

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud

Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el año 2017.

Tesis para optar por el grado de licenciatura en Salud Ambiental

Proponente:
Francinie Esquivel Arrieta

Febrero, 2019

Hoja de aprobación

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de licenciatura en Salud Ambiental, el día 07 de febrero del 2019.

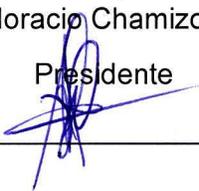
Ph.D Mauricio Redondo Solano

Director



Dr. Horacio Chamizo García

Presidente



Ing. Kathia Elizondo Orozco

Miembro del Tribunal



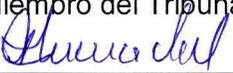
Dra. Marcela Dumani-Echandi

Miembro del Tribunal



M.Sc. Xinia Alvarado Xeledón

Miembro del Tribunal



Derechos de propiedad intelectual

El documento que se desarrolla a continuación es una investigación con fines académicos para la Escuela de Tecnologías en Salud, Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica, pertenece únicamente a la autora. Los trabajos citados para fundamentar el presente estudio son propiedad de los autores mencionados en la bibliografía de este documento.

Dedicatoria

“No te rindas, aún estás a tiempo de alcanzar y comenzar de nuevo... Abrir las puertas, quitar los cerrojos, abandonar las murallas que te protegieron, vivir la vida y aceptar el reto...” Mario Benedetti.

A las personas que son luz, inspiración y ejemplo en mi vida: mi madre, mi padre, mi hermano Christian, en memoria a mi segundo padre papá Beto y sin duda a mi apoyo incondicional y ejemplo Uriel.

A los agricultores que con su esfuerzo y dedicación producen alimentos seguros y nutritivos considerando los factores ambientