia de *Salmonella* spp., *Echerichia coli*, coliformes totales y fecales, en las muestras vegetales de tomates, cebollas, lechugas y brócoli obtenidas de cultivos en la Sabana Occidente de Bogotá y comercializadas en la ciudad; por

medio de la metodología acordada por la normatividad colombiana (NTC 4574, NTC 4458, NTC 4519, NTC 5698 y NTC 4666).

- Establecer diferencias en la calidad microbiológica de los productos vegetales obtenidos en comercializadoras de diferentes puntos de Bogotá y provenientes de campos de producción.

3. Marco de Referencia

3.1. Situación Actual de Producción y Consumo de Hortalizas

3.1.1. Nivel Global

Diversos informes han reportado una mayor demanda de frutas y vegetales frescos a nivel mundial lo que desencadena una mayor exigencia en cantidad y calidad de la producción agrícola responsable de su manufactura, sumado a que el mercado está presentando cada día consumidores más conscientes e informados; y cuyo interés principal es que los productos vegetales frescos sean los más benéficos para la salud humana (Johannessen, 2002).

Dicho comportamiento es justificado, ya que de acuerdo con la OMS (2017); la baja ingesta de frutas y verduras ocasionó 1,7 millones de muertes por año; causadas en su mayor parte por enfermedades cardiovasculares, cáncer, trastornos respiratorios y diabetes; reconociendo que el cambio radical para mitigar dichas enfermedades está en adoptar una alimentación más sana y con tendencia hacia lo natural (Lenders *et al.*, 2013).

3.1.2. Situación Nacional

De acuerdo con la encuesta nacional agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombiano desde el año 2012 se empezó a observar un incremento del doble en el área y cuatro veces más en la producción de hortalizas con respecto al año anterior; cómo se puede observar en la Tabla N°1 (Agronet, 2018). Para el año 2017 se reporta una producción de hortalizas de 66.638 ton/año en un área de 8.071 ha; evidenciándose un nuevo cambio en la proporción tanto de producción como de área menor en relación al año 2012 pero aun así bastante representativa.

El crecimiento de las hortalizas en el último año fue del orden de 6.77%, uno de los más altos en el sector agrícola; sin embargo, las exportaciones de hortalizas en Colombia son muy bajas

y no pasan del 0.3% de lo que se produce, debido a limitantes importantes de suministro propio y regulaciones fitosanitarias en los países a exportar por sus bajas calidades (Fernández y Peña, 2012).

3.2. Fuentes de Contaminación de Hortalizas

Es pertinente anotar que la presencia o multiplicación eventual de patógenos en las hortalizas no se traduce en la pérdida de su calidad comercial. El alimento puede contener una concentración suficiente del patógeno para causar enfermedad y, no obstante, mantenerse sensorialmente atractivo (Ávila G., *et al.*; 2008). Por su origen, en el medio ambiente abierto, las hortalizas inevitablemente se exponen a una diversidad de fuentes de contaminación por microorganismos patógenos a lo largo de todo el proceso de producción.

Los mecanismos de contaminación se refieren al proceso de traslado de gérmenes hasta el alimento a partir de una fuente particular, por ejemplo, la contaminación cruzada desde las frutas y hortalizas mecánicamente dañadas hasta las que permanecen íntegras, la manipulación por trabajadores que no se ajustan a las prácticas sanitarias, el lavado en contenedores que no han sido saneados, o el uso de hielo para enfriar, elaborado a partir de agua no potable (Rodríguez *et al.*, 2015).

3.2.1. Contaminación por Agua

Entre las diversas de fuentes de contaminación que son críticas y merecen una atención especial se encuentra el agua en cualquiera de sus usos. La disponibilidad de agua con una adecuada calidad microbiológica es una condición obligatoria para evitar el ingreso de gérmenes patógenos durante el riego de las hortalizas (Kenia & Achí, 2011).

En condiciones naturales las hortalizas se contaminan fundamentalmente en sus partes externas bien sean raíces, hojas o cáscaras. Las partes internas, excepto situaciones muy especiales, suelen encontrarse libres de microorganismos (Vargas & Gómez, 2018). El riego, las actividades de cosecha, el manejo postcosecha, y el empacado implican el uso de agua con la cual el alimento entra en contacto directo con este elemento y si se encuentra contaminado microbiológicamente puede ser causal de la contaminación de la hortaliza (DNP, 2008).

Cualquier desatención en el manejo del agua durante el cultivo, incluidas las condiciones del almacenamiento y una nula o deficiente desinfección de la hortaliza, puede tener consecuencias que se traducen en la presentación de brotes de enfermedades de origen microbiano. La singular superficie de algunas plantas, las aberturas naturales, los daños a su integridad durante la cosecha y recortes funcionan como puntos de acceso de los microorganismos que se traducen eventualmente en contaminación, o puntos de colonización y finalmente diseminación hacia otras unidades (Herwaldt y Ackers, 2007).

3.2.2. Contaminación por Actividad Humana

El hombre puede ser portador de una diversidad de microorganismos patógenos. En esta condición ocurre lo mismo si el individuo se encuentra enfermo que libre de todo signo o síntoma de enfermedad. El proceso tiene lugar a partir de sus descargas bucofaríngeas y nasales, la materia fecal, la orina o cualquier herida infectada. Sin embargo, debe subrayarse el papel de las manos como el vehículo que entraña la máxima peligrosidad, debido a la gran movilidad de las manos que entra en contacto con diversos materiales contaminados mientras maneja los alimentos (Guzewich y Ross, 1999).

Existen microorganismos (conocidos como antroponóticos: *Salmonella typhi*, virus de la hepatitis A), que afectan exclusivamente al hombre, el cual constituye la fuente primaria de contaminación; otros (zoonóticos: *Cryptosporidium parvum*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*) son propios de los animales, pero pueden afectar también al hombre; y finalmente, algunos existen de manera natural en el medio ambiente (*Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*), y no obstante muestran también capacidad patógena (Rincón V. *et al.*, 2010).

Una adecuada protección de la contaminación de las hortalizas por estos tres grupos de microorganismos es imperativa en todas las etapas de la producción hasta el empaclado. Como el hombre es portador potencial de un buen número de microorganismos patógenos, la probabilidad de que el manejo de los alimentos propicie su contaminación, guarda relación con los índices de endemidad de esos microorganismos dentro de la población que participa en el cultivo, preparación y servicio de las hortalizas (Ávila G. *et al.*; 2008).

3.2.3. Contaminación por Animales

Por su parte, prácticamente cualquier animal, puede ser portador de microorganismos con potencial patógeno para el hombre. Algunos son transportadores pasivos de tales gérmenes en sus partes externas; otros son infectados y los expulsan a través de la materia fecal, se encuentren enfermos o no. Por otra parte, el agua y la tierra, sustratos típicos del medio ambiente, son a la vez susceptibles de contaminación por materia fecal y otros desechos humanos o de animales. Pájaros y gaviotas, pueden ser vehículo de *Salmonella* a través de sus excretas que contaminan la tierra de cultivo y eventualmente de manera directa las hortalizas (Fernández y Peña, 2012).

3.2.4. Contaminación por Uso Indiscriminado de Fertilizantes Orgánicos

El empleo de fertilizantes orgánicos conlleva al riesgo de introducción de microorganismos patógenos a las hortalizas. Estos provienen del abono animal utilizado, diversos desechos orgánicos, biosólidos provenientes de desechos humanos y otros, menos peligrosos como melazas y vegetales secos (Fernández y Peña, 2012). El proceso de compostaje es un tratamiento biológico exotérmico a través del cual se estabiliza la materia orgánica hasta la generación de compuestos químicos elementales fácilmente aprovechables por las plantas. El calor generado en el centro de la mezcla de materiales inactiva los agentes patógenos microbianos; los análisis microbiológicos practicados en el producto final (correctamente almacenado) deben aplicarse para verificar la eficiencia del tratamiento (Rincón V. *et al.*, 2010).

3.3. Principales Microorganismos Patógenos Ligados a ETA's

Los agentes microbianos se destacan como organismos capaces de afectar la salud humana, por medio de su ingesta inconsciente al consumir los alimentos normalmente disponibles para nuestra nutrición. Por esta razón la ciencia epidemiológica registra los incidentes de enfermedades que se presentan de forma esporádica y en brotes; los cuales son definidos como la ocurrencia de dos o más casos individuales con sintomatología similar y la ingesta de un alimento común entre las víctimas (Fernández y Peña, 2012).

Dentro de los agentes patógenos que pueden contaminar los alimentos consumidos por el hombre, y de los cuales se tienen registros de incidentes de enfermedad asociados a su consumo, incluyen bacterias, parásitos y virus. Algunos de ellos destacan de manera significativa (Rivera, Rodríguez & López, 2009):

- Bacterias: *Campylobacter jejuni*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y *Vibrio cholerae*.
- Parásitos: *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora cayetanensis* y *Giardia intestinalis*.
- Virus: Hepatitis A y Norovirus.

3.4. ETA's Causadas por el Consumo de Hortalizas

Dentro de las condiciones que actualmente se reconocen como factores que contribuyen a la peligrosidad de las frutas y hortalizas frescas, se destacan: a) el consumo del alimento crudo, b) no aplicar tratamientos antimicrobianos previamente a su consumo, c) el carácter altamente perecedero de los alimentos de procedencia vegetal, d) una diversidad de productos con diferentes estructuras físicas que dificultan un correcto lavado antes de su consumo y; e) desinfección ineficiente (Frazier & Westhoff, 1993).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) pueden generarse a partir del consumo de alimentos o agua contaminada. Son llamadas así porque el alimento actúa como vehículo de transmisión de organismos patógenos o sustancias tóxicas (Álvarez *et al.*, 2010).

Los principales microorganismos patógenos para la salud humana que han sido reportados históricamente con consumo de alimentos son las bacterias: *Escherichia coli* 0157:H7 (Hilborn *et al.*, 1999), *Salmonella* spp. (Isaacs *et al.*, 2005) y *Listeria monocytogenes* (Lin *et al.*, 2002). Dentro de los tres microorganismos patógenos se reconoce a *Salmonella* spp. como el agente causal de la mayoría de enfermedades causadas por alimentos (Rojas J.F., 2015).

En los Estados Unidos se reporta que la bacteria *Salmonella* spp. fue la causante de brotes de enfermedades por consumo de germinados contaminados con esta bacteria (Mahon *et al.*, 1997); tomate (Cummings *et al.*, 2001) y rebanadas de tomate (Wood *et al.*, 1991).

Escherichia coli O157:H7 y *Shigella* spp. también se han asociado a brotes de enfermedades por consumo de diversas variedades de lechuga (Kapperud *et al.*, 1995).

El daño que más frecuentemente se asocia al consumo de hortalizas contaminadas con agentes microbianos que se localizan en el intestino causando desde un cuadro diarreico pasajero y autolimitado, hasta procesos muy severos que pueden ser letales (Rivera *et al.*, 2009). Bacterias como *Escherichia coli* O157:H7 puede provocar una diarrea sanguinolenta que se complica en pocos días en lo que se conoce como síndrome urémico hemolítico y muerte, especialmente entre individuos menores de 5 y mayores de 65 años (Griffin, 1995). Otros patógenos afectan específicamente el hígado (virus de la hepatitis A), el sistema nervioso (botulismo por *Clostridium botulinum*, meningoencefalitis por *Listeria monocytogenes*) o infecciones sistémicas (*Salmonella typhi*).

3.4.1. Contexto Internacional

De acuerdo con la Organización Mundial del Comercio (OMC), durante el 2012 los productos agrícolas representaron aproximadamente el 52,5% de todas las exportaciones mundiales de productos primarios, siendo los países no desarrollados los principales productores (Barrantes *et al.*, 2002). Este incremento refleja el mayor consumo de productos frescos (vegetales como las frutas y hortalizas), que ha permitido también la introducción de patógenos en las importaciones alimentarias, aumentando la frecuencia de brotes epidémicos en distintos países alrededor del mundo (Greco, 2010).

En Estados Unidos se estiman 48 millones de episodios anuales con 9.4 millones de enfermedad con agente etiológico conocido (Scallan *et al.*, 2011). En el mismo país durante el año 2008 se reportaron 1.034 brotes de ETAs con 23.152 casos; respecto a la severidad se reportan 1.276 hospitalizaciones y 22 muertes (Centers for Disease Control and Prevention, 2011).

En Latinoamérica y el Caribe, la red SIRVETA (Sistema de Información Regional para la Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos) registró entre 1993 y 2002, 181 brotes alimentarios por consumo de frutas y hortalizas contaminadas, afectando a más de 5000 personas (Sivapalasingam *et al.*, 1997). La Organización Mundial de la Salud estima que en los países desarrollados se registran menos del 10% de los casos

reales de ETA, mientras que en países en vías de desarrollo este registro es probablemente menor al 1% de los casos reales; habiendo un déficit en el registro de estas enfermedades (OMS, 2016).

En el caso particular de las frutas y hortalizas, Estados Unidos registra brotes de variada magnitud por productos importados de Latinoamérica; como es el caso de los melones, frambuesas, mangos, perejil, jitomates y cebollas, que han sido objeto de decomisos, ocasionando considerables pérdidas económicas (Fernández y Peña, 2012).

3.4.2. Contexto Colombiano

En Colombia, como en otros países del mundo, han aumentado las ETA's bacterianas debido a que no se ha logrado controlar efectivamente la contaminación de los alimentos (Sánchez y Arce, 2013). Estos reportes no muestran la dimensión real del problema, las estadísticas pueden ser mayores debido a que falta mejorar el registro de la información ante las entidades pertinentes, ya que el consumidor se automedica, no recurre a los servicios de salud y desconoce la magnitud de la enfermedad (Fernández y Peña, 2012).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia para el año 2009 se reportaron 13.161 casos de ETA's, involucrados en 899 brotes, superior en un 36.5% a lo reportado en el 2008 (8.348 casos). Los alimentos más implicados en la ocurrencia de los brotes de ETA fueron: alimentos mixtos (272 brotes), queso (147 brotes), carnes, productos cárnicos y sus derivados (93 brotes) y arroz con pollo (62 brotes). Para el caso de frutas, verduras y ensaladas se presentaron 15 brotes. Los agentes patogénicos que se detectaron con mayor frecuencia fueron: Coliformes fecales, Coliformes totales, *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo y *Salmonella* ssp. (Espinosa *et al.*, 2009).

Si bien es cierto que los riesgos de contaminación de las hortalizas en varias zonas de Colombia son altos, las estadísticas muestran que éstas, no son las principales causas de ETA's, ya que apenas representan el 2% de los casos y 3.4% de los brotes (Fernández y Peña, 2012). Es evidente que hay un subregistro, pero también se puede pensar que el organismo de los colombianos ha creado cierta tolerancia a estos microorganismos, debido a la exposición continuada en todas las etapas de su vida (DNP, 2008).

3.4.3. Contexto Regional de Afluencia del Sistema de Riego “La Ramada”

De acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural del año 2016, en Colombia se sembraron 122.306 hectáreas en hortalizas, produciendo 609.613 toneladas; siendo Boyacá, Cundinamarca y Nariño los principales departamentos productores y la arveja, el tomate y las cebollas de rama y bulbo, las hortalizas que más sobresalen por área y volumen de producción (Agronet, 2018).

A pesar que en el país se han hecho importantes avances en la implementación de BPA (Buenas Prácticas Agrícolas), aún la mayor parte de la producción agrícola se hace de forma convencional en donde los riesgos microbiológicos son altos debido a las inadecuadas prácticas utilizadas en los sistemas de producción; alguna de ellas son: la calidad del agua no cumple las normas para su utilización en el riego, es generalizado el uso de abonos orgánicos sin descomponer, el personal que labora en los cultivos por lo general no sigue las normas de higiene elementales, los recipientes utilizados para cosechar no siempre son sanitizados, las instalaciones donde se hace la postcosecha no cumple las normas de higiene, el transporte se hace en recipientes y en camiones que previamente no han sido desinfectados; haciendo que la sumatoria de estas circunstancias categoricen a las hortalizas como un alimento de alto riesgo microbiológico (Sánchez y Arce, 2013).

En Colombia se han realizado importantes avances en legislación con lo referente a la inocuidad de alimentos vegetales, se tienen documentos CONPES como, “Política Nacional Fitosanitaria y de Inocuidad para las Cadenas de frutas y otros vegetales CONPES 3514 (2008)” y Política Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad de alimentos para el Sistema de medidas sanitarias y fitosanitarias CONPES 3375 (2005)”; el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural actualmente lidera el “Programa Nacional de Agricultura Limpia” que se soporta sobre el Plan Nacional para la implementación de las BPA (2004) y el Programa Nacional de Agricultura Ecológica PNAE (2007). El país cuenta además con la Norma Técnica Colombiana NTC 5400 “Buenas Prácticas Agrícolas para frutas, hierbas aromáticas y hortalizas” (2004), la Resolución del ICA 4174 (Nov de 2009) “Por medio de la cual se reglamenta la certificación de BPA en la producción primaria de frutas y vegetales para consumo fresco”. El SENA, ASOHOFrucol y diferentes aliados, han invertido más de 16 millones de dólares en convocatorias dirigida a agremiaciones, productores

independientes y empresas para apoyarlos en la implementación de las BPA. Aunque el panorama real de los productores colombianos, pequeños, medianos y grandes, ha demostrado todo lo contrario a lo que la normativa estipula en la producción de hortalizas fresca destacándose una de las zonas más relevantes en la producción de este tipo de alimentos ubicada en el área occidental de la Sabana de Bogotá, la cual tiene como principal fuente de agua el distrito de riego “La Ramada” que toma sus aguas del río Bogotá, caracterizado por altos niveles de contaminación (CEPEC, 2011).

Una de las razones para la contaminación microbiológica de las hortalizas es la calidad del agua utilizada para su riego. Estudios realizados por la Universidad Nacional y el Sena (2004), en el distrito de riego de “La Ramada”, con muestreos en diez sitios revelaron que ningún sitio cumple con la calidad microbiológica que la norma exige. El recuento de coliformes totales y fecales se inicia en la estación Chicú con valores de 10^6 y 10^5 UFC/ml respectivamente, disminuye en aproximadamente dos unidades logarítmicas al llegar a la Ciénaga Tres Esquinas y se mantiene más o menos entre 10^5 y 10^4 UFC/ml en los canales Diamante, Sena, Tibaitatá y Funza. El conteo sube drásticamente a valores de 10^8 y 10^7 UFC/ml de coliformes totales y fecales en el Canal San José cuando recibe las aguas residuales de Mosquera y vuelve a disminuir en su recorrido a los Pinos y el Canal Tabaco hasta valores de 10^5 y 10^3 UFC/ml para nuevamente incrementar en la estación del Río Bogotá (Fernández y Peña, 2012). Como puede observarse en la primera parte del distrito de Riego, la calidad bacteriológica del agua mejora, pero la descarga de residuos en el municipio de Mosquera deteriora la calidad de agua.

En Colombia, los pocos estudios reportados para hortalizas confirmaron la presencia de *Listeria monocytogenes* en lechugas y repollos frescos y procesados (Sarquis, 1997) así como en aguas de riego (Cruz y Kim, 1999). En otro estudio realizado por Fernández y Peña, 2012; el objetivo fue identificar la presencia de cepas nativas de *Listeria* spp. en lechuga y espinaca producidas y comercializadas en la Sabana de Bogotá (Colombia). Se aisló *Listeria* spp. de 8 muestras de un total 43 que corresponde a una prevalencia de 18.6%, de las cuales 5 correspondieron a espinaca y 3 a lechuga romana. Los conteos de bacterias aerobia mesófilas estuvieron en un rango entre 3.31 log 10 UFC/g y 7.98 log 10 UFC/g y el de coliformes totales entre 1.70 log 10 UFC/g y 7.81 log 10 UFC/g. Sólo en 3 muestras (1 de lechuga

romana y 2 de espinaca) se identificó la presencia de *Escherichia coli*. Los resultados del estudio sugieren la necesidad de mitigar la carga microbiana de patógenos de estos productos hortícolas para asegurar la calidad y la inocuidad del producto. Con el fin de evitar la proliferación de los microorganismos presentes en hortalizas de hoja el estudio recomendó evaluar el tratamiento de las hortalizas con desinfectantes comerciales de bajo costo, que los productores puedan adquirir de manera fácil y económica.

3.5. Factores que Afectan la Sobrevivencia y Desarrollo Microbiano en Hortalizas

Los llamados factores ecológicos tienen un significado trascendente sobre el comportamiento de las bacterias en los alimentos particularmente en las hortalizas. Estos pueden ser decisivos para que el microorganismo contaminante se inhiba, se multiplique o se inactive. Destacan entre ellos, la temperatura, el pH, la actividad acuosa, la humedad relativa y la disponibilidad de nutrientes (Fernández y Peña, 2012).

Cuando las hortalizas se exponen a la contaminación, las bacterias muestran clara tendencia a adherirse casi sobre cualquier superficie, dicha adhesión puede requerir unas pocas horas para ser lo suficientemente intensa, de manera que resulta difícil su remoción mediante frotación ordinaria cuando se lavan. El problema mayor consiste en que ante la presencia de agua se inicia un proceso de síntesis de polímeros que se traducirán en la formación de biopelículas, estructuras que crecen y maduran hasta convertirse en reservorios dinámicos del patógeno. En casos avanzados de contaminación, los microorganismos contenidos desarrollan una tolerancia incrementada a la acción de los germicidas, propiciando su sobrevivencia aún en las hortalizas lavadas y sometidas a desinfección (Ronner y Wong, 1993).

4. Metodología

4.1. Contextualización y Búsqueda de Información

Con la finalidad de encontrar la información más reciente sobre estudios y mediciones realizadas sobre la calidad microbiológica del agua circulante en el Sistema de Riego “La Ramada”; en primer lugar, se buscó en las bases de datos dispuestas por el SIUN (Sistema de investigación UN); los estudios realizados con referencia a análisis microbiológico de hortalizas analizadas en la Sabana de occidente de Bogotá, ya sea por el nombre científico de las especies analizadas como por la localización de los municipios en que se realizaron los análisis microbiológicos; en segundo lugar se buscaron los análisis realizados por las entidades encargadas del sistema de riego en este caso fueron la CAR-Cundinamarca, SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia), RARBO (Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá) y EEABB (Empresa de agua, alcantarillado y aseo de Bogotá); transversalmente a este tema se han revisado documentos del consejo municipal de los municipio de Funza, Mosquera y Madrid con el fin de observar la problemática ambiental presente y que denunciaban algunos de los productores y comercializadores de la zona. Por último, se buscaron las entidades que regulan la inocuidad de las hortalizas producidas y comercializadas en el país, mediante la normatividad emitida por entes como el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos e INCONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación).

4.2. Muestreo del Material Vegetal en Campo y Comercializadoras

Se realizaron muestreos durante el ciclo agrícola del año 2019-II (Junio – Diciembre) de los siguientes productos agrícolas, en épocas de precipitaciones contrastantes (cada una con 5 muestras evaluadas por producto); las cuales correspondían a épocas secas del año (precipitaciones menores a 100 mm/mes) y épocas húmedas del año (precipitaciones superiores a 100 mm/mes hasta 350 mm/mes):

1. Lechuga Batavia (*Lactuca sativa*): 5 muestras de época seca y 5 muestras en época de lluvia, siendo 10 el total de muestra por producto; tomando en cada muestra 5 réplicas de cabezas

- formadas y en punto de cosecha para ser procesadas y obtener 100 g de muestra que es la cantidad de muestra a la cual se le realiza los análisis microbiológicos en laboratorio.
2. Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*): 5 muestras de época seca y 5 muestras en época de lluvia, siendo 10 el total de muestra por producto; tomando en cada muestra 5 réplicas de pellas formadas y en punto de cosecha para ser procesadas y obtener 100 g de muestra que es la cantidad de muestra a la cual se le realiza los análisis microbiológicos en laboratorio.
 3. Tomate Chonto (*Solanum lycopersicum*): 2 muestras de época seca y 3 muestras en época de lluvia, siendo 5 el total de muestra por producto; tomando en cada muestra 5 réplicas de frutos formados y en punto de cosecha para ser procesados y obtener 100 g de muestra que es la cantidad de muestra a la cual se le realiza los análisis microbiológicos en laboratorio.
 4. Cebolla de bulbo (*Allium cepa*): 2 muestras de época seca y 3 muestras en época de lluvia, siendo 5 el total de muestra por producto; tomando en cada muestra 5 réplicas de bulbos formados y en punto de cosecha para ser procesados y obtener 100 g de muestra que es la cantidad de muestra a la cual se le realiza los análisis microbiológicos en laboratorio.

Se realizaron muestreos durante el año 2019 de los cuatro productos agrícolas a evaluar a nivel comercial, para lo que se compraron muestras en puntos comerciales en diferentes niveles (Grandes superficies y supermercados, Fruver, Plazas y Tiendas de barrio; asegurando que fueran hortalizas producidas por agricultores de Sabana Occidente) distribuidos en toda la ciudad de Bogotá:

1. Lechuga Batavia (*Lactuca sativa*): 14 muestras comerciales conformadas por: 3 muestras de Grandes superficies, 2 muestras de Fruver, 7 muestras de Plaza y 2 muestras de Tiendas de barrio. Se tomaron 3 cabezas de tamaño comercial como réplicas, procesándolas juntas y tomando en bolsa ziploc 100 gr de material picado el cual fue llevado al laboratorio para realizar los análisis microbiológicos en laboratorio.
2. Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*): 12 muestras comerciales conformadas por 3 muestras de Grandes superficies, 2 muestras de Fruver, 5 muestras de Plaza y 2 muestras de Tienda de barrio. Se tomaron 3 pellas de tamaño comercial como réplicas, se procesaron juntas y se tomaron 100 g/ muestra en bolsa ziploc las cuales fueron llevadas al laboratorio para realizar los análisis microbiológicos en laboratorio.
3. Tomate Chonto (*Solanum lycopersicum*): 12 muestras comerciales conformadas por 3 muestras de Grandes superficies, 2 muestras de Fruver, 5 muestras de Plaza y 2 muestras de Tiendas de barrio. Se tomaron 3 frutos de tamaño comercial como réplicas, procesándolos

juntos y tomando en bolsa ziploc 100 gr de material picado el cual fue llevado al laboratorio para realizar los análisis microbiológicos en laboratorio.

4. Cebolla de bulbo (*Allium cepa*): 12 muestras comerciales conformadas por 3 muestras de Grandes superficies, 2 muestras de Fruver, 5 muestras de Plaza y 2 muestras de Tiendas de barrio. Se tomaron 3 bulbos de un tamaño comercial como réplicas, procesándolos juntos y tomando en bolsa ziploc 100 gr de material picado el cual fue llevado al laboratorio para realizar los análisis microbiológicos en laboratorio.

4.3. Antecedentes para la Determinación de Riesgos Microbiológicos del Material Vegetal

En los análisis microbiológicos realizados por Barrantes (2002); se indica que las muestras deben ser analizadas por presencia/ausencia de *Salmonella* en 25 gramos, el mismo estudio realiza un recuento de microorganismos aerobios mesófilos y recuento de coliformes. Para *Salmonella* se realizó un pre-enriquecimiento, enriquecimiento y cultivo diferencial para la confirmación de presencia del patógeno en el producto vegetal.

Los aislamientos característicos, observados en los medios de cultivo (agar T7, agar DC y agar XLD), se confirmaron por pruebas bioquímicas y serología, utilizando un antisuero polivalente para *Salmonella* (poly O y VI, DIFCO). Con el fin de medir microorganismos aerobios mesófilos, recuento de coliformes fecales y totales, se pesaron en el estudio 10 g de muestra en 90 ml de agua peptonada estéril (pH: 7,0), y se realizaron diluciones decimales. Para coliformes fecales y coliformes totales se utilizó el Agar Bilis Rojo Violeta, con incubación durante 24 horas a 44,5°C (C. fecales) y a 35°C (C. totales). Para el recuento de aerobios mesófilos, se empleó el Agar Estándar con cloruro de trifeniltetrazolium al 0,5% y se incubó por 48 horas a 35°C.

Por otra parte, debido a los antecedentes de la habilidad de los microorganismos para internarse en los tejidos de frutas y hortalizas (Raj *et al.*, 2005), se analizó tejido de la epidermis y mesocarpio.

En la investigación de bacterias coliformes en hortalizas se usan las mismas técnicas empleadas para el examen de agua. Para la determinación de *E.coli* de cada tubo de dilución

se inocula un ml en caldo lactosado sin tubo incubando a 35°C durante 24 horas (tres tubos por cada dilución).

Después de inocular todos los tubos que revelan crecimiento bacteriano, se realiza un repique para tubos de caldo lactosado con ácido bórico (CLAB) con campana de Durham se incuba a 43°C por 24 horas. Después de esta incubación se leen los tubos de CLAB y se observan cuáles de ellos fueron los que produjeron gas. Se establecen en ese momento las porciones que dieron como resultado positivo para la producción de gas en cada volumen inoculado y finalmente mediante tablas ya establecidas se determina el NPM/g (número más probable por gramo) de *E. coli* en las hortalizas examinadas.

Es por esta razón que las pruebas que se realizaron con el fin de diagnosticar la calidad microbiológica de 80 muestras de vegetales producidos y comercializados en la Sabana de Bogotá fueron los siguientes y se anuncia las normas técnicas colombianas que deben seguir con el fin de validar los resultados obtenidos, son:

1. *Escherichia coli*, coliformes totales y coliformes fecales por el método de recuento de colonias utilizando técnicas fluorogénicas o cromogénicas (NTC 4458).
2. Hongos y levaduras, de acuerdo con la metodología de la normatividad Colombiana de Microbiología de alimentos y de alimentos para animales (NTC 4574, NTC 4458, NTC 4519, NTC 5698, NTC4666).
3. *Salmonella* spp. utilizando el método de recuento de colonias (NTC 4574)

4.4. Análisis de Microorganismos

1. Determinación de coliformes totales y fecales en alimentos por unidades formadoras de colonia por gramo de alimento vegetal mediante el método rápido con 3MTM PetrifilmTM

El grupo de microorganismos coliformes se encuentran presentes en alimentos de consumo humano y comprende varios géneros de la familia de las Enterobacterias, el cual está muy ampliamente distribuido en la naturaleza. Es considerado un habitante normal del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente, pero su consumo y contaminación en

alimentos que contengan coliformes fecales y algunos microorganismos pertenecientes a este grupo como la *E. coli*; pueden causar tras su ingestión diarreas y síntomas no deseados. Su presencia en alimentos es el principal signo de mala calidad higiénica en el proceso o recontaminación y principalmente proviene de la contaminación fecal procedente de animales que lo excretan del tracto digestivo (INVIMA, 1998).

Para la determinación de coliformes a 11 g de muestra vegetal triturada se le agregaron a 99 mL de agua peptonada, para realizar 1 L de agua peptonada se tomaron 8,5 g de Cloruro de potasio y 1 g de Peptona bacteriológica que después de ser preparada se lleva a autoclave, a 121 °C, con una presión de 15 libras, durante 20 minutos. Se mezcla bien el producto vegetal con el agua peptonada por medio de agitación y se procedió a realizar las diferentes diluciones. Se le agrega a tubos preparados anteriormente de 9 ml de agua Peptonada 1 mL de la mezcla inicial del vegetal con agua peptonada con el fin de realizar la dilución 10^{-2} ; de esta dilución se toma 1 mL para llevarlo a otro tubo preparado con 9 ml de agua peptonada para obtener la dilución 10^{-3} . Cada una de las diluciones se transfiere 1 mL a Petrifilm™ que permite la identificación de Coliformes totales (puntos rojos sin gas), Coliformes fecales (puntos rojos con producción de gas) y *E. coli* de color azul en el papel indicador. Se realiza el conteo de cada uno y se reporta el número de colonias identificadas para cada dilución.



2. Recuento de Mohos y Levaduras mediante diluciones

Los mohos y levaduras presentan características similares a las bacterias que contaminan los alimentos; estos tienen la capacidad de alterar el producto vegetal y la producción de

metabolitos tóxicos que afectan en últimas la vida útil del alimento reduciendo su tiempo de viabilidad comercial. Los mohos y levaduras se propagan bajo condiciones desfavorables para el crecimiento bacteriano por ello se diferencian y los medios de cultivo utilizados para su determinación son selectivos y con las siguientes características que favorecen su crecimiento, como: pH bajo, alto contenido de sales y azúcares, bajo contenido de humedad y baja temperatura de almacenamiento (INVIMA, 1998).

Para evaluar hongos y levaduras presentes en las muestras vegetales se debe realizar primero las diluciones mencionadas para identificación de coliformes totales y fecales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}). Se utiliza el medio O.G.Y. (Agar oxitetraciclina glucosa extracto de levadura) en cajas Petri estériles con el fin de inocular y observar crecimiento de hongos y levaduras en las tres diluciones de agua peptonada y muestra vegetal; mezclando el inóculo con el medio fundido, una vez solidificado el medio de cultivo, poner en la incubadora las cajas Petri invertidas a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 7 días, después de los cuales se evalúa el crecimiento de hongos y levaduras.

3. Determinación de *Salmonella* mediante el método rápido de 3M™ Petrifilm™ Salmonella Express

La única vía de entrada de *Salmonella* al cuerpo humano es oral, por lo cual es de vital importancia analizar los alimentos para detectar la presencia de este patógeno en ellos, con el fin de evitar su consumo por los problemas de salud que podría conllevar su ingesta. Todas las especies de *Salmonella* deben ser consideradas como potencialmente patógenas para el hombre. Con el fin de aislar e identificar este patógeno se deben realizar durante su evaluación microbiológica los siguientes procedimientos: enriquecimiento no selectivo, caracterización bioquímica de las colonias sospechosas, confirmación serológica y tipificación por medio de bacteriófagos (NTC 4574, 2007).

Para el enriquecimiento no selectivo se toman 25 g de muestra triturada de tejido vegetal y se le agrega al caldo lactosado, se incuba a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 18 a 24 horas, para luego de propiciar crecimiento en el medio de caldo lactosado poder transferir 1 ml del sobrenadante a un tubo preparado con selenito cistina y otro segundo tubo que lleva tetracionato con 2 gotas de verde brillante y 4 gotas de solución yodada. Los tubos inoculados

junto a los tubos testigos son llevados a baño de maría durante 24 h a 43°C +/- 2°C con el fin de realizar el enriquecimiento selectivo.

Posteriormente se realiza la siembra en medios selectivos y diferenciales que se sirven en cajas Petri esterilizadas con agar Bismuto sulfito y el agar XLD, en los medios se observa si hay crecimiento de colonias características de *Salmonella*, las cuales fueron aisladas y enriquecidas en medio BHI para posteriormente ser sembradas en la placa de identificación de Petrifilm™ Salmonella Express (SALX), para que sean positivas las colonias allí establecidas deben ser de color azules, azules oscuras o negras.

5. Resultados y Análisis

5.1. Estado de Calidad del Agua en el Sistema de Riego “La Ramada”

Con la finalidad de conocer el estado de calidad microbiológica del agua que circula por sistema de riego “La Ramada” que influye directamente en los sistemas productivos objeto del presente estudio; se realiza una revisión de diferentes entes gubernamentales y universitarios que en estudios previos habían realizado pruebas microbiológicas en el efluente; con el fin de presentar y condensar en esta investigación los datos más relevantes para tener una base que permita identificar aquellos patógenos que podrían estar en una mayor presencia en las hortalizas evaluadas debido a la influencia de las aguas utilizadas para su riego.

De acuerdo al Producto Final emitido por la CAR (Corporación Autónoma Regional – Cundinamarca) en el 2011 sobre el Sistema de Riego “La Ramada”, en el cual se muestra la conformación y el estado del Distrito de Riego; en concordancia con la calidad de agua entregada por el distrito se evalúa la desinfección con cloro del efluente, comparando con un estudio realizado por la institución EAAB (Empresa de Acueducto de Bogotá) que para el año 2008 determinaron que las condiciones en cuanto agentes patógenos no estaban generando riesgos para la salud humana, sin la presentación alguna de estudios referentes o datos investigativos; lo anterior contradiciendo totalmente a lo emitido por este mismo periodo en diversas sesiones del consejo de municipios afectados por la irrigación de estas aguas en sus cultivos (C.M. Funza, 2016).

En el punto El Salitre del efluente se determinaron concentraciones de patógenos de 10^7 UFC/mL, se aclara que el tratamiento con cloro alcanzó un manejo de 10^3 UFC/100 mL de Coliformes fecales (CAR, 2011), que corresponden a la concentración máxima recomendada por la OMS; dando a entender que en la actualidad no se ha alcanzado a manejar adecuadamente los contenidos de Coliformes fecales ya que en el punto de tratamiento se presentan niveles altos de este tipo de patógenos.

En otra parte del estudio, la CAR afirma que no se presenta inconveniente en cuanto a la utilización de las aguas que pasan por el sistema de riego que han sido tratadas con cloro para la producción de lechuga, cabe mencionar que a este estudio le faltan datos estadísticos y un mayor número de réplicas para poder confirmar no hay ningún inconveniente al usar esas aguas en la producción de hortalizas, aclarando además que el estudio esta netamente enfocado en el efecto que presenta el cloro para el desarrollo vegetativo y el ciclo productivo de la lechuga (CAR, 2011).

En cuanto a la normativa estipulada por el país en términos de calidad de agua correspondiente al Decreto 1594 del 1984, Capítulo IV “***Criterios de calidad para designación del recurso hídrico en Colombia***”; en el artículo 40 el cual define el destino de las agua agrícolas y el uso del recurso para la irrigación de cultivos y otras actividades complementarias, se estipula que el criterio admisible para utilización del agua en riegos agrícolas en lo referente a su calidad microbiológica es el Número más Probable (NMP), término que permite la expresión de la densidad de microorganismos en una muestra, estimando los siguientes valores como los límites permisibles a nivel agrario (IDEAM, 1984):

“A. El NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.

B. El NMP de coliformes fecales no deberá exceder 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior.”

Con estos valores normalizados por el Gobierno Colombiano se puede contrastar con lo presentado por los entes estatales de la CAR (2011) y la EAAB (2008), mostrando que en cuanto a Coliformes totales las aguas del sistema de riego “La Ramada” se encuentran en el

límite superior permisible, exactamente en el punto de ingreso de las aguas residuales de la ciudad de Bogotá al sistema de riego “La Ramada”; esto indica que los niveles presentes en las aguas dentro del sistema de riego en pasos posteriores a este ingreso y tratamiento pueden ser superiores, haciendo que en el punto y hasta la llegada al riego utilizado en las hortalizas aún puedan presentarse mayores contaminaciones teniendo en cuenta el valor reglamentado de número más probable de coliformes fecales por mililitro de agua. Respecto a la información de otros patógenos como *E. coli* y *Salmonella*; se especifica que no deben presentarse valores representativos de estos patógenos en las muestras de aguas para riego de cultivos agrícolas.

5.2. Estudios Realizados Sobre Calidad de Agua del Sistema de Riego “La Ramada”

Dentro de los estudios realizados con respecto a la calidad microbiológica del sistema de riego “La Ramada” se encuentra el realizado por la Universidad Nacional de Colombia, en donde se evaluó el riesgo sanitario de producir lechuga con aguas residuales sin tratar en el CAM (Centro Agropecuario Marengo, finca de la Universidad). En el estudio se tomaron 8 muestras de agua provenientes del canal de riego “La Ramada” a diferentes profundidades, una vez por semana durante el ciclo productivo de un cultivo de lechuga, además se realizaron 5 muestreos en suelo. En la evaluación de calidad microbiológica del agua, suelos y lechuga se utilizaron los siguientes parámetros, medidos en niveles de: Coliformes fecales, *Salmonella* spp., Colifagos Somáticos y Huevos de Helminto. En los resultados obtenidos se muestra un incremento en la concentración de UFC/100 mL de Coliformes fecales a medida que se profundizaba en las aguas provenientes del canal de riego, en cuanto el análisis de *Salmonella* spp., se encontró un mismo resultado en todas las muestras y a todas profundidades de $< 1,8$ NMP/100 mL (Campos C. *et al.*, 2015), concluyendo que este patógeno se encuentra poco disponible en el agua de riego disminuyendo la posibilidad de encontrarse en los vegetales estudiados en esta investigación.

Al comparar los resultados obtenidos en el estudio de coliformes fecales en el sistema de riego “La Ramada”, se observa que los resultados superficiales se encuentran entre $1,3 \times 10^3$ y $9,3 \times 10^3$ UFC/100 mL, y en profundidad entre $2,7 \times 10^3$ y $1,1 \times 10^4$ UFC/100 mL (Campos C., *et al.*; 2015), estas concentraciones aumentan a mayor profundidad y en todos los casos supera la concentración sugerida por la OMS que es para coliformes fecales de $\leq 1000/100$

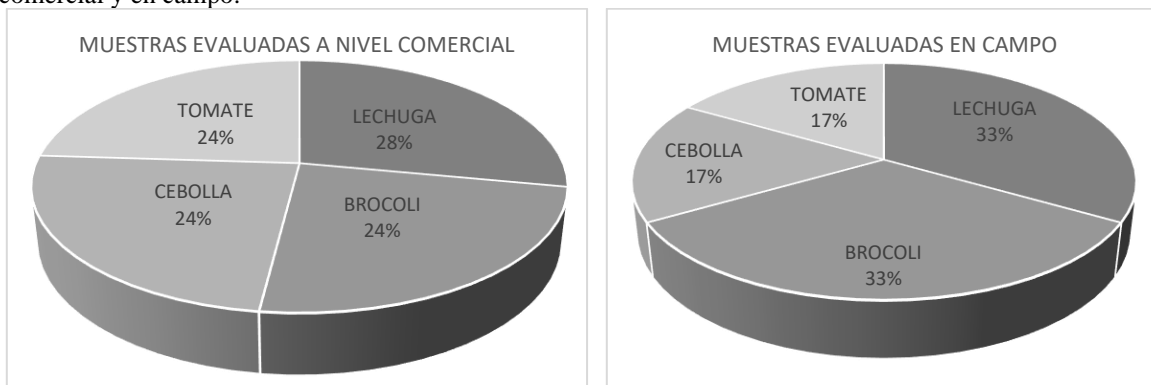
mL cuando se trata de riego sin restricción; para cultivos que se consumen crudos; la cual es la misma normativa adoptada por el país y mencionada anteriormente (INVIMA, 2003).

5.3. Identificación de Muestras Analizadas Microbiológicamente

Debido a que se evaluaron dos tipos de muestras (Comercial y Campo) de cuatro productos vegetales (Lechuga, Brócoli, Cebolla y Tomate) en la Tabla de Anexos N° 1, se observa la procedencia de cada una de las muestras evaluadas en el Laboratorio de Microbiología del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) – de la Universidad Nacional de Colombia.

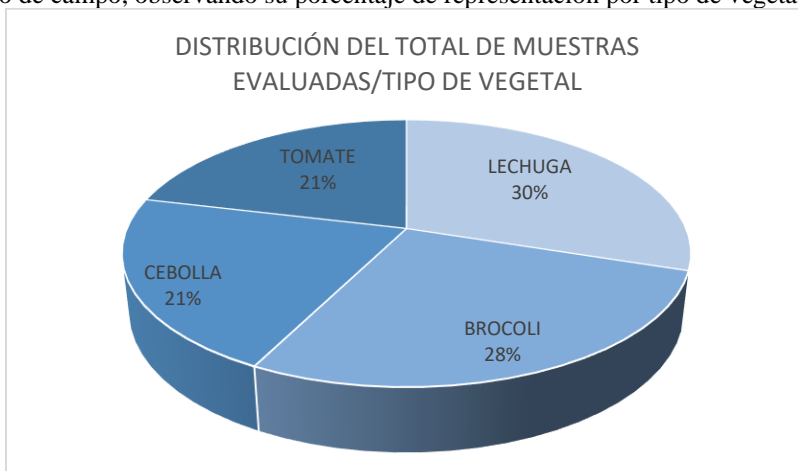
Como se puede observar en la tabla resumen se realizaron 80 muestreos en total, los cuales estaban divididos en 50 muestreos comerciales y 30 muestreos realizados en campo. La distribución de las muestras comerciales y de campo se encuentra representada por la Gráfica N° 1. De las 50 muestras tomadas a nivel comercial se realizaron 14 muestras de lechuga las cuales representan el 28% del muestreo comercial, de brócoli se tomaron 12 muestras (24% de las muestras comerciales), se tomaron 12 muestras de cebolla cabezona que representa un 24% de las muestras comerciales y finalmente se tomaron 12 muestras de tomate chonto que representan un 24% de las muestras comerciales (Gráfica N°1, imagen a). Por otra parte, de las 30 muestras obtenidas en campo se realizó la distribución de las muestras en el tipo de vegetal evaluado información mostrada en la Gráfica N°1, imagen b; se tomaron 10 muestras de lechuga Batavia (33%), 10 muestras de brócoli (33%), 5 muestras de cebolla y tomate cada una representando el 17% de las muestras obtenidas en campo.

Gráfica N° 1. Distribución en porcentajes del tipo de vegetal analizado en las muestras tomadas a nivel comercial y en campo.



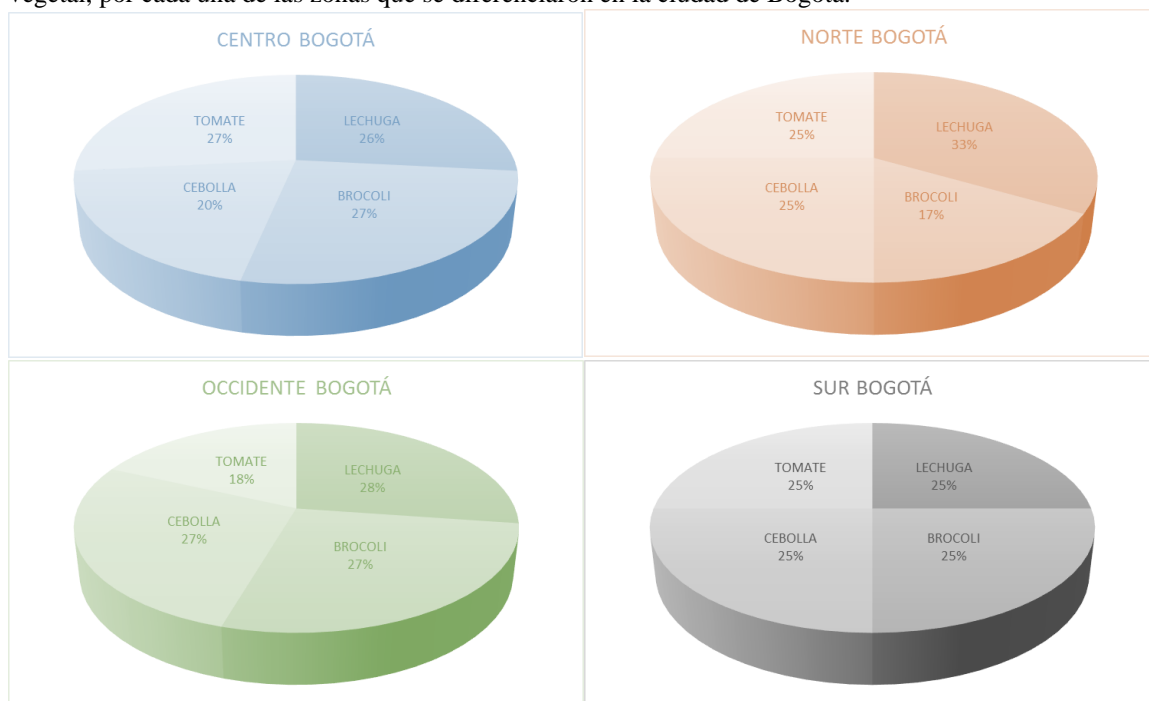
En cuanto a la distribución de los productos vegetales evaluados se obtuvo los resultados mostrados en la Gráfica N° 2, allí se muestra que en total se evaluaron 24 muestras de lechuga Batavia (30%), 22 muestras de brócoli (28%), 17 muestras de cebolla cabeza (21%) y 17 muestras de tomate chonto (21%). Se intentó realizar un muestreo con números iguales tanto de muestras comercial y de campo como por tipo de hortaliza, pero debido principalmente a la poca disponibilidad en campo de cosechas a tiempo de cebolla y tomate en la Sabana de Bogotá, fue complejo conseguir el número de muestras iguales en los diferentes vegetales analizados microbiológicamente.

Gráfica N° 2. Distribución de las muestras por tipo de vegetal analizado en el total de las muestras tanto comerciales como de campo, observando su porcentaje de representación por tipo de vegetal.



Dentro del muestreo comercial que se realizó de las diferentes hortalizas analizadas, se tomaron como referencia cuatro grandes zonas de muestreo en Bogotá las cuales se denominaron por la ubicación geográfica dentro de la ciudad; a estas zonas se les denominó con los puntos cardinales como Centro, Norte, Occidente y Sur. En la gráfica N° 3, se observa la distribución de las muestras en las diferentes zonas de Bogotá y como es la distribución del vegetal en cada una de ellas.

Gráfica N° 3. Distribución de las muestras comerciales por porcentaje de muestras tomadas de cada tipo de vegetal, por cada una de las zonas que se diferenciaron en la ciudad de Bogotá.



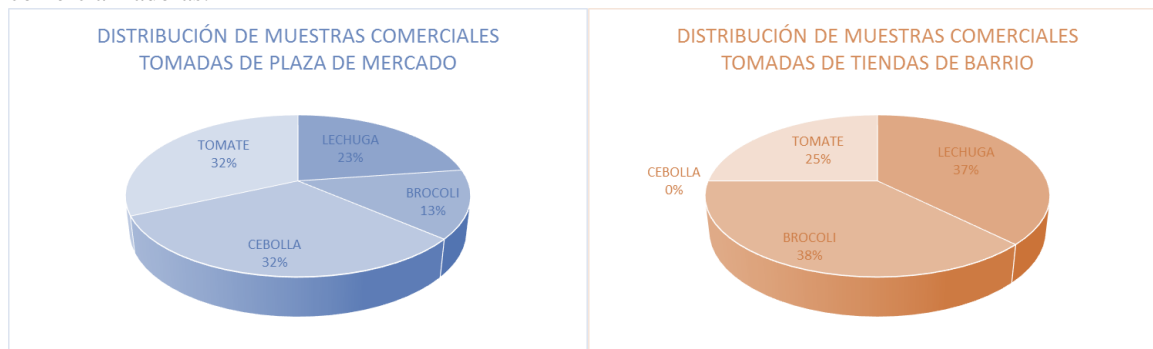
En la zona centro se evaluaron 4 muestras de lechuga (26%), 4 muestras de brócoli (27%), 3 muestras de cebolla cabezona (20%) y 4 muestras de tomate chonto (27%). En la zona norte se evaluó 4 muestras de lechuga (33%), 2 muestras de brócoli (17%), 3 muestras de cebolla cabezona (25%) y 3 muestras de tomate chonto (25%). En la parte occidente de Bogotá se muestrearon en 3 muestras de lechuga Batavia (28%), 3 muestras de brócoli (27%), 3 muestras de cebolla (27%) y 2 muestras de tomate chonto (18%). Por último, en la zona sur de Bogotá se recogieron 3 muestras de cada uno de los productos vegetales representando cada una el 25% del total de muestras comerciales recolectadas en esta zona.

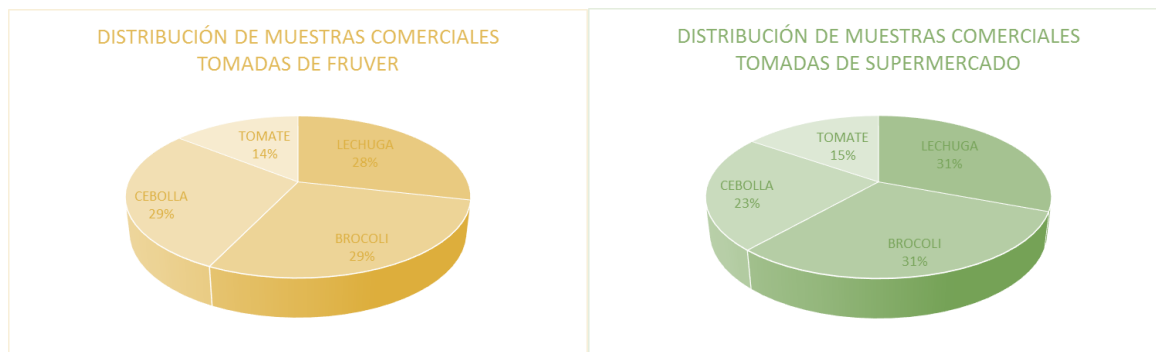
Teniendo en cuenta las muestras comerciales realizadas se realizó también una clasificación entre diferentes entes de comercialización de la ciudad de los productos vegetales seleccionados, esta se da por diferentes métodos de comercialización y entre ellas se encuentran en un nivel primario y más directo a la procedencia original de los productos que es la Plaza de mercado, en otro eslabón se encuentra un manejo intermedio que está representado por las Tienda de barrio aquellos establecimientos que se encargan de acercar los productos vegetales a los barrios y al consumidor final que se encuentran en las áreas residenciales de la ciudad generalmente los dueños de estos establecimientos adquieren la

mayoría de sus productos vegetales de las plazas mayoristas, en este mismo nivel se encuentran los Fruver que son establecimientos especializados en la comercialización de frutas y verduras que puede adquirir su mercancía ya sea vía el agricultor directamente o lo puede obtener en la plaza de mercado (Gómez M., 2017); por último, se obtuvieron muestras vegetales de Supermercados que presentan una sección de verduras y generalmente tienen como proveedores a productores más especializados que en algunas ocasiones tienen un proceso previo a la venta como lo es el lavado de la hortaliza y su empaque en presentaciones que puedan llegar a ser más atractivas al consumidor y más conveniente al distribuidor de la cadena ya que pueden llegar a conservarse por mayor tiempo (Rojas & Arciniegas, 2005).

La proporción del muestreo realizado en los diferentes tipos de comercializadora se expresa en la Gráfica N° 4. Se observa que en las plazas de mercado se obtuvieron en total 22 muestras (44% de las muestras comerciales), en las tiendas de mercado se obtuvieron 8 muestras en total (16% del total de muestras comerciales), 7 muestras fueron tomadas de Fruver de diferentes zonas de la ciudad (representando un 14% de las muestras comerciales) y 13 muestras obtenidas de supermercados (26% del total de muestras comerciales). La mayor cantidad de muestras que se tomaron fueron obtenidas de la plaza de mercado debido a la representación dentro de la ciudad que tienen estos establecimientos y además comprobando si en realidad los procesos de almacenamiento que se presentan en dichos establecimientos, favorecen en mayor o menor medida a la contaminación microbiológica que se presenta en los productos hortícolas vendidos allí.

Gráfica N° 4. Distribución de muestras comerciales de productos vegetales evaluados entre tipo de comercializadoras.





5.4. Resultados del Análisis Microbiológico, Interpretados con la Normativa Colombiana

De acuerdo con la normativa colombiana (GTC-253); que anuncia la guía para la adecuación, comercialización de frutas y hortalizas frescas, no se encontraron valores establecidos de UFC y NMP para aplicar a la producción de frutas y verduras frescas en el país; por lo cual para fines de comparación de los resultados obtenidos en el análisis microbiológico se tuvo en cuenta lo estipulado por el *Codex Alimentarius* y comparativos que se realizaron en estudios similares realizados de diagnóstico de frutas y hortalizas fresca.

La siguiente es la información tomada de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, para la cual se establecen los valores límite de agentes patógenos en alimentos. Esta normativa establece como se observa en la Tabla N° 2 los valores límite para frutas y hortalizas frescas, se tiene para *E. coli* la normativa dice que el numero requerido de muestras para hacer el análisis son 5 muestras, el límite aceptable es de 10^2 UFC/g de alimento; y los recuentos microbianos superiores a 10^3 UFC/g son inaceptables, considerando que dicho alimento representa un riesgo para la salud. Por parte de *Salmonella* spp. la normativa estipula que de las 5 muestras que se toman para su análisis ninguna de estas debe presentar crecimiento del patógeno y este debe estar ausente en hasta 25 g del producto alimenticio. Cabe anotar, que esta norma expedida por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) no estipula los contenidos de coliformes totales y fecales, ni de hongos y levaduras permisibles en las superficies de los productos vegetales

para su consumo en fresco, limitándose únicamente a los dos patógenos mencionados anteriormente.

Tabla N° 2. Normatividad para la sanidad de alimentos, en cuanto a criterios microbiológicos. Fuente: INVIMA, 2003.

14. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y SIMILARES.						
14.1 Frutas y hortalizas frescas. (sin ningún tratamiento)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	10 ⁴	10 ⁶
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).						
14.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 ²
Levaduras	3	3	5	1	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	5x10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
14.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10 ³	10 ⁴

5.5. Análisis General de los Resultados Obtenidos

5.5.1 Análisis de Resultados - Coliformes Totales en las Muestras Vegetales

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos los coliformes totales y fecales, el 37.5% del total de las muestras presentan coliformes totales con UFC de 10³, 10⁴ y 10⁵ UFC/g de alimento, el cual es considerado un valor alto para coliformes totales (Nkufi, *et al.*, 2018); y aunque los coliformes totales no necesariamente son patógenos para el ser humano son considerados para algunos autores como indicadores de falta de higiene en la producción del alimento (Rincón V. *et al.*, 2010) además que se conoce que la presencia de estos puede estar ligada a una reducción en la vida útil del producto en anaquel, lo cual afectaría mucho su comercialización hablando de productos perecederos como lo son la lechuga, el brócoli, la cebolla cabezona y el tomate chonto.

Analizando las muestras que presentan un mayor número de coliformes totales se presentan mayor UFC/g en las muestras de tipo Comercial lo cual corresponde a un 73,3% de las 30

muestras con valores más altos de coliformes totales; esto puede ser explicado ya que a nivel comercial el material vegetal inicia un proceso de descomposición desde su momento de cosecha, haciendo que en su comercialización al pasar varios días el tejido vegetal se vaya descomponiendo, además de que puede presentarse una contaminación cruzada en momentos cruciales del proceso como en su cosecha, con canastillas que fueron utilizadas para otros tipos de productos vegetales; en almacenamiento por manejo en sí mismo del producto vegetal y la alta manipulación que puede presentar el producto una vez es exhibido al consumidor.

En campo las muestras representan un 26,6% de las muestras con UFC/g superiores a 10^4 , estas muestras son variadas entre los productos que se evaluaron exceptuando el tomate en el cual a nivel de campo no hubo ninguna muestra que presentará un número significativo de coliformes totales y a nivel comercial el tomate solo presenta 2 muestras con un alto número de UFC de coliformes totales/g de producto. Por otra parte, en las muestras comerciales se encontraron los dos productos con una mayor UFC/g de coliformes totales y fueron las muestras de lechuga, con 8 muestras; y las muestras de cebolla cabezona con 7 muestras.

Para el caso de la lechuga, que es de los productos más perecederos evaluados, se presenta un mayor número de muestras con altos UFC de coliformes totales. En el caso de la cebolla en la mayoría de las muestras evaluadas, incluyendo dos que fueron obtenidas de grandes superficies, presentaban pérdida de las catáfilas externas seguramente por obtener algo más estético a los ojos del consumidor, pero son estas catáfilas secas y curadas por el sol, proceso que se da desde su cosecha en campo y le permite a la cebolla cabezona presentar una durabilidad en almacenamiento muy alta (superior a 1 mes), de igual protegen el bulbo de contaminaciones microbianas que comprometan la inocuidad y durabilidad del producto.

Tabla N° 3. Muestras con contenidos de Coliformes totales superiores a 10^4 UFC/g.

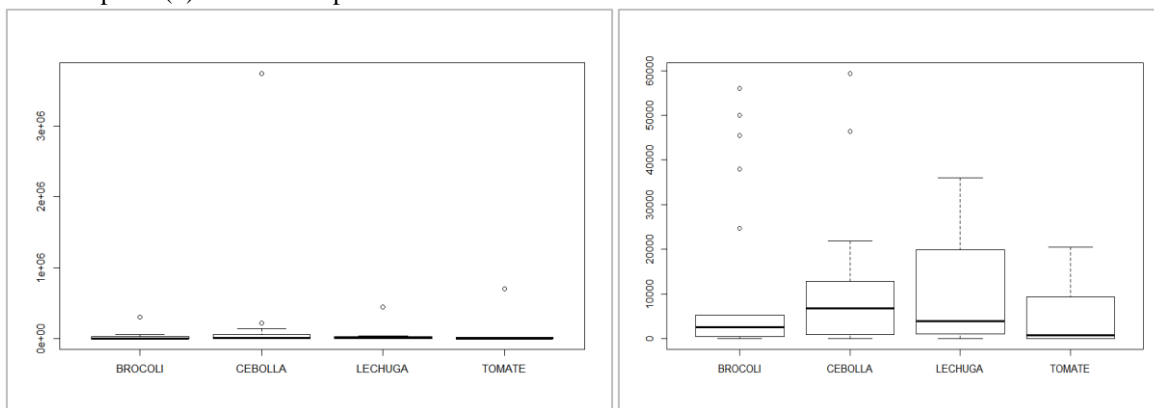
N° DE MUESTRA	MATERIAL	COLIFORMES TOTALES UFC/g	TIPO	LOCALIZACIÓN
77	CEBOLLA	$3,7 \times 10^6$	CAMPO	MADRID
17	TOMATE	$7,0 \times 10^5$	COMERCIAL	FRUVER- CENTRO
53	LECHUGA	$4,4 \times 10^5$	CAMPO	FUNZA
49	BROCOLI	$3,0 \times 10^5$	COMERCIAL	PLAZA-SUR-OCCIDENTE
76	CEBOLLA	$2,2 \times 10^5$	CAMPO	MADRID
79	CEBOLLA	$2,2 \times 10^5$	CAMPO	MOSQUERA
46	CEBOLLA	$1,4 \times 10^5$	COMERCIAL	FRUVER- OCCIDENTE

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

26	LECHUGA	5,9 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-SUR
67	BROCOLI	5,6 X 10 ⁴	CAMPO	MOSQUERA
47	BROCOLI	5,0 X 10 ⁴	COMERCIAL	TIENDA-CENTRO
14	CEBOLLA	4,6 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-CENTRO
12	BROCOLI	4,5 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-CENTRO
66	BROCOLI	3,8 X 10 ⁴	CAMPO	MADRID
52	LECHUGA	3,6 X 10 ⁴	CAMPO	FUNZA
20	LECHUGA	3,1 X 10 ⁴	COMERCIAL	FRUVER-CENTRO
19	LECHUGA	2,8 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-CENTRO
25	BROCOLI	2,5 X 10 ⁴	COMERCIAL	TIENDA-SUR
56	LECHUGA	2,4 X 10 ⁴	CAMPO	PLAYON
3	LECHUGA	2,4 X 10 ⁴	COMERCIAL	ÉXITO
15	CEBOLLA	2,2 X 10 ⁴	COMERCIAL	TIENDA-NORTE
27	LECHUGA	2,1 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-SUR
22	TOMATE	2,0 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-SUR
30	LECHUGA	1,8 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-OCCIDENTE
43	CEBOLLA	1,8 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-CENTRO
37	CEBOLLA	1,7 X 10 ⁴	COMERCIAL	JUMBO-OCCIDENTE
34	BROCOLI	1,6 X 10 ⁴	COMERCIAL	OLIMPICA-CENTRO
4	LECHUGA	1,5 X 10 ⁴	COMERCIAL	FRUVER-NORTE
23	CEBOLLA	1,3 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-SUR
38	CEBOLLA	1,2 X 10 ⁴	COMERCIAL	OLIMPICA-CENTRO
29	LECHUGA	1,2 X 10 ⁴	COMERCIAL	PLAZA-OCCIDENTE

Con el fin de realizar una comparación en las concentraciones de Coliformes totales y como influencia el tipo de vegetal estudiado en la media de la cantidad de Coliformes totales encontradas en todas las muestras analizadas, se realizó un boxplot mostrado en la Gráfica N° 5. El análisis estadístico por medio de ANOVA arrojó como resultado que no se puede diferenciar la media de las diferentes hortalizas evaluadas a excepción del producto Cebolla ya que presenta una media diferencial entre el resto de hortalizas evaluadas. Lo anterior indica, una media mucho más alta incluso cuando se eliminan los datos atípicos y que para las condiciones del estudio este fue el producto con una contaminación mayor de Coliformes totales respecto a lo evaluado. Esto, puede deberse al proceso productivo de la cebolla ya que el bulbo es desarrollado en el suelo, haciéndola de los productos evaluados un poco más susceptible al ataque de los microorganismos presentes en la fauna del suelo (Blanco & Lagos, 2017).

Gráfica N° 5. Boxplot, en R de Coliformes Totales en cada uno de los productos vegetales analizados. (a) Con datos Atípicos (b) Sin datos atípicos.



5.5.2. Análisis de resultados - Coliformes Fecales en las Muestras Vegetales

Analizando los resultados de Coliformes fecales se encontró un total de 24 muestras que superaron el valor de 10^3 UFC/g (Tabla N°4), indicando un 30% de las muestras evaluadas con unos valores altos de Coliformes fecales en ellas. De estas muestras, la mayor parte (67%) corresponden a muestras comerciales; mientras que el restante 33% corresponden a muestras obtenidas de campo. Del total de muestras comerciales se encontraron 7 muestras de cebolla cabezona, 4 muestras de brócoli, 3 de tomate chonto y 2 de lechuga Batavia. La distribución de las muestras estuvo concentrada en un 56% en el tipo de comercialización Plaza de mercado.

Por otra parte, las muestras obtenidas de campo se encontraron 3 muestras de brócoli, 3 muestras de lechuga Batavia y 2 muestras de cebolla cabezona. Principalmente el punto de muestreo que más se resalta con un 62% es el Municipio de Madrid, Cundinamarca. Esto puede explicarse debido a la cantidad de muestras evaluadas del municipio además de que es uno de los municipios que se encuentran más lejos en el recorrido del sistema de riego ya recorriendo los municipios de Funza y Mosquera que pueden acarrear una mayor contaminación (Liscano M., 2017).

Tabla N° 4. Muestras con contenidos de Coliformes fecales superiores a 10^3 UFC/g.

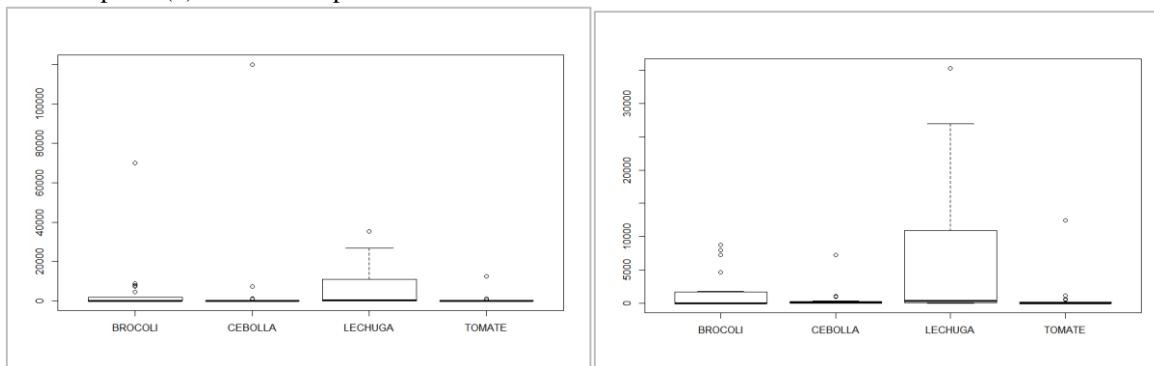
N° MUESTRA	MATERIAL	COLIFORMES FECALES UFC/g	TIPO	LOCALIZACIÓN
49	BROCOLI	1,2,E+05	COMERCIAL	PLAZA DE KENNEDY
45	CEBOLLA	7,0,E+04	COMERCIAL	TIENDA DE BARRIO
14	CEBOLLA	3,5,E+04	COMERCIAL	PLAZA 12 DE OCTUBRE – BARRIOS UNIDOS
26	CEBOLLA	2,7,E+04	COMERCIAL	FRUVER

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

66	BROCOLI	1,7,E+04	CAMPO	MADRID
26	LECHUGA	1,3,E+04	COMERCIAL	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR
12	BROCOLI	1,2,E+04	COMERCIAL	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS
42	TOMATE	1,2,E+04	COMERCIAL	PLAZA DE MERCADO – FONTIBON
36	TOMATE	1,1,E+04	COMERCIAL	JUMBO
22	TOMATE	1,1,E+04	COMERCIAL	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO – TUNJUELITO
20	LECHUGA	8,7,E+03	COMERCIAL	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA
47	BROCOLI	8,0,E+03	COMERCIAL	TIENDA DE BARRIO
77	CEBOLLA	7,3,E+03	CAMPO	MADRID
76	CEBOLLA	7,3,E+03	CAMPO	MADRID
15	CEBOLLA	4,6,E+03	COMERCIAL	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO
67	BROCOLI	3,0,E+03	CAMPO	MOSQUERA
43	CEBOLLA	1,8,E+03	COMERCIAL	PLAZA PALOQUEMAO
25	BROCOLI	1,7,E+03	COMERCIAL	TIENDA DE BARRIO
59	LECHUGA	1,2,E+03	CAMPO	PLAYÓN
60	LECHUGA	1,2,E+03	CAMPO	MADRID
23	CEBOLLA	1,1,E+03	COMERCIAL	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR
24	CEBOLLA	1,1,E+03	COMERCIAL	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO – TUNJUELITO
51	LECHUGA	1,0,E+03	CAMPO	MADRID
70	BROCOLI	1,0,E+03	CAMPO	MOSQUERA

En cuanto a la diferencia de medias el análisis en R del ANOVA realizado para el ensayo mostró que no hay diferencias significativas en las medias obtenidas de los diferentes vegetales analizados con $p < 0,05$ incluso eliminando datos atípicos (Gráfica N° 6); demuestra que a pesar de los valores tan altos obtenidos en los coliformes totales y de igual forma en coliformes fecales por el vegetal cebolla de bulbo, esto no influye en la media del grueso de las muestras obteniéndose en este caso ninguna diferencia significativa entre las medias de todos los vegetales, concluyendo que todos los vegetales se comportaron de manera similar en la determinación de Coliformes fecales.

Gráfica N° 6. Boxplot, en R de Coliformes Totales en cada uno de los productos vegetales analizados. (a) Con datos Atípicos (b) Sin datos atípicos.



En los resultados obtenidos por (Rivera et al., 2009) quienes hicieron un estudio en cual se evaluó el nivel de Coliformes fecales y la frecuencia de *E. coli* en 85 muestras de hortalizas, las cuales fueron cebolla, rabanito, cilantro, lechuga y perejil; que son vendidas en dos mercados de Cajamarca, Perú; se publica como resultados que la totalidad de las muestras presentaron valores de NMP promedio por gramo muy por encima de 10^3 . Estadísticamente fueron parecidos en las cuatro de las hortalizas a excepción del rabanito. Como resultados se determinó que en el 40% de las hortalizas analizadas se determinó presencia de coliformes fecales y se destaca que el perejil y la lechuga fueron los que presentan valores más altos de contaminación en NMP/g. Mostrando que estas hortalizas de hojas pueden llegar a presentar una mayor contaminación en comparación a un producto como el rábano que su punto de producción se encuentra en el suelo; pero esto va a depender de una manera más directa de las condiciones de manejo y las condiciones presentes en campo en el momento de producción y cosecha. Debido a que este fue un estudio realizado específicamente en la parte de comercialización no se indican claramente las condiciones en que se encontraban los cultivos en el momento de realizar los muestreos, por lo cual se puede evidenciar una diferencia con los resultados obtenidos en esta investigación.

5.5.3. Análisis de Resultados - Hongos y Levaduras en las Muestras Vegetales

El análisis de Hongos y Levaduras, arrojó que 22 muestras (27,5%) presentaron valores superiores a 10^3 UFC/g de estos microorganismos, el 54,5% de las muestras fueron comerciales y el 45,5% fueron muestras obtenidas en campo. En el comportamiento de los resultados se observó que correspondía a casi el orden en que fueron muestreadas lo que podría indicar una contaminación de estas muestras en el laboratorio ya que corresponden en

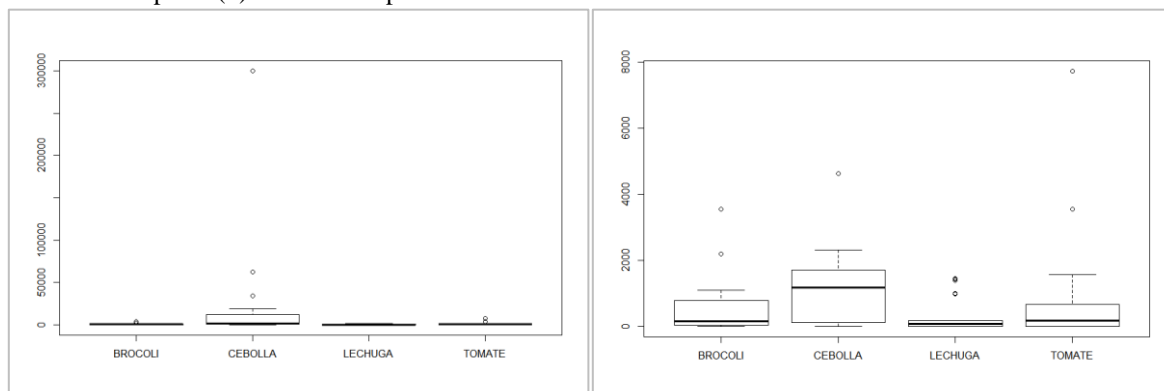
su gran mayoría a las dos primeras semanas en las cuales se pudieron presentar mayores errores en el momento de la siembra por contaminaciones ambientales.

Tabla N° 5. Muestras con contenidos de Hongos y Levaduras superiores a 10^3 UFC/g.

N° MUESTRA	MATERIAL	HONGOS Y LEVADURAS UFC/g	PUNTO DE MUESTREO	LOCALIZACIÓN	TIPO
1	CEBOLLA	3,0,E+05	ISRAEL VANEGAS	FUNZA	CAMPO
2	CEBOLLA	6,2,E+04	ANTONIO CASTILLO	MOSQUERA	CAMPO
3	CEBOLLA	3,4,E+04	ANTONIO CASTILLO	MADRID	CAMPO
4	CEBOLLA	1,9,E+04	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
5	TOMATE	7,7,E+03	LUIS EDUARDO SIERRA	MADRID	CAMPO
6	CEBOLLA	4,6,E+03	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
7	BROCOLI	3,5,E+03	JOSE BAUTISTA	MONDOÑEDO	CAMPO
8	TOMATE	3,5,E+03	JOSE BAUTISTA	MOSQUERA	CAMPO
9	CEBOLLA	2,3,E+03	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
10	BROCOLI	2,2,E+03	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO
11	CEBOLLA	2,1,E+03	OCCIDENTE BOGOTÁ	FRUVER	COMERCIAL
12	CEBOLLA	1,7,E+03	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
13	CEBOLLA	1,7,E+03	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
14	TOMATE	1,6,E+03	DAVID MONROY	SIBERIA	CAMPO
15	LECHUGA	1,5,E+03	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
16	LECHUGA	1,4,E+03	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO – TUNJUELITO	COMERCIAL
17	LECHUGA	1,4,E+03	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
18	TOMATE	1,3,E+03	DIEGO BAUTISTA	MOSQUERA	CAMPO
19	CEBOLLA	1,2,E+03	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
20	CEBOLLA	1,2,E+03	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
21	BROCOLI	1,1,E+03	FERNANDO PINZÓN	PLAYÓN	CAMPO
22	LECHUGA	1,0,E+03	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL

En cuanto, al análisis de varianza arrojó que no hay diferencias significativas en las medias de todos los productos vegetales, aunque una vez eliminados los datos atípicos se observa una diferencia entre la media de Hongos y Levaduras de la cebolla cabezona; que sería el producto más propenso al desarrollo de estos microorganismos en su superficie.

Gráfica N° 7. Boxplot, en R de Hongos y Levaduras en cada uno de los productos vegetales analizados. (a) Con datos Atípicos (b) Sin datos atípicos.



El análisis de varianza de las hortalizas analizadas, es comparable con el resultado obtenido en un estudio en el que se midieron las concentraciones de hongos y levaduras; estas fueron un 10% superior a las 250 UFC/g el cual corresponde a un valor considerado bajo de acuerdo al estudio realizado en frutas y hortalizas en Chihuahua, México (Ávila G. *et al.*, 2008); el grupo de hortalizas que presentaron valores muy superiores en hongos y levaduras es muy diverso en cuanto a productos aunque presenta una mayor incidencia a esta contaminación la cebolla (del total 5 de las muestras corresponden dicho producto vegetal) con respecto a los demás, pero se puede observar a su vez que de ese 10% de muestras que está presentando valores más altos en levaduras y hongos mostrados en la Tabla N° 6, dos muestras correspondientes a un 2,5% de las muestras son obtenidas a nivel comercial, mientras que el restante 7,5% corresponden a muestras obtenidas de campo.

Tabla N° 6. Muestras con valores de hongos y levaduras superiores a 250 UFC/g.

N° DE MUESTRA	MATERIAL	HONGOS Y LEVADURAS (UFC/g)	TIPO DE MUESTRA	LOCALIZACIÓN
80	CEBOLLA	$3,0 \times 10^5$	CAMPO	FUNZA
78	CEBOLLA	$6,2 \times 10^4$	CAMPO	MOSQUERA
76	CEBOLLA	$3,4 \times 10^4$	CAMPO	MADRID
23	CEBOLLA	$1,9 \times 10^4$	COMERCIAL	PLAZA – SUR
71	TOMATE	$7,7 \times 10^3$	CAMPO	MADRID
8	CEBOLLA	$4,6 \times 10^3$	COMERCIAL	FRUVER – NORTE
64	BROCOLI	$3,5 \times 10^3$	CAMPO	MONDOÑEDO
73	TOMATE	$3,5 \times 10^3$	CAMPO	MOSQUERA

5.5.4. Análisis de resultados de *Salmonella* spp. en muestras vegetales

En cuanto a contaminación por *Salmonella*, todas las muestras resultaron libres de dicho patógeno. Se realizó confirmación a las colonias que presentaban similitud al crecimiento del patógeno en los medios XLD (Agar Xilosa-Lysina-Desoxicolato) y Sulfato Bismuto; se hizo la corroboración a todas las muestras incluso aunque no hubiesen desarrollado colonias características en los dos medios; arrojando resultados negativos para todas las muestras tanto comerciales como de campo.

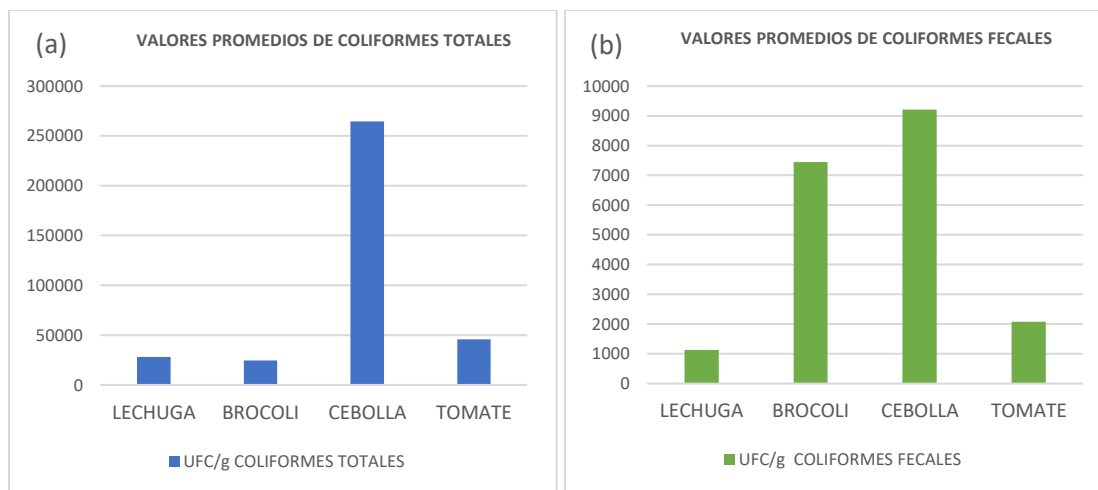
Los resultados anteriores pueden ser comparables con el estudio de Ávila G., *et al* (2008); donde encontraron que en las frutas analizadas Durazno y Manzana no se encontró presencia de *Salmonella*; esto principalmente por la baja presencia de este patógeno en productos vegetales.

5.6. Análisis Comparativo entre Productos Vegetales

5.6.1. Análisis de Coliformes Totales y Fecales entre Productos Vegetales

En el periodo de estudio se encontró que el vegetal con una mayor cantidad de contaminación por coliformes totales; tanto en UFC/g y NMP/g fue la Cebolla, seguido por Tomate, Lechuga y Brócoli en el último lugar. Esta distribución de los contenidos de Coliformes muestra un mayor número de unidades formadoras en la cebolla, esto debe ser mejor observado en partes diferenciales para saber si hay mayor contenido en las pruebas de cebollas que fueron obtenidas de mercado o de campo con el fin de comprender mejor el comportamiento del material a lo referente a Coliformes totales.

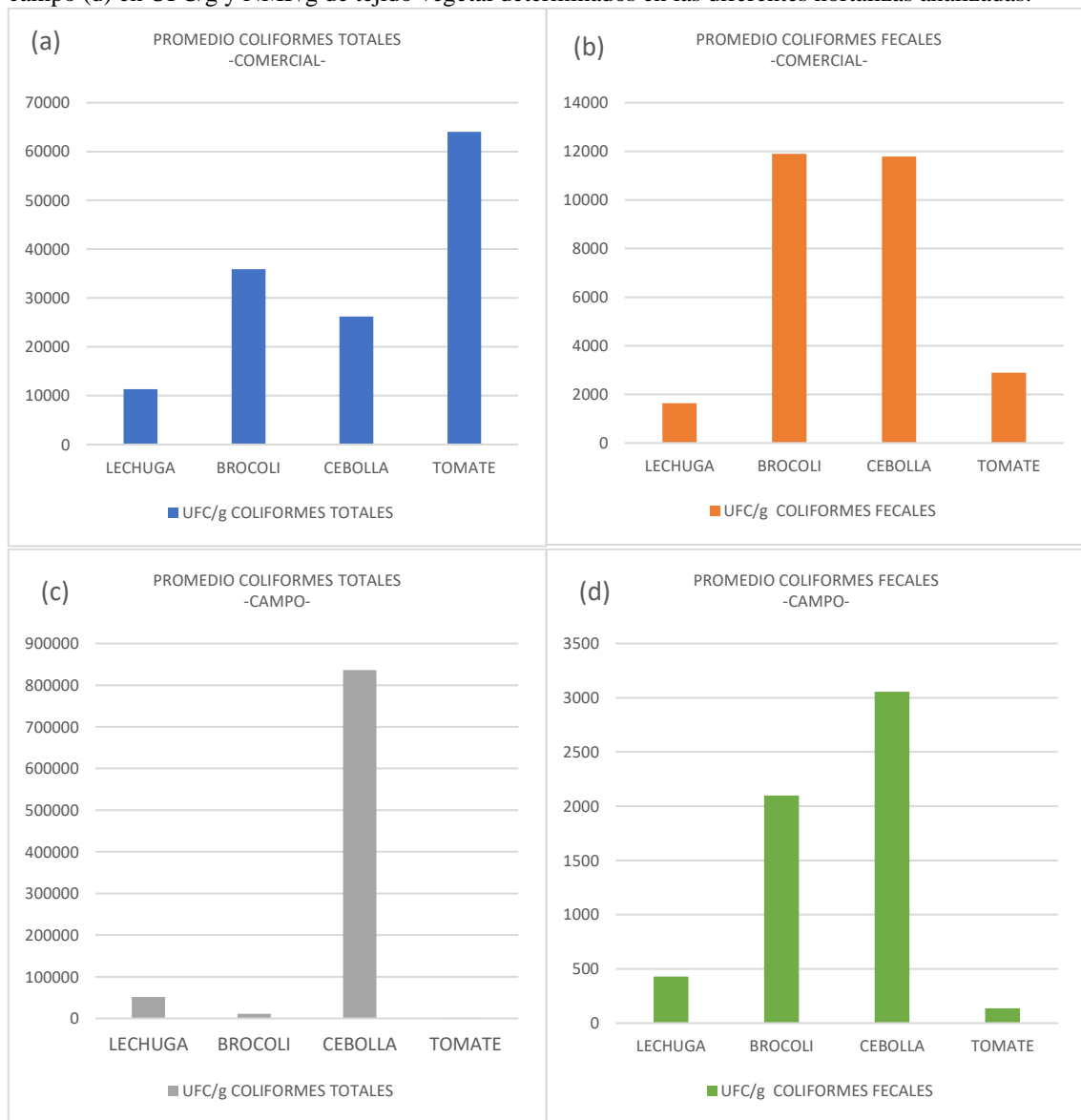
Gráfica N° 8. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Coliformes Totales (a) y Coliformes Fecales (b) en UFC/g y NMP/g de tejido vegetal determinados en las diferentes hortalizas analizadas.



Por otra parte, se tiene la gráfica del promedio de Coliformes fecales encontradas en las hortalizas analizadas, esta gráfica muestra que sigue presentándose una alta cantidad de Coliformes fecales en Cebolla cabezona, seguido por Brócoli los cuales son muchísimo más altos que en el caso del Tomate y la Lechuga. Esto puede ser explicado debido a que en primer lugar la cebolla fue la hortaliza que presentó una mayor cantidad de Coliformes Totales como se pudo observar en la Gráfica N° 8 (a); en la gráfica de Coliformes fecales (b) fue el producto con un mayor promedio ($9,2 \times 10^3$ UFC/g y $1,03 \times 10^4$ NMP/g). En segundo lugar, de acumulación de Coliformes fecales se encuentra el Brócoli con valores de $7,4 \times 10^3$ UFC/g y $8,3 \times 10^3$ NMP/g.

Diferenciación de los productos obtenidos en diferentes puntos de comercialización y campo, con el fin de analizar como fue el comportamiento de los productos vegetales a nivel comercial y a nivel de campo; con el fin de comparar los promedios encontrados. Como se puede observar en las gráficas realizadas de la comparación del promedio de Coliformes totales y fecales, se observa un comportamiento muy similar entre las muestras comerciales y las muestras tomadas de campo; a excepción del comportamiento observado en la Cebolla de bulbo en cuanto al conteo de Coliformes Totales a nivel comercial, ya que la gráfica Comercial muestra con un mayor número de UFC/g y NMP/g promedio en tomate, seguido por el brócoli y posteriormente la cebolla y la lechuga.

Gráfica N° 9. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Coliformes Totales a nivel comercial (a), Coliformes Fecales a nivel comercial (b), Coliformes Totales a nivel de campo (c) y Coliformes Fecales en campo (d) en UFC/g y NMP/g de tejido vegetal determinados en las diferentes hortalizas analizadas.



La presencia de coliformes totales y fecales en las hortalizas es un indicador determinante de calidad microbiana del mismo, su presencia además de medir el nivel de calidad en que se encuentra el alimento para su consumo puede ser también indicador de la durabilidad del mismo (Frazier & Westhoff, 1993). Entre los indicadores para contabilizar la calidad microbiológica de los alimentos se encuentran los Coliformes, representados principalmente por cuatro géneros muy importantes para la salud humana ya que son considerados patógenos para el organismo que los consuma y se conforman por la familia *Enterobacteriaceae*;

conformada por 4 géneros los cuales son: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*. Estas son bacterias gram-negativas, aerobias y anaerobias facultativas, no forman esporas, caracterizadas por fermentar la lactosa a 37°C en 48 horas ya que posean la enzima β -galactosidasa y su forma es de bacilos cortos. Debido a que su alta distribución en el ambiente pueden encontrarse en agua, suelos y vegetales; los coliformes fecales forman parte de la flora intestinal de los animales de sangre caliente y sangre fría (Jay J. *et al.*, 2009). La principal diferencia entre los coliformes totales y fecales, es que estos últimos además de encontrarse en la flora intestinal de los animales, son termotolerantes y pueden multiplicarse a temperaturas de 44 °C y a esta temperatura pueden fermentar la lactosa; debido a que se encuentran principalmente en la flora intestinal su propagación se realiza por las heces fecales de dichos animales (Rincón V. *et al.*, 2010).

La importancia de determinar por tanto, los coliformes fecales en hortalizas que son irrigadas por aguas residuales como es el caso del sistema de riego “La Ramada” en el occidente de Bogotá, radica en que el consumo de dichas hortalizas puede propagar diarreas de origen bacteriano en la población vulnerable afectando directamente la salud del consumidor final, dicha propagación puede ser por consumo del agua contaminada o de la hortaliza que se encuentre contaminada con dicho patógeno perjudicial para la salud pública (Takayanagui *et al.*, 2001).

Cabe resaltar que para evitar dicha contaminación bacteriana en las hortalizas no es únicamente necesario un lavado con agua pura y consumible; esta información se destaca en la mayoría de publicaciones consultadas; requiriendo otros métodos de limpieza y desinfección de las hortalizas antes de su consumo (Cifuentes *et al.*, 2002).

En un estudio realizado en Xochimilco, México en el cual se determinó la presencia de coliformes fecales en nueve hortalizas que fueron regadas con aguas residuales durante el periodo de octubre del 2008 a marzo de 2004. Los resultados obtenidos mostraron que los alimentos con una mayor contaminación por coliformes fecales que superaban los límites superiores a la reglamentación mexicana fueron en orden descendente: Cilantro, Espinaca, Lechuga escarola y Zanahoria (Vega, Jiménez y Salgado, 2005). Esto contrasta con los resultados obtenidos en el presente estudio con lo referente a coliformes fecales ya que los productos vegetales que presentaron una mayor contaminación en la Sabana de Occidente de

Bogotá fueron los bulbos de cebolla cabezona y los de menor carga microbiológica fueron las hortalizas de hojas de las cuales se sospechaba por sus paredes de menor grosor una menor cantidad de carga microbiológica; también es cierto que un ciclo de cebolla cabezona en Sabana es más extendido que un ciclo de lechuga y por ende la acumulación de microorganismos en sus superficies puede ser mayor por un tiempo más prolongado de exposición ambiental durante su ciclo productivo.

Por otra parte, la separación por época de cosecha y condiciones climáticas (sequía/lluvia) en las muestras tomadas de campo, no fue diferenciadora a pesar de que ante mano no se esperara el mismo comportamiento presentado para todos los ciclos sabiendo que las condiciones climáticas determinan la acumulación de microorganismos en la superficie del vegetal; dicho resultado fue mostrado en el estudio de Vega, Jiménez y Salgado en el 2005; los cuales denotaron que dentro de las variables ambientales que pueden tener una gran influencia sobre la carga microbiológica de un alimento vegetal es la temperatura ambiental dando como resultado que en los meses de noviembre y diciembre de una alta radiación solar los contenidos de coliformes fecales se reducían mientras que en los meses de febrero y marzo en donde se presentaron condiciones de temperatura y menores temperaturas ambientales, se mostró los mayores recuentos de coliformes fecales en las diferentes hortalizas; esto concluye que los coliformes fecales a pesar de ser termotolerantes son sensibles a condiciones de campo de alta radiación que pueden lograr disminuir su carga en los vegetales analizados.

5.6.2. Análisis de *E. coli* en los Productos Vegetales

En el análisis microbiológico realizado se encontraron únicamente dos muestras que presentan contaminación con *E. coli*, las cuales son: la muestra N° 20 de Lechuga comercial, conseguida en un Fruver del centro de la ciudad y con un valor de 100 UFC/g de *E. coli*; y la segunda muestra fue la N° 34 correspondiente a un Brócoli comercial conseguido en el supermercado Olímpica en el centro de Bogotá, este se encontraba protegido con papel vinipel a nivel comercial, con un valor de 100 UFC/g de *E. coli*.

Las muestras en las que se encontraron contaminación por *E. coli*, corresponden al 2,5% del total de las muestras; por lo que se puede observar que es muy baja la contaminación

encontrada de este patógeno en las muestras vegetales y estas se encuentran principalmente en las muestras comerciales (4% dentro de las muestras comerciales). Esto indica que existe una mayor contaminación de *E. coli* en el momento de comercialización de las hortalizas que en el proceso de producción en campo a pesar de las condiciones de contaminación que presenten las fuentes hídricas utilizadas para su producción en campo; este fenómeno puede deberse a que en la manipulación comercial pueden haber más personas que puedan transmitir el patógeno a la hortaliza, por inadecuado aseo especialmente de las manos al manipular las hortalizas en el momento de la compra.

En un estudio similar realizado con muestras comerciales de hortalizas realizado por Rivera *et al.* en Cajamarca, Perú (2009) se detectó más del 24% del total de las muestras con presencia de *E. coli*; comparado con este estudio fue muchísimo menor la incidencia de este patógeno. La mayor frecuencia de contaminación de *E. coli* en el estudio mencionado se presentó en el perejil, la lechuga y el rabanito; mientras que en esta investigación se obtuvo resultados positivos para *E. coli* en la lechuga (concordando con el estudio analizado) y en el brócoli.

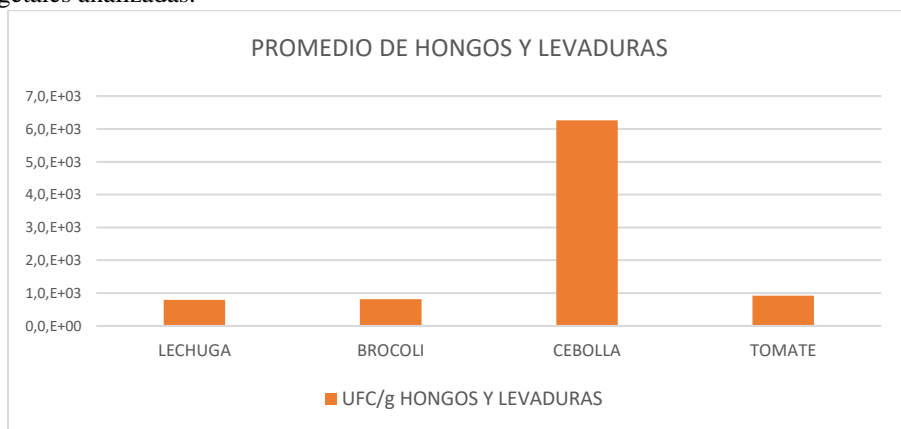
Estos resultados son importantes ya que a pesar del bajo número de muestras encontradas positivas para *E. coli* estas pocas muestras se encontraron disponibles a nivel comercial lo cual puede conllevar a una propagación diarreica de origen bacteriano peligrosa para los consumidores especialmente niños menores a 5 años y adultos menores; para lo cual se debe recalcar el adecuado lavado de los vegetales antes de su consumo evitando su afectación para la salud.

Sin embargo, se debe aclarar que la ausencia de *E. coli* en las muestras vegetales analizadas no son un buen indicador de que no hay presencia de más patógenos en ellas, ya que puede presentarse el caso de contener microorganismos como *L. monocytogenes* y en conteos de cero coliformes fecales en las muestras (Rivera *et al.*, 2009); como lo fue el caso del tomate que casi no presentaba conteo de coliformes fecales en la mayoría de las muestras (85%).

5.6.3. Análisis de Determinación de Hongos y Levaduras en los Productos Vegetales

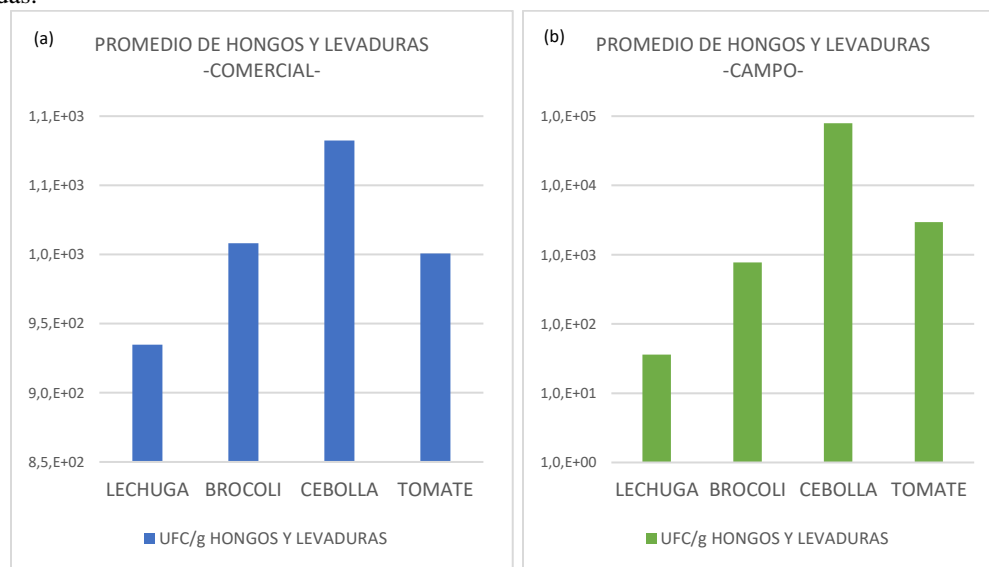
En los resultados obtenidos de la determinación de Hongos y Levaduras en los diferentes productos vegetales que se observa en la Grafica N° 10, donde el promedio más alto de este tipo de microorganismos se encontró en la cebolla; lo cual concuerda con los anteriores análisis donde se encuentran mayores acumulaciones de Coliformes totales y fecales en este producto vegetal, seguido por el tomate, lechuga y brócoli; el conteo de este microorganismo en laboratorio pudo haber sido contaminación ambiental en las dos primeras semanas que se inició en el trabajo en laboratorio.

Gráfica N° 10. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Hongos y Levaduras totales en las muestras vegetales analizadas.



En el comparativo realizado de la determinación de hongos y levaduras en muestras comerciales y de campo mostrado en la Grafica N°11 se observa que a nivel comercial las muestras presentan una determinación de Hongos y Levaduras muy similar entre las hortalizas evaluadas; sin embargo, en las muestras tomadas de campo se observa que el comportamiento de la cebolla cabezona en la determinación fue diferencial seguido nuevamente por las muestras de tomate, brócoli y lechuga en último lugar. La distribución de los hongos y levaduras fue inferior a lo que se esperaba en mayor concentración en productos de hoja como la lechuga Batavia y el brócoli ya que por su estructura podrían albergar mayor cantidad de estos microorganismos.

Gráfica N° 11. Gráfico de barras de la comparación de valores promedio de Hongos y Levaduras a nivel comercial (a) y a nivel de campo (b) en UFC/g de tejido vegetal determinados en las diferentes hortalizas analizadas.



5.7. Análisis Microbiológico de Muestras Comerciales

5.7.1. Análisis de Coliformes Totales en Muestras Comerciales

Debido a que en la norma colombiana e internacional del *Codex Alimentarius* no se especifica ningún rango de aceptabilidad para productos frescos de coliformes totales, se establecieron los rangos entre los valores obtenidos de NMP/g de producto vegetal, los cuales son indicados en la Tabla del Anexo N°1. En cuanto a los Coliformes totales encontrados en las diferentes muestras se realizó un análisis de los datos exclusivamente para las muestras tomadas de comercializadoras. Recordando que comercialmente se utilizaron 3 unidades de cada producto para lograr una única muestra y debido a la cantidad tan reducida de muestras evaluadas se tuvo en cuenta estadísticamente pruebas no paramétricas como la prueba chi-cuadrado de Karl-Pearson con el fin de encontrar diferencias significativas con las pocas muestras obtenidas de forma comercial.

Tabla N° 7. Coliformes Totales en muestras vegetales de diferente procedencia comercial.

Tipo de Vegetal	UFC/g	Tipo de Comercializadora			
		Plaza N (%)	Tienda N (%)	Fruver N (%)	Supermercado N (%)
Lechuga	<1 x10 ³	1 (14,3)	0 (0)	0 (0)	1 (33,3)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	2 ^a (28,6)	2 ^b (100)	0 (0)	1 ^a (33,3)
	> 1,1 x10 ⁴	4 ^a (57,1)	0 (0)	2 ^b (100)	1 ^a (33,3)
Brócoli	<1 x10 ³	1 ^a (20)	0 (0)	2 ^b (100)	3 ^b (100)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	2 (40)	2 ^a (100)	0 (0)	0 (0)
	> 1,1 x10 ⁴	2 (40)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

Cebolla	<1 x10 ³	0 (0)	0 (0)	1 ^a (50)	1 ^a (33,3)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	3 ^b (60)	0 (0)	1 ^b (50)	1 ^a (33,3)
	> 1,1 x10 ⁴	2 ^a (40)	2 ^b (100)	0 (0)	1 ^a (33,3)
Tomate	<1 x10 ³	3 ^a (60)	2 ^b (100)	0 (0)	2 ^a (50)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	> 1,1 x10 ⁴	2 ^a (40)	0 (0)	1 ^b (100)	2 ^a (50)

Número de muestras comerciales = 50 muestras de un total de 80 muestras analizadas.

N es el número de muestras encontradas en cada uno de los niveles de coliformes totales establecidos en UFC/g.

Letras diferentes por fila indican diferencias significativas entre el tipo de comercializadora (p<0,05).

Letras iguales por fila indican que no existen diferencias significativas entre tipos de comercialización (p<0,05).

Debido a que la mayor parte de la lechuga comercial fue muestreada en Plazas de mercado de diferentes partes de Bogotá, y es el producto más representativo dentro del muestreo comercial, en comparación con los otros puntos de mercado se encontraron una mayor cantidad de UFC/g de Coliformes totales en Plaza de mercado. Lo anterior se explica por la inocuidad y salubridad manejada dentro de las plazas de mercado, que presenta condiciones menos favorables para la conservación de un alimento tan susceptible a daños y con un alto contenido de agua. De los otros agentes de comercialización no se pudo deducir mucho de su comportamiento por la reducida cantidad de muestras extraídas; se notó que en las muestras obtenidas de supermercados las tres marcaron diferentes niveles de UFC/g de Coliformes totales, esto dependiendo del punto donde se comercializan y las condiciones que cada uno de los proveedores y agentes de grandes superficies tienen establecidos para el manejo de la hortaliza en fresco.

En el caso del brócoli se encontró que la distribución de UFC/g de Coliformes totales en las muestras en Fruver y Supermercado se encontraban en el menor rango y en tiendas de barrio fue inferior a 10⁴ UFC/g; mientras que en la plaza de mercado se pudo encontrar una distribución de las muestras muy uniforme entre los rangos de UFC por gramo en el conteo de Coliformes totales, esto muestra una variación muy grande en cuanto al tipo de mercado en donde se dispone la hortaliza para su comercialización que para el caso de la lechuga comercializada en la plaza de mercado se han encontrado UFC/g de Coliformes totales superiores a 10⁴, indicando problemas en la manipulación de este tipo de productos. Por otra parte, la cebolla muestra una distribución más alta de Coliformes totales en todos los lugares de comercialización, es de las hortalizas en la parte comercial que presenta un valor alto de Coliformes totales (Máximo=1,4 x 10⁵ UFC/g), e incluso se encuentra concentrado en mayoría de tipos de comercialización en los rangos que van de 10³ a 10⁵ UFC/g.

Considerándolo de esta forma como el producto que uniformemente en todos los puntos de comercialización tiene alto contenido de Coliformes totales.

En las muestras de tomate se observa una distribución entre los valores de rango más bajos y más altos de UFC/g de Coliformes totales, en Plaza y Supermercado la distribución está muy similar repartido en un 50% en $<1 \times 10^3$ y un 50% en $>1 \times 10^5$ aproximado. El tomate fue el producto que presentó un valor de Coliformes totales más alto ya que su valor máximo fue de 7×10^5 .

5.7.2. Análisis de Coliformes Fecales y *E. coli* en Muestras Comerciales

En cuanto a las unidades formadoras de colonias de Coliformes fecales en las muestras evidentemente disminuye un poco en comparación a los coliformes totales obtenidos, en una única muestra se obtuvo que todos los coliformes totales presentaron producción de gas y por tanto se reclasificaron en coliformes fecales dicha muestra es la número 78, que es una muestra de campo de Cebolla y presenta 220 UFC/g de Coliformes totales y fecales. Por otra parte, se encontraron dos muestras que no presentan crecimiento ni de coliformes totales ni fecales las dos corresponden a muestras comerciales de lechuga obtenida en un Fruver del centro de Bogotá y de brócoli obtenido de un supermercado del centro igualmente (N° 20 y N° 34).

Tabla N° 8. Coliformes Fecales en muestras vegetales de diferente procedencia comercial.

Tipo de Vegetal	UFC/g	Tipo de Comercializadora			
		Plaza N (%)	Tienda N (%)	Fruver N (%)	Supermercado N (%)
Lechuga	$<1 \times 10^2$	3 (42,8)	2 (100)	1 (100)	3 (100)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	3 (42,8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	$> 1,1 \times 10^3$	1 (14,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Brócoli	$<1 \times 10^2$	1 (20)	0 (0)	1 (50)	3 (100)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	2 (40)	0(0)	1 (50)	0 (0)
	$> 1,1 \times 10^3$	2 (40)	2 (100)	0 (0)	0 (0)
Cebolla	$<1 \times 10^2$	0 (0)	0 (0)	1 (50)	3 (100)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	1 (20)	0 (0)	0	0 (0)
	$> 1,1 \times 10^3$	4 (80)	2 (100)	1 (50)	0 (0)
Tomate	$<1 \times 10^2$	3 (60)	2 (100)	1 (100)	2 (50)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (25)
	$> 1,1 \times 10^3$	2 (40)	0 (0)	0 (0)	1 (25)

Número de muestras comerciales = 50 muestras de un total de 80 muestras analizadas.

N es el número de muestras encontradas en cada uno de los niveles de coliformes totales establecidos en UFC/g.

Letras diferentes por fila indican diferencias significativas entre el tipo de comercializadora ($p < 0,05$).

Letras iguales por fila indican que no existen diferencias significativas entre tipos de comercialización ($p < 0,05$).

En la lechuga conseguida en plaza se sigue observando la misma distribución obtenida en los Coliformes totales, se encuentra una mayor concentración en los productos conseguidos en plaza mientras que las cantidades disminuyen considerablemente en otros tipos de comercialización resultando la más inocua las muestras de lechuga conseguidas en Supermercados, Tiendas de barrio y Fruver donde se presentan las menores Unidades Formadoras de Colonia de Coliformes fecales.

Para el caso del brócoli se encontró igualmente una mayor distribución de las muestras en el nivel más bajo de UFC/g de Coliformes fecales, para Tiendas de barrio, Fruver y Supermercados. En las muestras obtenidas de Plazas de mercado se observan mayores contaminaciones de Coliformes fecales junto con las muestras de la Tienda de barrio, se encontraron valores superiores a 10^3 . En la cebolla se encontraron valores altos de Coliformes fecales en las muestras obtenidas en Plazas de mercado, Tiendas de barrio y Fruvers; por otra parte, las muestras de supermercado obtenidas presentaron valores bajos de UFC/g. En cuanto al tomate se encontró mayor variabilidad entre los rangos observados de Coliformes fecales en comparación a los anteriores productos igualmente en los tipos de comercialización se presentaron diferencias significativas presentándose una mayor población de valores en los rangos más bajos y alto de UFC/ de Coliformes fecales.

En un estudio realizado en Cajamarca, Perú; en el 2009 se determinaron los coliformes fecales y la frecuencia de *E. coli* en 85 muestras de hortalizas obtenidas de los principales mercados de la ciudad. Este estudio revelo un a alta contaminación de estas hortalizas reportando que el 40% de las muestras analizadas presentaban coliformes fecales superiores con 103 NMP/g; considerado por los analistas en un valor elevado; de las hortalizas elevadas aquellas que presentaban un mayor incide de contaminación por coliformes fecales fueron las hortalizas de hoja perejil y lechuga en donde sus determinaciones superaban el valor de 1000 NMP/g (Rivera *et al.*, 2009).

Estos resultados contrastan con lo obtenido en esta investigación ya que en cuanto al recuento de coliformes fecales se obtuvo el 46% de las muestras comerciales con valores altos de coliformes fecales y en su gran proporción de los conteos más altos se realizaron en la cebolla cabezona no en las hortalizas de hojas como la lechuga. Esto puede deberse a que a nivel comercial muchos de los distribuidores de hortalizas de Bogotá realizan la práctica de quitarle

las catáfilas secas a la cebolla cabezona pudiendo ser en la manipulación y retirado de esas catáfilas que el bulbo se contamina; por otra parte en los muestreos realizados en campo se observa que la contaminación de coliformes fecales en las cebollas especialmente es muy alta por lo que podría considerarse que de igual forma la cebolla viene de campo con una alta carga de coliformes tanto totales como fecales y que se incrementa en el proceso de la cosecha, transporte y comercialización en los diferentes puntos comerciales ya que la manipulación y el contacto con otras hortalizas va incrementando la carga inicial y hace que en el momento de su comercialización se presenten valores de hasta un 15% más alto, en cuanto al momento de cosecha del vegetal.

5.8. Análisis Microbiológico de Muestras de Campo

5.8.1. Análisis de Coliformes Totales en las Muestras de Campo

El comportamiento de las muestras campo, muestra un comportamiento similar a lo observado en las muestras comerciales, a diferencia de la cebolla es lo más notorio ya que se encontraron niveles de Coliformes totales muy altos en este producto y especialmente en esas muestras que fueron tomadas de campo.

Tabla N° 9. Coliformes Totales en muestras vegetales de diferentes zonas muestreadas en campo.

Tipo de Vegetal	UFC/g	Localización			
		ZONA I	ZONA II	ZONA III	TOTAL
Lechuga	<1 x10 ³	2 (40)	0	0	2 (20)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	2 (40)	0	3 (100)	5 (50)
	> 1,1 x10 ⁴	1 (20)	2 (100)	0	3 (30)
Brócoli	<1 x10 ³	2 ^a (50)	1 (25)	1 ^a (50)	4 (40)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	1 (25)	3 (75)	0	4 (40)
	> 1,1 x10 ⁴	1 (25)	0	1 (50)	2 (20)
Cebolla	<1 x10 ³	1 (50)	1 (100)	0	2 (40)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	0	0	0	0
	> 1,1 x10 ⁴	1 (50)	0	2 (100)	3 (60)
Tomate	<1 x10 ³	0	0	1 (50)	1 (20)
	1,1 x10 ³ – 1 x10 ⁴	2 ^a (100)	1 ^a (100)	1 ^b (50)	4 (80)
	> 1,1 x10 ⁴	0	0	0	0

Número de muestras de campo = 30 muestras de un total de 80 muestras analizadas.

N es el número de muestras encontradas en cada uno de los niveles de coliformes totales establecidos en UFC/g.

Letras diferentes por fila indican diferencias significativas entre el tipo de comercializadora (p<0,05).

Letras iguales por fila indican que no existen diferencias significativas entre tipos de comercialización (p<0,05).

Entre los productos vegetales que se encontraron mayor presencia de Coliformes totales de las muestras obtenidas de campo se encuentra la lechuga y el brócoli que fueron obtenidos en la Zona I correspondiente a Mosquera que comprende las veredas de El Playón y donde se encuentra ubicado Corpoica con un 40% para el caso de la lechuga de las muestras que

supera 10^3 UFC/g y de brócoli un 25% de las muestras evaluadas superando el mismo nivel. Con respecto a la Zona II que corresponde a los municipios de Cota, Siberia y Funza, se presentó solamente un nivel alto de Coliformes totales en las muestras de brócoli representando un 25%. La cebolla es el producto que en las Zonas I y III, presentó valores altos de Coliformes fecales. Mientras que el tomate solo se encontró una muestra en la Zona III con alta contaminación por Coliformes totales.

5.8.2. Análisis de Coliformes Fecales en las Muestras de Campo

En la Tabla N° 10 se presentan los resultados de la determinación de coliformes fecales en las diferentes Zonas de muestreo realizado en campo, se obtuvo que en cuanto al 50% de las lechugas estuvo en un nivel medio de presencia de unidades formadoras de colonia de coliformes fecales, la zona que mayor presencia de estos microorganismos fue la Zona III (33%) y la Zona I (20%). Para el caso del brócoli se obtuvieron en una mayor proporción dentro del rango más bajo de coliformes totales. En cebolla en la Zona III se presentó el rango más alto de UFC/g de Coliformes fecales mostrando que la zona de Bojacá y Madrid presenta un mayor número de estos microorganismos que pueden provenir bien sea de suelo o de la fuente de riego utilizada para su producción. En cuanto a las muestras de tomate se observa que la mayoría cayeron en los niveles bajos y medios de UFC/g de Coliformes fecales lo cual corresponde al producto dentro de esta categoría de muestras tomadas en campo, que tiene una baja presencia de Coliformes fecales.

Tabla N° 10. Coliformes Fecales en muestras vegetales de diferentes zonas muestreadas en campo.

Tipo de Vegetal	UFC/g	Localización			
		ZONA I	ZONA II	ZONA III	TOTAL
Lechuga	$<1 \times 10^2$	2 ^a (40)	1 ^a (50)	0	3 (30)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	2 (40)	1 (50)	2 (66,7)	5 (50)
	$> 1,1 \times 10^3$	1 ^a (20)	0	1 ^a (33,3)	2 (20)
Brócoli	$<1 \times 10^2$	2 ^a (50)	4 ^b (100)	1 ^a (50)	7 (70)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	1 (25)	0	0	1 (10)
	$> 1,1 \times 10^3$	1 (25)	0	1 (50)	2 (20)
Cebolla	$<1 \times 10^2$	0	1 (100)	0	1 (20)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	2 (100)	0	0	2 (40)
	$> 1,1 \times 10^3$	0	0	2 (100)	2 (40)
Tomate	$<1 \times 10^2$	2 (100)	0	1 (50)	3 (60)
	$1,1 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	0	1 (100)	1 (50)	2 (40)
	$> 1,1 \times 10^3$	0	0	0	0

Número de muestras de campo = 30 muestras de un total de 80 muestras analizadas.

N es el número de muestras encontradas en cada uno de los niveles de coliformes totales establecidos en UFC/g.

Letras diferentes por fila indican diferencias significativas entre el tipo de comercializadora ($p < 0,05$).

Letras iguales por fila indican que no existen diferencias significativas entre tipos de comercialización ($p < 0,05$).

De acuerdo con otros estudios realizados se conoce que las fuentes de contaminación de coliformes fecales en hortalizas de campo puede deberse al agua que proceda de aguas residuales que estén contaminadas por desechos fecales de humanos o animales y otras de las razones que se ha encontrado relacionada con su presencia en alimentos de origen vegetal es el uso de estiércol bovino como fertilizante en los cultivos, de acuerdo a un estudio realizado en Brasil donde se evaluaron diferentes fertilizantes orgánicos y minerales y su influencia en la calidad microbiología de los vegetales producidos con dichos fertilizantes, el estudio arrojó que el estiércol bovino era el fertilizante que aumentaba considerablemente la contaminación por coliformes totales y fecales en las hortalizas y se encontró que de igual manera este fertilizante orgánico podría incrementar la probabilidad de encontrar muestras vegetales contaminadas con *E. coli* (Machado *et al.*, 2006).

6. Conclusiones

En el estudio realizado se pudo observar que para el periodo de evaluación segundo semestre del 2019, se presentaron en las muestras vegetales tanto comerciales como de campo valores altos de coliformes totales y fecales, superiores a los establecidos por normatividad en otros países ya que el país no cuenta con una regulación específica para hortalizas frescas emitida, valores bajos o considerados normales por diversos autores de hongos y levaduras presentes en ellos. Por otra parte, fueron encontradas dos muestras positivas para *E. coli* en productos conseguidos en comercialización y en cuanto a *Salmonella* ninguna de las muestras analizadas resultó positiva. Los anteriores resultados son explicados debido a la alta preocupación que ha suscitado el uso del agua del río Bogotá por ser el recurso hídrico del cual la mayoría de productores de la Sabana Occidente se abastecen y por tanto los actuales procesos de descontaminación y tratamiento de las aguas que el río recoge en diversos puntos de la ciudad.

De las 80 muestras totales evaluadas en este estudio; 50 muestras fueron obtenidas de diferentes puntos de comercialización en la ciudad de Bogotá y 30 muestras fueron obtenidas de sistemas productivos bajo la influencia de aguas del sistema de riego “La Ramada” en el occidente de la ciudad. Los resultados obtenidos muestran que en cuanto a la determinación de coliformes las muestras comerciales presentaron valores promedios de coliformes totales y fecales más altos en comparación a las muestras obtenidas en campo, mostrando un

incremento de la contaminación microbiana en los diferentes eslabones de la comercialización del producto vegetal en la ciudad. La hortaliza que se encontró más descontaminada de coliformes totales fue el tomate que solo presentó dos muestras con valores superiores a 10^3 UFC/g. Por otra parte, de las hortalizas que se encontraban con los valores más altos de coliformes totales se encontraban 8 muestras de lechuga y 7 muestras de cebolla cabezona; dando a conocer que estos son los productos que más fácilmente están contaminados tanto en campo como a nivel comercial. La variación de las medias de coliformes totales muestra en orden descendente, que el producto más contaminado es la cebolla cabezona, seguido por la lechuga, el brócoli y el tomate en último lugar.

Los resultados de coliformes fecales arrojaron que un 30% de las muestras totales, tanto comerciales como de campo; muestran valores altos de estos patógenos. El gran grueso de estas muestras con contenidos de coliformes fecales altos se encuentran en la parte comercial especialmente en las plazas de mercado; demostrando que a pesar de los controles sanitarios que actualmente tienen que cumplir las plazas de mercado estos estándares muestran una alta contaminación por las condiciones de estos lugares de comercialización de los productos vegetales. En su orden los productos en los cuales se encontraron una alta contaminación de coliformes fecales fueron: la lechuga, cebolla cabezona, el brócoli y el tomate chonto.

Por su parte el conteo de hongos y levaduras arrojó que un 27% de las muestras totales presentan valores superiores a 10^3 UFC/g de estos microorganismos, en su gran mayoría eran las muestras comerciales que presentaban valores relativamente altos en comparación con los muestreos tomados en campo, aunque esta diferencia no fue significativa y puede deberse a la desproporción en las muestras tomadas en campo versus las muestras tomadas a nivel comercial. En cuanto al producto más contaminado por la presencia de hongos y levaduras la diferencia de medias presentó un valor más alto en UFC/g en la cebolla cabezona en comparación a los demás productos analizados. En cuanto a *Salmonella* spp. no dio ninguna muestra positiva para este patógeno asegurando su ausencia y garantizando que tanto en campo como en distribución estos productos vegetales se encuentran exentos de este patógeno, cabe aclarar que para las condiciones y periodo de muestreo.

7. Recomendaciones

Es importante determinar en este tipo de productos en fresco cual es el valor de los principales microorganismos que se puede aceptar para asegurar que su consumo no atraiga consecuencias para la salud de la población, considero que aun dichos límites al no estar determinados es muy poco probable que alguien pueda reclamar en el momento de tener un incidente con el consumo de algún producto vegetal fresco por no asegurar la calidad microbiológica del producto. Además, se hace necesario en un escenario de globalización de mercados especialmente de este tipo en el cual Colombia podría estar interesado de ser exportador de hortalizas frescas para consumo humano.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que las condiciones climáticas para este estudio fueron condiciones de sequía correspondientes a los meses de Junio a Septiembre por lo cual es importante observar los resultados que puedan ser generados en condiciones de invierno presentando un muy buen comparativo referente del presente estudio, además de considerar el incremento de la cantidad de muestras que puedan ser extraídas tanto de campo como comerciales.

8. Bibliografía

- 3Petrifilm™. (2004). *3Petrifilm™ E. coli Count Plate Results from Most Probable Number (MPN) Results Conversion Table*.
- AOAC. Compendium of methods for the microbiological examination of food. 4ta edición, 1998. American Public Health Association.
- American Public Health Association, 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Vanderzant, C.; Splittstoesser, D.F. (eds.), 3.ed. APHA, Washington, 1992, p.325- 415.
- American Public Health Association-APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 th ed. APHA, Washington, 1998, 10 cap.
- Agronet. (2014). Área Sembrada y Área Cosechada del Cultivo de Tomate Chonto 2007-2018. Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura, Colombia.
- Agronet. (2014). *Cebolla de Bulbo*. Estadísticas Agrarias del Ministerio de Agricultura Colombiano. Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura, Colombia. En línea.
- Agronet. (2018). Área Sembrada y Área Cosechada del Cultivo de Lechuga Iceberg 2007-2018. Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura, Colombia.

- Álvarez A., Muñoz G., López P., Borbón R., Guerrero M. y Espinosa M. J. (2010). Informe de los eventos enfermedades transmitidas por alimentos, hepatitis a, cólera, fiebre tifoidea y paratifoidea, hasta el periodo epidemiológico IX del año 2010. Instituto Nacional de Salud. Subdirección de Vigilancia y control en salud pública. Grupo factores de riesgo ambiental. Bogotá, Colombia. 32 p.
- Ávila G., Sánchez E., Muñoz E., Martínez L.R. (2008). Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. *Revista Phytón (Buenos Aires)*, 77, 129–136 p.p. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572008000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- Barrantes K., Pardo V. y Achí R. (2002). Brote de diarrea asociado a *Shigella sonnei* debido a contaminación hídrica, San José, Costa Rica, 2002. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*; Vol. 25 (1 y 2): 15-22 p.p.
- Besser J.M., Lett S.M., Weber J.T., Doyle M.P., Barrett T.J., Wells J.G y Griffin P.M. (2018). An outbreak of diarrhea and hemolytic uremic syndrome from *Escherichia coli* 0157:H7 in fresh pressed apple cider. *JAMA* 269: 2217-2220.
- Blanco C. & Lagos M.J. (2017). Manual de producción de cebolla cabeza - INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria del Gobierno Peruano). 104 pp. Retrieved from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/15ManualCebollas.pdf>.
- Campos C., Contreras A. y Leiva F. (2015). Evaluación del riesgo sanitario en un cultivo de residuales sin tratar en el centro agropecuario Marengo. Health risk assessment in a lettuce (*Lactuca sativa*) crop due to irrigation with untreated wastewater in the Marengo agricultural center. *Revista Biosalud* 2015, Vol. 14(1), 69–78 p.p. <https://doi.org/10.17151/biosa.2015.14.1.8>.
- Campos C., Cárdenas M. y Guerrero A. (2008). Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de bogotá (Colombia). Performance of faecal contamination indicators in different type of waters from the sabana of bogotá (Colombia). Recibido: 31-01-2008; Aceptado: 14-10-2008. *Revista Universitas Scientiarum de la Universidad Javeriana de Bogotá, Facultad de Ciencias*. Disponible en línea en: www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum Vol. 13 N° 2, 103-108. Artículo original.
- CAR. (2011). *Producto Final – Anexo No . 24 “La Ramada”*. Retrieved from <https://www.car.gov.co/uploads/files/5aeb755bef54b.pdf>.
- Centers for Disease Control and Prevention (2011). Surveillance for foodborne diseases outbreaks – United States, 2008. *Morb. Mortal. Weekly Rep.* Sep 9/ vol. 60(35); 1197-1202 p.p.
- CEPEC - Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas. (2011). Plan de competitividad de la provincia de Sabana Occidente. In *Planes de competitividad en cuatro (4) provincias de Cundinamarca: Almeidas, Alto Magdalena, Tequendama y Sabana Occidente*. Retrieved from

<http://www.cundinamarca.gov.co/wps/wcm/connect/4b30c1b2-9282-4daa-b98d-1092ab31a8a6/Plan+de+competitividad+Ubate.pdf?MOD=AJPERES>.

- Cifuentes E., Suárez L., Solano M. y Santos R. (2002). Diarrheal Diseases in Children from a Water Reclamation Site in Mexico City. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 110(10), A619–A624 p.p. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3455815>.
- C. M. Funza (2016). Concejo Municipal de Funza, Sesión Ordinaria Julio 15 de 2016. En *ACTA N° 116* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- CRA - Comisión Reguladora de Agua, Departamento Nacional de Planeación, & Públicos (1997). Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia. *Plan Regional de Inversiones En Ambiente y Salud - Serie Análisis*, Vol. (11), 270 pág.
- Cruz, S. y Kim H. J. (1999). Incidencia de *Listeria monocytogenes* en aguas de riego para hortalizas (lechugas y repollo) en el Municipio de Mosquera, Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Microbiología, Bogotá, Colombia.
- DNP - Departamento Nacional de Planeación. (2008). Política Nacional Fitosanitaria y de Inocuidad para las Cadenas de Frutas y de Otros Vegetales. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Ministerio de Comercio, Industria y Turismo* (p. 45). Retrieved from <https://www.ica.gov.co/getattachment/b12bfeda-1f37-4266-9c0c-e5c9e96be7bf/2008CN3514.aspx>.
- CCI - La Corporación Colombia Internacional (2018). Calidad de agua de riego en la Sabana de Bogotá. Convenio de cooperación técnica con el Banco Interamericano de Desarrollo - BID. Miranda D., Carranza C. & Fischer G. (2008). Unal - Bogotá. Publisher: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá. Isbn: 9789587191288.
- Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of *Salmonella* serotype Kottbus infections associated with eating alfalfa sprouts – Arizona, California, Colorado, and New Mexico, February – April 2001. *Morb. Mortal. Wkly Rep.*, 51: 7-9, 2002.
- Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997). Normativa con los Principios para el establecimiento de Calidad Alimenticia. Manual de Bacteriología Analítica BAM de la Administración de Alimentos y Drogas FDA ó Asociación Americana de Salud Pública APHA.
- Cummings K., Barrett E., Mohle-Boetani J.C., Brooks J.T., Farrar J., Hunt T., Fiore A., Komatsu K., Werner S.B. y Slutsker L. (2001). A multistate outbreak of *Salmonella enteritica* serotype Baildon associated with domestic raw tomatoes. *Emerging Infectious Diseases* Vol. 7: 1046-1048 p.p.
- EAAB (2008). Evaluación de la Participación del Sector Privado en Acueducto y Alcantarillado - Agosto 2008. Ochoa y Asociados.
- Escobar H. & Lee R. (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero. En *Manual de producción de tomate bajo invernadero* (Vol. 1).

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

- Espinosa M., López P., Álvarez A., Chávez Y. y Guerrero, M. (2009). Informe de vigilancia de las enfermedades transmitidas por alimentos, semanas epidemiológicas 1 a 53, Colombia 2009. Instituto Nacional de Salud. Subdirección de Vigilancia y control en salud pública. Grupo factores de riesgo ambiental. Bogotá, Colombia. 10 p.
- Fernández E. y Peña C. (2012). Riesgos Microbianos en la producción de Alimentos frescos en áreas urbanas y periurbanas de América Latina. Publicación financiada con fondos del Centro Internacional de Investigaciones IDRC (Canadá). Primera Edición, 2011-2012 D.R. © Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. Cinvestav Av. I.P.N. 2508 07360, México, D.F. 2011-2012. ISBN: 978-607-9023-10-2.
- Frazier W. & Westhoff D. (1993). Microbiología de los alimentos. 4a Edición española. Editorial Acribia S.A.; Zaragoza (España). 1988,1978,1967,1958 by MCGraW-Hill, All rights reserved. 1993 de la edición en lengua española Editorial Acribia, S.A. Apartado 466. I.S.B.N.: 84-2004734-X.
- Gómez Moreno J. E. (2017). Las plazas distritales de mercado en Bogotá: una mirada de la inseguridad alimentaria y el consumo de alimentos en la localidad de Barrios Unidos. *Las plazas distritales de mercado en Bogotá: Una mirada de la Inseguridad Alimentaria y el Consumo de Alimentos en la Localidad de Barrios Unidos*, (2017), 1–35. <https://doi.org/10.15332/tg.mae.2017.00444>.
- Greco, N. (2010). Estudio sobre tendencias de consumo de alimentos Primera Parte- Generalidades y Casos Datos relevantes para la toma de decisiones. 53 pp. Retrieved from <http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/2603.pdf>.
- Griffin, P.M. (1995). Escherichia coli O157:H7 and other enterohemorrhagic *Escherichia coli*: 739-761. In: Infections of the Gastrointestinal Tract. Blaser, M., K., Smith, P.D., Ravdin, J. I. (Eds). Raven Press, Ltd. N.Y. Guzewich.
- Guzewich J. y Ross M.P. (1999). Evaluation of risks related to microbiological contamination of ready-to-eat food by food preparation workers and the effectiveness of interventions to minimize those risks. FDA. Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Herwaldt B.L. y Ackers M.L. (2007). An outbreak in 1996 of cyclosporiasis associated with imported raspberries. The Cyclospora Working Group. New Engl. J. Med. Vol. 336:1548-1556 p.p.
- Hilborn E.D., Mermin J.H., Mshar P.A, Hadler J.L., Voetsch A., Wojtkunski C., Swartz M., Mshar R., Lambert F.M., Farrar J.A., Glynn M.K. y L. Slutsker (1999). A multistate outbreak of Escherichia coli 0157:H7 infections associated with consumption of mesclun lettuce. Archives of Internal Medicine 159: 1758-1764.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (1984). Agencia de Gobierno Colombia. *DECRETO 1594 DE 1984 Usos del agua y residuos líquidos Artículo* (Vol. 11).
- INVIMA - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos de Colombia

- (1998). Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano.
- INNPAZ OPS/OMS. SIRVETA (Sistema de Información Regional para la Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos) (Sitio en Internet). Disponible en URL: <http://www.panalimentos.org>.
- INVIMA - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos de Colombia (2003). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- Isaac R., Krewski D., Balbus J., Butler D. y Haas C. (2004). Managing the microbiological risks of drinking water. *J. Toxicol. Environ. Health Part A* Vol. 67, 1591- 1617 p.p.
- Jaramillo N.J. (2016). Modelo Tecnológico para el cultivo de Lechuga bajo Buenas Prácticas Agrícolas en el Oriente Antioqueño. Publicado por CORPOICA: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009>.
- Jay J., Loessner M., Golden, D. (2009). *Microbiología moderna de los alimentos*. 5ta Edición. Editorial Acribia S.A.; Zaragoza - España.
- Johannessen G.S., Loncarevic S. and Kruse H. (2002). Bacteriological analysis of fresh produce in Norway. *Int. J. Food Prot.* 2002; Vol. 77: 199-204 p.p.
- Kapperud G., Rorvik L.M., Hasseltvedt V., Hoiby E.A., Iversen B.G., Staveland K., Johnson G., Leitao J., Herikstad H., Anderson Y., Langeland G., Gondrosen B. y Lassen J. (1995). Outbreaks of *Shigella sonnei* infection traced to imported iceberg lettuce. *Journal of Clinic Microbiology* Vol. 33: 609-614 p.p.
- Kenia B. & Achí R. (2011). Calidad microbiológica y análisis de patógenos (*Shigella* y *Salmonella*) en lechuga. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 31(April), 31–36 pp. Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562011000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=en.
- Lenders P.S., Kushi, L.H.; Lenart, E.B.; Willett, W.C. (2013). Health implications of Mediterranean diets in light of contemporary Knowledge. 1. Plant foods and dairy products. *Am. J. Clin. Nutr.*, Vol. 61: 1407S- 1415S.
- Lin C.M., Moon S.S., Doyle M.P. y McWatters K.H. (2002). Inactivation of *Escherichia coli* 0157 :H7, *Salmonella enteritica* serotype Enteritidis, and *Listeria monocitogenes* on lettuce by hydrogen peroxide and lactic acid and by hydrogen peroxide with mild heat. *Journal of Food Protection* Vol. 65: 1215-1220 p.p.
- Liscano Meneses L.P. (2017). Estimación de la huella hídrica en cultivo de lechuga batavia (*Lactuca sativa capitata*) en la Sabana de Bogotá (Colombia). Trabajo de Grado en Modalidad de Monografía. Universidad Francisco José de Caldas; Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Machado D. C., Maia C. M., Carvalho I. D., Da Silva N. F., Dantas B. A. & Serafini Á. B. (2006). Microbiological quality of organic vegetables produced in soil treated with

- different types of manure and mineral fertilizer. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37(4), 538–544. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822006000400025>.
- Mahon B.E., Pönka A., Hall W.N., Komatsu K., Dietrich S.E., Siitonem A., Cage G., Hayes P.S., Lambert-Fair M.A., Bran N.H., Griffin P.M. and Slutsker L. (1997). An international outbreak of Salmonella infections caused by alfalfa sprouts grown from contaminated seeds. *J. Infect. Dis.*, Vol. 175: 876-882 p.p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2016). Área Sembrada Y Área Cosechada Del Cultivo De Lechuga 2007-2016. *Agronet*, 4. Retrieved from <http://www.agronet.gov.co/Documents/Arveja.pdf>.
- Nkufi T. C., Shuai W., Imran K., Shakhawat H. M., Ngnitcho K. P., Joong-Hyun P., Hwan O. D. (2018). Microbiological Quality and Safety of Fresh Fruits and Vegetables at Retail Levels in Korea. *Journal of Food Science*, 83(2), 386–392 p.p. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13992>.
- OMS - Organización Mundial de la Salud (2016). Enfermedades de transmisión alimentaria. *Organización Mundial de La Salud*. Información en línea.
- Orjuela M., Mucia G., Vargas D. y Arayón F. (2016). Huella Hídrica en cultivos de Lechuga y Brócoli. Estrategias para el uso eficiente del agua a partir de la estimación de huella hídrica en cultivos de Lechuga (*Lactuca Sativa*) y Brócoli (*Brassica*) para una finca de diez hectáreas en Mosquera Cundinamarca. Universidad de La Salle, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Trabajo de Grado para Optar el Título de: Ingeniero Ambiental (Vol. 147).
- Raj B.S., Chandra M. y Agarwal R. (2005). Interaction of Salmonella enteritica Subspecies Serovar Typhimurium and mung bean (*Phaseolus aureus*) plants. *Journal of Food Protection* Vol. 68: 476-481 p.p.
- Rincón V. G., Ginestre P. M., Romero A. S., Castellano G. M. & Avila R. Y. (2010). Microbiological Quality and Enteropathogenic Bacteria in Leaf Vegetables. *Kasmera*, Vol. 38(2), 97–105 p.p.
- Rivera M., Rodríguez C., & López J. (2009). Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, Vol. 26(1), 45–48 p.p. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342009000100009&script=sci_arttext&tlng=en.
- Rivera E., Vásquez S, Quiñones R, Moreno C, Salazar G, Gutiérrez C. (2009). Calidad microbiológica de seis hortalizas. México. II Congreso Panamericano de Calidad Sanitaria de los alimentos. Caracas-Venezuela.
- Rodríguez M., Estrella M., Solano M., Lozano D., Torrico F. & Torrico M. (2015). Evaluación de la contaminación microbiológica de la lechuga (*Lactuca sativa*) en la cadena alimentaria, provincia de Quillacollo, Cochabamba, Bolivia - 2015. Vol. 38(2), 31–36 p.p. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1012-29662015000200006&script=sci_arttext.

- Rojas J. F. (2015). Detection of *Salmonella spp* and diarrheogenic *E. coli* in surface water courses in Metropolitan Region (Chile) by Tangential Ultrafiltrat. 1Sección Microbiología Alimentos, Metropolitana (Proyecto FONIS SA12I2259). Instituto de Salud Pública, Gobierno de Chile (March, 2015).
- Rojas A. & Arciniegas R. (2005). Alcanzar altos AQL en frutas y verduras para la comercialización en los supermercados. Procesos de Calidad de Frutas y Verduras en Supermercados. Universidad Militar de Colombia. facultad de Ingeniería Industrial. Retrieved from <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11297/1/RojasArciniegasAlexander2013.pdf>.
- Ronner A. B. y Wong C. L. (1993). Biofilm development and sanitizer inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* on stainless steel and Buna rubber. J. Food Prot. Vol. 56: 750-758 p.p.
- Saavedra del R. G. (2017). Manual de producción de lechuga. *Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Gobierno Peruano, N°9*, Pág. 137. Retrieved from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09Manual Lechuga.pdf>.
- Sánchez G. y Arce B. (2013). Riesgos microbiológicos en la producción de hortalizas en áreas urbanas y periurbanas en Colombia. CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Colombia.
- Sarquis M. y Vergara L. (1997). Identificación de *Listeria monocytogenes* en hortalizas crudas y procesadas (lechugas y repollos), Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Microbiología, Bogotá, Colombia.
- Scallan E., Hoekstra R. M. y Angulo F. J. (2011). Foodborne illness acquired in the United States – major pathogens. *Emerg. Infect. Dis.* Vol. 17: 1-15 p.p. Watanabe, Y.
- Sivapalasingam S., Friedman C.R., Cohen L. and Tauxe R.V. (1997). Fresh produce: a growing cause of outbreaks of foodborne illness in the United States, 1973 through 1997. *Food Prot.*; Vol. 67(10): 2342-53 p.p.
- Takayanagui O. M., Oliveira C. D., Bergamini A. M., Capuano D. M., Okino M. H., Febrônio L. H. (2001). Fiscalização de verduras comercializadas no município de Ribeirão Preto, SP. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Vol. 34(1), 37–41 p.p. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822001000100006>.
- Tauxe R.V., Ries A.A., Zasa S., Langkop C., Tauxe R.V. y Blake P.A. (2010). A multistate outbreak of *Salmonella chester* linked to imported cantaloupe, Thirtieth Interscience conference of Antimicrob. Agents Chemother., American Society of Microbiology. Washington, DC. 238 p.
- Vargas C.M. & Gómez L.D. (2018). Presencia de bacterias mesófilas y coliformes del agua de riego en los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa*) en la finca "El Rubí" de la vereda San José (*Municipio Mosquera*). Pag. 76. Retrieved from <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/35087/Trabajo de>

grado_CamilaMoros_Estudiante Ecología.pdf?sequence=1.

Vega M., Jiménez M. & Salgado R. (2005). Determinación de bacterias de origen fecal en hortalizas cultivadas en Xochimilco de octubre de 2003 a marzo de 2004. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, 21–25.

Velarde M., Rivas M., Belloso G. (2013). Contaminación por enteroparásitos en tres hortalizas frescas expeditas en el mercado municipal de los bloques de Marutin, Monangas Venezuela. *Rev. Venezolana [Internet]*. Recived Nov-2012, Publicated 2013; Available from: <http://www.rvcta.org>.

Wood R.C., Hedberg C. y White K. (1991). A multistate outbreak of Salmonella javiana infections associated with raw tomatoes, In: 40th Annual conference, CDC Epidemic Intelligence Service, Dept. of Health and Human services, Public Health Service., Atlanta, U.S., 69 p.

World Health Organization. Food Safety and Foodborne Illness. (Publicación periódica en línea). Fact sheet N°237. Se encuentra en URL:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs237/en/>.

Zupango UAE - Centro Universitario (2016). El cultivo del Brócoli. Universidad Autónoma del Estado de México. En Línea: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/21860/ENSAYO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

9. Anexos

Tabla N°1. Muestras analizadas microbiológicamente de cuatro tipos de vegetales en mercado y en campo.

N°	MATERIAL	FECHA TOMA DE MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	LOCALIZACIÓN	TIPO
1	LECHUGA	22/08/2019	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO - SUBA RINCÓN	COMERCIAL
2	LECHUGA	26/08/2019	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
3	LECHUGA	25/08/2019	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
4	LECHUGA	24/08/2019	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
5	BROCOLI	24/08/2019	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
6	BROCOLI	25/08/2019	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
7	CEBOLLA	25/08/2019	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
8	CEBOLLA	24/08/2019	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
9	TOMATE	25/08/2019	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
10	TOMATE	23/08/2019	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
11	BROCOLI	28/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
12	BROCOLI	29/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
13	BROCOLI	27/08/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
14	CEBOLLA	29/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
15	CEBOLLA	26/08/2019	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
16	TOMATE	26/08/2019	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
17	TOMATE	28/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
18	TOMATE	29/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
19	LECHUGA	29/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
20	LECHUGA	28/08/2019	CENTRO BOGOTÁ	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
21	TOMATE	27/08/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
22	TOMATE	7/09/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO – TUNJUELITO	COMERCIAL
23	CEBOLLA	27/08/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
24	CEBOLLA	7/09/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO – TUNJUELITO	COMERCIAL
25	BROCOLI	7/09/2019	SUR BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
26	CEBOLLA	5/08/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	FRUVER	COMERCIAL
26	LECHUGA	27/08/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
27	LECHUGA	7/09/2019	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO – TUNJUELITO	COMERCIAL
28	LECHUGA	4/09/2019	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL
29	LECHUGA	5/08/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA LAS FERIAS - ENGATIVÁ	COMERCIAL
30	LECHUGA	3/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
31	BROCOLI	3/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
32	BROCOLI	12/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
33	TOMATE	10/09/2019	SUR BOGOTÁ	LIDER	COMERCIAL

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

34	BROCOLI	14/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
35	TOMATE	14/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
36	TOMATE	12/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
37	CEBOLLA	12/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
38	CEBOLLA	14/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
39	LECHUGA	12/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
40	LECHUGA	14/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
41	TOMATE	17/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
42	TOMATE	3/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
43	CEBOLLA	17/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
44	CEBOLLA	3/09/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
45	CEBOLLA	4/09/2019	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
47	BROCOLI	17/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
48	BROCOLI	5/08/2019	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA LAS FERIAS - ENGATIVÁ	COMERCIAL
49	BROCOLI	4/09/2019	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL
50	LECHUGA	17/09/2019	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
51	LECHUGA	4/09/2019	LALO CIFUENTES	MADRID	CAMPO
52	LECHUGA	26/09/2019	MAURICIO BAUTISTA	FUNZA	CAMPO
53	LECHUGA	26/09/2019	MARCO VANEGAS	FUNZA	CAMPO
54	LECHUGA	26/09/2019	JOSE ESLAVA	CORPOICA	CAMPO
55	LECHUGA	26/09/2019	FERNANDO PINZÓN	PLAYÓN	CAMPO
56	LECHUGA	26/09/2019	HELBERT MUÑOZ	PLAYÓN	CAMPO
57	LECHUGA	26/09/2019	JOSE BAUTISTA	MONDOÑEDO	CAMPO
58	LECHUGA	26/09/2019	JAVIER CIFUENTES	EL CORZO	CAMPO
59	LECHUGA	12/10/2019	EUGENIO MONROY	PLAYÓN	CAMPO
60	LECHUGA	12/10/2019	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO
61	BROCOLI	26/09/2019	MAURICIO BAUTISTA	FUNZA	CAMPO
62	BROCOLI	26/09/2019	MARCO VANEGAS	FUNZA	CAMPO
63	BROCOLI	26/09/2019	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO
64	BROCOLI	26/09/2019	JOSE BAUTISTA	MONDOÑEDO	CAMPO
65	BROCOLI	12/10/2019	FERNANDO PINZÓN	PLAYÓN	CAMPO
66	BROCOLI	12/10/2019	LALO CIFUENTES	MADRID	CAMPO
67	BROCOLI	12/10/2019	ANTONIO CASTILLO	MOSQUERA	CAMPO
68	BROCOLI	12/10/2019	GERARDO MORENO	FUNZA	CAMPO
69	BROCOLI	12/10/2019	ORLANDO GAHONA	FUNZA	CAMPO
70	BROCOLI	12/10/2019	GABRIEL SEMA	MOSQUERA	CAMPO
71	TOMATE	17/10/2019	LUIS EDUARDO SIERRA	MADRID	CAMPO
72	TOMATE	17/10/2019	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO
73	TOMATE	17/10/2019	JOSE BAUTISTA	MOSQUERA	CAMPO
74	TOMATE	17/10/2019	DIEGO BAUTISTA	MOSQUERA	CAMPO
75	TOMATE	17/10/2019	DAVID MONROY	SIBERIA	CAMPO

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

76	CEBOLLA	18/10/2019	ANTONIO CASTILLO	MADRID	CAMPO
77	CEBOLLA	18/10/2019	LUIS EDUARDO SIERRA	MADRID	CAMPO
78	CEBOLLA	18/10/2019	ANTONIO CASTILLO	MOSQUERA	CAMPO
79	CEBOLLA	18/10/2019	JAIME GAHONA	MOSQUERA	CAMPO
80	CEBOLLA	18/10/2019	ISRRAEL VANEGAS	FUNZA	CAMPO

Tabla N°2. Tabla de Conversión de resultados a NMP del Petrifilm EC Plate (3Petrifilm™, 2004).

MPN Sequence			MPN index (starting at 1:10 dilution)	Petrifilm EC Count Plate result
0	0	0	<3.0	<6.0
0	0	1	3.01	6
0	1	0	3.05	6
0	1	1	6.11	12
0	2	0	6.19	12
0	3	0	9.44	18
1	0	0	3.57	7
1	0	1	7.23	14
1	0	2	11	20
1	1	0	7.36	14
1	1	1	11.2	21
1	2	0	11.4	21
1	2	1	15.4	27
1	3	0	15.7	28
2	0	0	9.18	17
2	0	1	14.3	26
2	0	2	19.9	35
2	1	0	14.7	26
2	1	1	20.5	36
2	1	2	26.8	45
2	2	0	21.1	36
2	2	1	27.6	46
2	2	2	34.8	57
2	3	0	28.6	48
2	3	1	36	59
3	0	0	23.1	40
3	0	1	38.5	63
3	0	2	63.6	98
3	1	0	42.7	69
3	1	1	74.9	114
3	1	2	115	168
3	1	3	159	225
3	2	0	93.3	139
3	2	1	149	212
3	2	2	215	295
3	2	3	292	388
3	3	0	240	325
3	3	1	462	586
3	3	2	1100	1280
3	3	3	>1100	>1280

Note: MPN results based on a 3 tube MPN starting at a 1:10 dilution (i.e., 3 tubes at 1:10, 3 tubes at 1:100 and 3 tubes at 1:1000).

Tabla N° 3. Resultados obtenidos de Coliformes Totales, Fecales y presencia/ausencia de *E. coli*; de las 80 muestras analizadas microbiológicamente.

N°	MATERIAL	UFC/g C. TOTALES	UFC/g C. FECALES	NMP/g C. TOTALES	NMP/g C. FECALES	UFC/g <i>E. COLI</i>	LOCALIZACIÓN	TIPO
1	LECHUGA	1,9,E+03	2,0,E+01	2,1,E+03	2,2,E+01	-	TIENDA DE BARRIO - SUBA RINCÓN	COMERCIAL
2	LECHUGA	1,3,E+03	3,0,E+01	1,5,E+03	3,3,E+01	-	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
3	LECHUGA	2,4,E+04	2,4,E+01	2,6,E+04	2,6,E+01	-	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
4	LECHUGA	1,5,E+04	2,0,E+01	1,7,E+04	2,2,E+01	-	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
5	BROCOLI	2,5,E+03	1,0,E+01	2,8,E+03	1,1,E+01	-	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
6	BROCOLI	4,7,E+02	1,0,E+01	5,2,E+02	1,1,E+01	-	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
7	CEBOLLA	1,6,E+03	1,0,E+01	1,8,E+03	1,1,E+01	-	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
8	CEBOLLA	8,7,E+02	1,0,E+01	9,7,E+02	1,1,E+01	-	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
9	TOMATE	3,0,E+01	1,0,E+01	3,3,E+01	1,1,E+01	-	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
10	TOMATE	1,0,E+01	1,0,E+01	1,1,E+01	1,1,E+01	-	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
11	BROCOLI	2,6,E+02	1,3,E+02	2,9,E+02	1,4,E+02	-	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
12	BROCOLI	4,5,E+04	1,2,E+04	5,1,E+04	1,4,E+04	-	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
13	BROCOLI	5,0,E+03	1,1,E+02	5,5,E+03	1,2,E+02	-	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
14	CEBOLLA	4,6,E+04	3,5,E+04	5,2,E+04	3,9,E+04	-	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
15	CEBOLLA	2,2,E+04	4,6,E+03	2,4,E+04	5,2,E+03	-	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
16	TOMATE	5,0,E+01	1,0,E+02	5,5,E+01	1,1,E+02	-	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
17	TOMATE	7,0,E+05	8,2,E+01	7,7,E+05	9,0,E+01	-	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
18	TOMATE	1,0,E+01	1,0,E+01	1,1,E+01	1,1,E+01	-	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
19	LECHUGA	2,8,E+04	3,6,E+01	3,1,E+04	4,0,E+01	-	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
20	LECHUGA	3,1,E+04	8,7,E+03	3,4,E+04	9,7,E+03	1,E+02	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
21	TOMATE	1,0,E+01	1,0,E+01	1,1,E+01	1,1,E+01	-	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
22	TOMATE	2,0,E+04	1,1,E+04	2,3,E+04	1,2,E+04	-	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO - TUNJUELITO	COMERCIAL
23	CEBOLLA	1,3,E+04	1,1,E+03	1,4,E+04	1,2,E+03	-	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
24	CEBOLLA	9,8,E+03	1,1,E+03	1,1,E+04	1,2,E+03	-	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO - TUNJUELITO	COMERCIAL
25	BROCOLI	2,5,E+04	1,7,E+03	2,7,E+04	1,8,E+03	-	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
26	CEBOLLA	5,9,E+04	2,7,E+04	6,6,E+04	3,0,E+04	-	FRUVER	COMERCIAL
26	LECHUGA	2,1,E+04	1,3,E+04	2,4,E+04	1,4,E+04	-	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
27	LECHUGA	3,9,E+03	2,4,E+02	4,3,E+03	2,7,E+02	-	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO - TUNJUELITO	COMERCIAL
28	LECHUGA	1,2,E+04	1,0,E+02	1,3,E+04	1,1,E+02	-	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL
29	LECHUGA	1,8,E+04	6,5,E+02	2,0,E+04	7,3,E+02	-	PLAZA LAS FERIAS - ENGATIVÁ	COMERCIAL
30	LECHUGA	1,3,E+02	1,0,E+01	1,4,E+02	1,1,E+01	-	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
31	BROCOLI	6,1,E+02	1,0,E+01	6,8,E+02	1,1,E+01	-	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
32	BROCOLI	1,0,E+01	1,0,E+01	1,1,E+01	1,1,E+01	-	JUMBO	COMERCIAL
33	TOMATE	1,6,E+04	2,4,E+02	1,7,E+04	2,7,E+02	-	LIDER	COMERCIAL
34	BROCOLI	4,0,E+01	1,0,E+01	4,4,E+01	1,1,E+01	1,E+01	OLIMPICA	COMERCIAL
35	TOMATE	1,0,E+02	1,0,E+01	1,1,E+02	1,1,E+01	-	OLIMPICA	COMERCIAL
36	TOMATE	1,7,E+04	1,1,E+04	1,8,E+04	1,2,E+04	-	JUMBO	COMERCIAL
37	CEBOLLA	1,2,E+04	1,0,E+01	1,3,E+04	1,1,E+01	-	JUMBO	COMERCIAL

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

38	CEBOLLA	2,3,E+02	8,0,E+01	2,6,E+02	8,8,E+01	-	OLIMPICA	COMERCIAL
39	LECHUGA	1,7,E+03	1,0,E+01	1,9,E+03	1,1,E+01	-	JUMBO	COMERCIAL
40	LECHUGA	7,0,E+01	1,0,E+01	7,7,E+01	1,1,E+01	-	OLIMPICA	COMERCIAL
41	TOMATE	3,0,E+01	1,0,E+01	3,3,E+01	1,1,E+01	-	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
42	TOMATE	1,8,E+04	1,2,E+04	2,0,E+04	1,4,E+04	-	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
43	CEBOLLA	3,0,E+03	1,8,E+03	3,3,E+03	2,0,E+03	-	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
44	CEBOLLA	6,8,E+03	5,0,E+02	7,6,E+03	5,6,E+02	-	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
45	CEBOLLA	1,4,E+05	7,0,E+04	1,6,E+05	7,8,E+04	-	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
47	BROCOLI	5,0,E+04	8,0,E+03	5,6,E+04	8,9,E+03	-	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
48	BROCOLI	2,0,E+03	3,9,E+02	2,2,E+03	4,3,E+02	-	PLAZA LAS FERIAS - ENGATIVÁ	COMERCIAL
49	BROCOLI	3,0,E+05	1,2,E+05	3,3,E+05	1,3,E+05	-	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL
50	LECHUGA	1,1,E+03	1,8,E+02	1,2,E+03	2,0,E+02	-	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
51	LECHUGA	5,7,E+03	1,0,E+03	6,4,E+03	1,1,E+03	-	MADRID	CAMPO
52	LECHUGA	3,6,E+04	3,8,E+02	4,0,E+04	4,2,E+02	-	FUNZA	CAMPO
53	LECHUGA	4,4,E+05	1,0,E+01	4,9,E+05	1,1,E+01	-	FUNZA	CAMPO
54	LECHUGA	8,0,E+02	1,6,E+02	8,9,E+02	1,8,E+02	-	CORPOICA	CAMPO
55	LECHUGA	1,0,E+03	4,0,E+01	1,1,E+03	4,4,E+01	-	PLAYÓN	CAMPO
56	LECHUGA	2,4,E+04	1,9,E+02	2,7,E+04	2,1,E+02	-	PLAYÓN	CAMPO
57	LECHUGA	5,0,E+01	1,0,E+01	5,5,E+01	1,1,E+01	-	MONDOÑEDO	CAMPO
58	LECHUGA	1,0,E+03	1,1,E+02	1,1,E+03	1,2,E+02	-	EL CORZO	CAMPO
59	LECHUGA	4,2,E+03	1,2,E+03	4,7,E+03	1,3,E+03	-	PLAYÓN	CAMPO
60	LECHUGA	2,5,E+03	1,2,E+03	2,8,E+03	1,3,E+03	-	MADRID	CAMPO
61	BROCOLI	2,7,E+03	1,0,E+01	3,0,E+03	1,1,E+01	-	FUNZA	CAMPO
62	BROCOLI	3,1,E+03	8,0,E+01	3,4,E+03	8,8,E+01	-	FUNZA	CAMPO
63	BROCOLI	1,3,E+02	1,0,E+01	1,4,E+02	1,1,E+01	-	MADRID	CAMPO
64	BROCOLI	8,2,E+02	1,0,E+01	9,1,E+02	1,1,E+01	-	MONDOÑEDO	CAMPO
65	BROCOLI	9,6,E+02	1,0,E+01	1,1,E+03	1,1,E+01	-	PLAYÓN	CAMPO
66	BROCOLI	3,8,E+04	1,7,E+04	4,2,E+04	1,9,E+04	-	MADRID	CAMPO
67	BROCOLI	5,6,E+04	3,0,E+03	6,2,E+04	3,3,E+03	-	MOSQUERA	CAMPO
68	BROCOLI	4,0,E+03	3,0,E+01	4,4,E+03	3,3,E+01	-	FUNZA	CAMPO
69	BROCOLI	2,7,E+02	1,0,E+01	3,0,E+02	1,1,E+01	-	FUNZA	CAMPO
70	BROCOLI	5,2,E+03	1,0,E+03	5,8,E+03	1,1,E+03	-	MOSQUERA	CAMPO
71	TOMATE	3,2,E+03	3,8,E+02	3,6,E+03	4,2,E+02	-	MADRID	CAMPO
72	TOMATE	9,0,E+01	8,0,E+01	1,0,E+02	8,8,E+01	-	MADRID	CAMPO
73	TOMATE	1,3,E+03	1,0,E+01	1,5,E+03	1,1,E+01	-	MOSQUERA	CAMPO
74	TOMATE	1,4,E+03	2,0,E+01	1,5,E+03	2,2,E+01	-	MOSQUERA	CAMPO
75	TOMATE	1,3,E+03	1,9,E+02	1,5,E+03	2,1,E+02	-	SIBERIA	CAMPO
76	CEBOLLA	2,2,E+05	7,3,E+03	2,4,E+05	8,1,E+03	-	MADRID	CAMPO
77	CEBOLLA	3,7,E+06	7,3,E+03	4,2,E+06	8,1,E+03	-	MADRID	CAMPO
78	CEBOLLA	2,2,E+02	2,2,E+02	2,4,E+02	2,4,E+02	-	MOSQUERA	CAMPO
79	CEBOLLA	2,2,E+05	5,1,E+02	2,4,E+05	5,7,E+02	-	MOSQUERA	CAMPO

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

80	CEBOLLA	1,0,E+01	1,0,E+01	1,1,E+01	1,1,E+01	-	FUNZA	CAMPO
----	---------	----------	----------	----------	----------	---	-------	-------

Tabla N°4. Resultados obtenidos en la determinación de Hongos y Levaduras en las 80 muestras vegetales analizadas microbiológicamente.

N° MUESTRA	MATERIAL	UFC/g HONGOS Y LEVADURAS	PUNTO DE MUESTREO	LOCALIZACIÓN	TIPO
1	LECHUGA	7,3,E+01	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO - SUBA RINCÓN	COMERCIAL
2	LECHUGA	1,7,E+02	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
3	LECHUGA	1,4,E+03	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
4	LECHUGA	1,9,E+02	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
5	BROCOLI	9,1,E+02	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
6	BROCOLI	8,9,E+02	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
7	CEBOLLA	1,1,E+02	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
8	CEBOLLA	4,6,E+03	NORTE BOGOTÁ	FRUVER CAMACHO	COMERCIAL
9	TOMATE	1,0,E+01	NORTE BOGOTÁ	ÉXITO COLINA	COMERCIAL
10	TOMATE	1,0,E+01	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
11	BROCOLI	4,4,E+02	CENTRO BOGOTÁ	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
12	BROCOLI	2,8,E+02	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
13	BROCOLI	3,9,E+02	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
14	CEBOLLA	1,7,E+03	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
15	CEBOLLA	1,2,E+03	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
16	TOMATE	1,9,E+02	NORTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO-USAQUEN EL CODITO	COMERCIAL
17	TOMATE	1,3,E+02	CENTRO BOGOTÁ	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
18	TOMATE	2,5,E+02	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
19	LECHUGA	5,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA 12 DE OCTUBRE - BARRIOS UNIDOS	COMERCIAL
20	LECHUGA	8,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	FRUVER LA COSECHA CAMPESINA	COMERCIAL
21	TOMATE	1,6,E+02	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
22	TOMATE	3,0,E+01	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO - TUNJUELITO	COMERCIAL
23	CEBOLLA	1,9,E+04	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
24	CEBOLLA	1,3,E+02	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO - TUNJUELITO	COMERCIAL
25	BROCOLI	8,0,E+02	SUR BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
26	CEBOLLA	2,1,E+03	OCCIDENTE BOGOTÁ	FRUVER	COMERCIAL
26	LECHUGA	1,5,E+03	SUR BOGOTÁ	PLAZA 20 DE JULIO - SAN CRISTOBAL SUR	COMERCIAL
27	LECHUGA	1,4,E+03	SUR BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO SAN BENITO - TUNJUELITO	COMERCIAL
28	LECHUGA	1,0,E+03	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL
29	LECHUGA	9,9,E+02	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA LAS FERIAS - ENGATIVÁ	COMERCIAL
30	LECHUGA	6,0,E+01	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
31	BROCOLI	1,0,E+01	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
32	BROCOLI	1,0,E+01	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
33	TOMATE	1,0,E+01	SUR BOGOTÁ	LIDER	COMERCIAL

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

34	BROCOLI	1,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
35	TOMATE	1,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
36	TOMATE	6,8,E+02	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
37	CEBOLLA	1,7,E+03	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
38	CEBOLLA	1,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
39	LECHUGA	1,0,E+01	OCCIDENTE BOGOTÁ	JUMBO	COMERCIAL
40	LECHUGA	1,7,E+02	CENTRO BOGOTÁ	OLIMPICA	COMERCIAL
41	TOMATE	1,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
42	TOMATE	6,4,E+02	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
43	CEBOLLA	1,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
44	CEBOLLA	1,2,E+03	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE MERCADO - FONTIBON	COMERCIAL
45	CEBOLLA	2,3,E+03	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
47	BROCOLI	4,0,E+01	CENTRO BOGOTÁ	TIENDA DE BARRIO	COMERCIAL
48	BROCOLI	1,4,E+02	OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA LAS FERIAS - ENGATIVÁ	COMERCIAL
49	BROCOLI	1,0,E+02	SUR-OCCIDENTE BOGOTÁ	PLAZA DE KENNEDY	COMERCIAL
50	LECHUGA	1,5,E+02	CENTRO BOGOTÁ	PLAZA PALOQUEMAO	COMERCIAL
51	LECHUGA	1,0,E+01	LALO CIFUENTES	MADRID	CAMPO
52	LECHUGA	1,0,E+01	MAURICIO BAUTISTA	FUNZA	CAMPO
53	LECHUGA	1,0,E+01	MARCO VANEGAS	FUNZA	CAMPO
54	LECHUGA	1,0,E+01	JOSE ESLAVA	CORPOICA	CAMPO
55	LECHUGA	1,0,E+01	FERNANDO PINZÓN	PLAYÓN	CAMPO
56	LECHUGA	1,2,E+02	HELBERT MUÑOZ	PLAYÓN	CAMPO
57	LECHUGA	1,0,E+01	JOSE BAUTISTA	MONDOÑEDO	CAMPO
58	LECHUGA	9,1,E+01	JAVIER CIFUENTES	EL CORZO	CAMPO
59	LECHUGA	8,2,E+01	EUGENIO MONROY	PLAYÓN	CAMPO
60	LECHUGA	1,0,E+01	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO
61	BROCOLI	1,0,E+01	MAURICIO BAUTISTA	FUNZA	CAMPO
62	BROCOLI	1,0,E+01	MARCO VANEGAS	FUNZA	CAMPO
63	BROCOLI	2,2,E+03	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO
64	BROCOLI	3,5,E+03	JOSE BAUTISTA	MONDOÑEDO	CAMPO
65	BROCOLI	1,1,E+03	FERNANDO PINZÓN	PLAYÓN	CAMPO
66	BROCOLI	1,8,E+02	LALO CIFUENTES	MADRID	CAMPO
67	BROCOLI	2,9,E+02	ANTONIO CASTILLO	MOSQUERA	CAMPO
68	BROCOLI	1,2,E+02	GERARDO MORENO	FUNZA	CAMPO
69	BROCOLI	1,3,E+02	ORLANDO GAHONA	FUNZA	CAMPO
70	BROCOLI	1,0,E+02	GABRIEL SEMA	MOSQUERA	CAMPO
71	TOMATE	7,7,E+03	LUIS EDUARDO SIERRA	MADRID	CAMPO
72	TOMATE	5,9,E+02	SANTIAGO HERNANDEZ	MADRID	CAMPO

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

73	TOMATE	3,5,E+03	JOSE BAUTISTA	MOSQUERA	CAMPO
74	TOMATE	1,3,E+03	DIEGO BAUTISTA	MOSQUERA	CAMPO
75	TOMATE	1,6,E+03	DAVID MONROY	SIBERIA	CAMPO
76	CEBOLLA	3,4,E+04	ANTONIO CASTILLO	MADRID	CAMPO
77	CEBOLLA	3,9,E+02	LUIS EDUARDO SIERRA	MADRID	CAMPO
78	CEBOLLA	6,2,E+04	ANTONIO CASTILLO	MOSQUERA	CAMPO
79	CEBOLLA	4,4,E+02	JAIME GAHONA	MOSQUERA	CAMPO
80	CEBOLLA	3,0,E+05	ISRRAEL VANEGAS	FUNZA	CAMPO

Tabla N°5. Resultados obtenidos para *Salmonella* spp. evaluación en ambos medios de cultivo selectivos para el patógeno, corroboración mediante placas de Petrifilm™ Salmonella Express.

MUESTRA	MEDIO	RESULTADO	COMPROBACIÓN	OBSERVACIONES
1	XLD	-	NO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	-	NO	(-)para salmonella petrifilm
2	XLD	-		
	SB	-		
3	XLD	-		
	SB	-		
4	XLD	-		
	SB	-		
5	XLD	-		
	SB	-		
6	XLD	-		
	SB	-		
7	XLD	-		
	SB	-		
8	XLD	-		
	SB	-		
9	XLD	-		
	SB	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
10	XLD	-		
	SB	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
11	XLD	-		
	SB	-		
12	XLD	-		
	SB	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
13	XLD	-		
	SB	-		
14	XLD	-		
	SB	-		

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

15	XLD	-		
	SB	-		
16	XLD	-		
	SB	-		
17	XLD	-		
	SB	-		
18	XLD	-		
	SB	-		
19	XLD	-		
	SB	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
20	XLD	-		
	SB	-		
21	XLD	-		
	SB	-		
22	XLD	-		
	SB	-		
23	XLD	-		
	SB	-		
24	XLD	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	-		
25	XLD	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	-		
26	XLD	-		
	SB	-		
27	XLD	-		
	SB	-		
28	XLD	-		
	SB	-		
29	XLD	-		
	SB	-		
30	XLD	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
31	XLD	-		
	SB	-		
32	XLD	-		
	SB	-		
33	XLD	-		
	SB	-		
34	XLD	-		
	SB	-		
35	XLD	-		

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

	SB	-		
36	XLD	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	-		
37	XLD	-		
	SB	-		
38	XLD	-		
	SB	-		
39	XLD	-		
	SB	-		
40	XLD	-		
	SB	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
41	XLD	-		
	SB	-		
42	XLD	-		
	SB	-		
43	XLD	-		
	SB	-		
44	XLD	-		
	SB	-		
45	XLD	-		
	SB	-		
46	XLD	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
47	XLD	-		
	SB	-		
48	XLD	-		
	SB	-		
49	XLD	-		
	SB	-		
50	XLD	-		
	SB	-		
51	XLD	-		
	SB	-		
52	XLD	-		
	SB	-		
53	XLD	-		
	SB	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
54	XLD	-		
	SB	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
55	XLD	-		
	SB	-		

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

56	XLD	-		
	SB	-		
57	XLD	-		
	SB	-		
58	XLD	-		
	SB	-		
59	XLD	-		
	SB	-		
60	XLD	-		
	SB	-		
61	XLD	-		
	SB	-		
62	XLD	-		
	SB	-		
63	XLD	-		
	SB	-		
64	XLD	-		
	SB	-		
65	XLD	-		
	SB	-		
66	XLD	-		
	SB	-		
67	XLD	-		
	SB	-		
68	XLD	-		
	SB	-		
69	XLD	-		
	SB	-		
70	XLD	-		
	SB	-		
71	XLD	-		
	SB	-		
72	XLD	-		
	SB	-		
73	XLD	-		
	SB	-		
74	XLD	-		
	SB	-		
75	XLD	+	FALSO POSITIVO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	-		
76	XLD	-		

Diagnóstico Microbiológico de Hortalizas Producidas y Comercializadas en la Sabana Occidente de Bogotá.

	SB	-		
77	XLD	-		
	SB	-		
78	XLD	-		
	SB	-		
79	XLD	-		
	SB	-		
80	XLD	+	NO	(-)para salmonella petrifilm
	SB	+	NO	(-)para salmonella petrifilm

Imagen N°1. Procesamiento y preparación de las muestras para ser evaluadas microbiológicamente. (1) Pesajes de 100 g de tres vegetales (comercial) y 5 vegetales (campo). (2) Procesamiento de la muestra en un picatodo.



Imagen N°2. Almacenamiento de muestras en bolsas ziploc, y preparación de los medios de enriquecimiento microbiano.



Imagen N° 3. Montaje para la realización de diluciones y la siembra para determinación de Coliformes totales, fecales y *E. coli*; además de cajas Petri para determinación de Hongos y Levaduras.



Imagen N°4. Proceso de pre-enriquecimiento de medios para determinación de *Salmonella*. Incubadora a 42°C +/- 2°C para favorecer el crecimiento del patógeno.

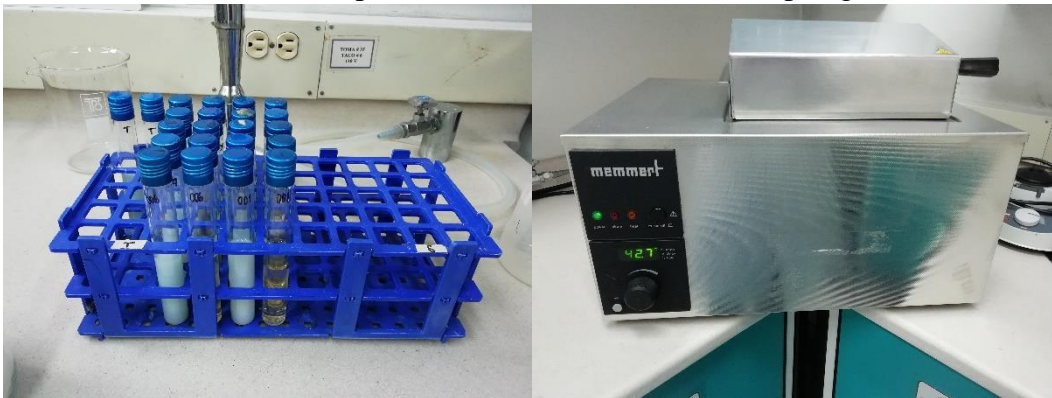


Imagen N°5. Determinación de Coliformes totales (puntos rojos sin producción de gas), Coliformes fecales (puntos rojos rodeados de burbujas gas) y *E. coli* (puntos azules)

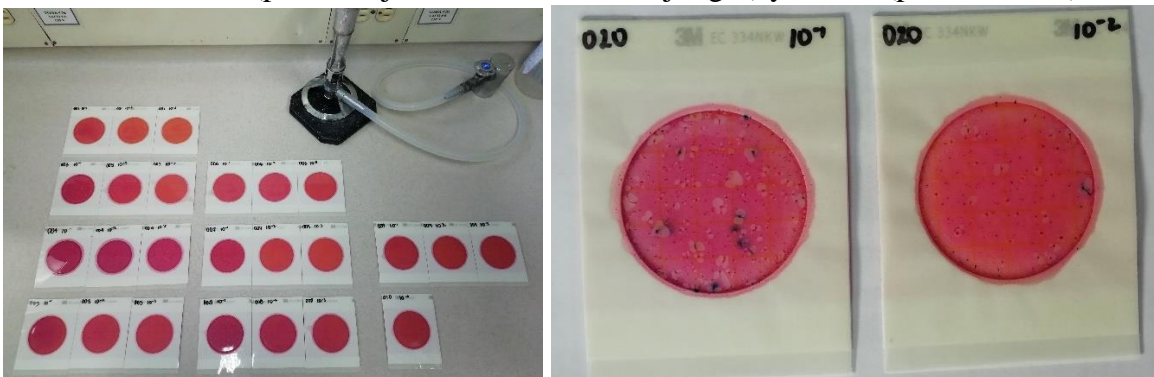


Imagen N° 6. Conteo de hongos y levaduras en Agar O.G.Y.

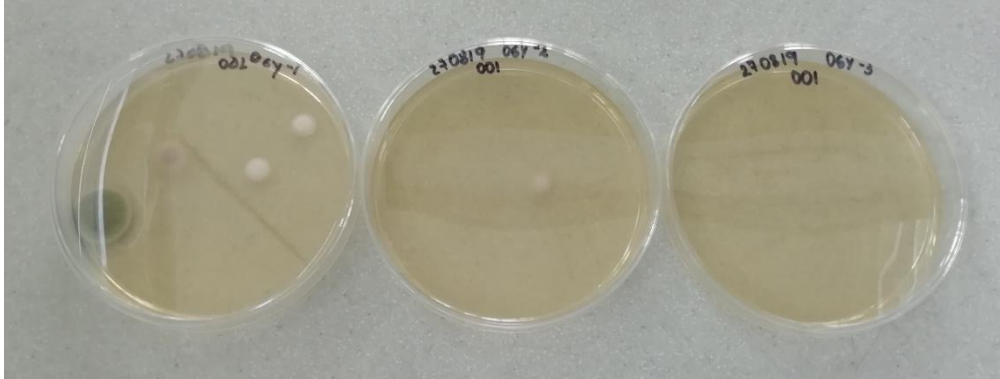


Imagen N°7. Lectura de medios selectivos para *Salmonella* spp.

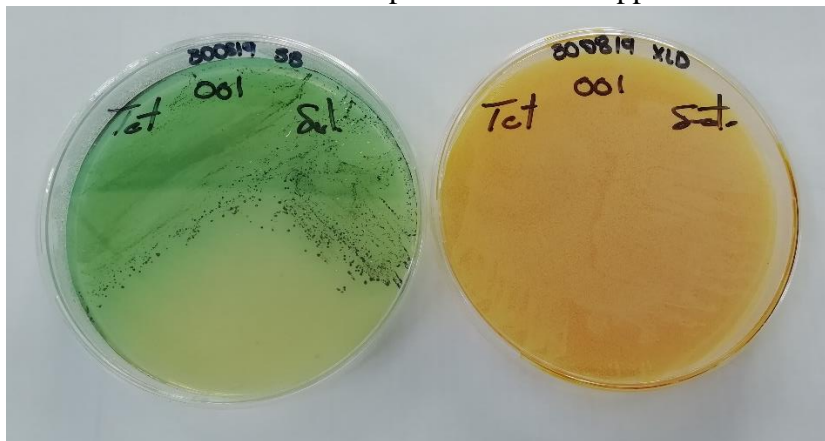


Imagen N°8. Enriquecimiento de colonias distintivas para corroboración de presencia de *Salmonella*, incubación que genera turbidez en el medio y placas Petrifilm™ Salmonella Express para confirmación del patógeno y crecimiento en medio XLD nuevamente para identificación de colonias.

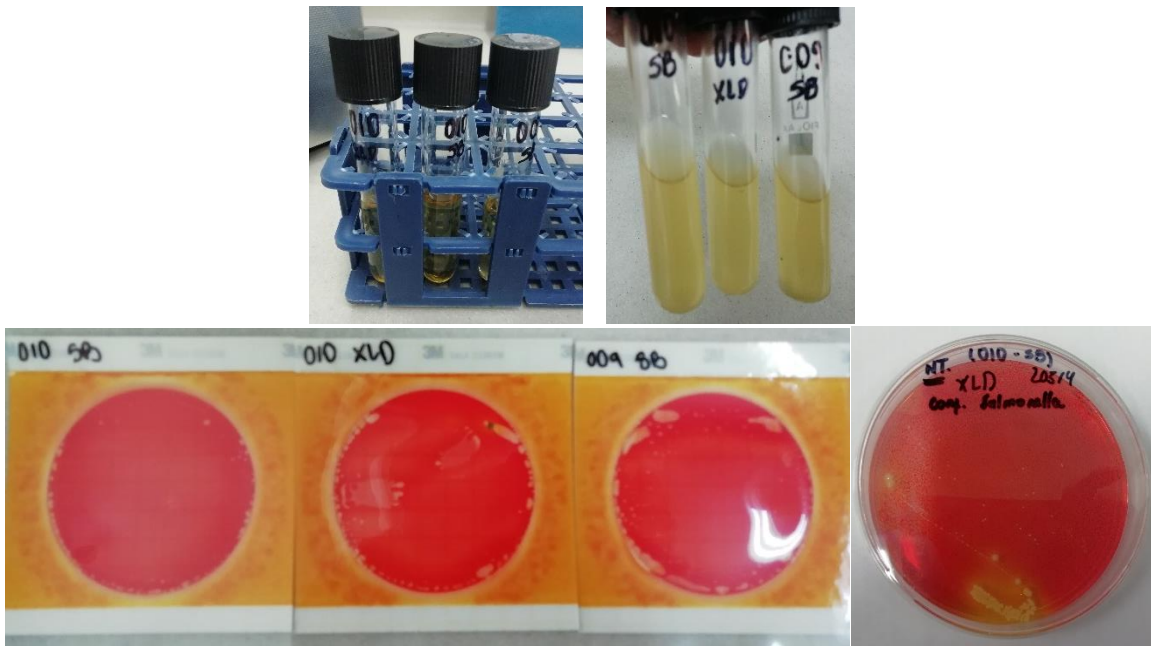


Imagen N° 9. Condiciones del sistema de riego “La Ramada” en las diferentes zonas de muestreo.

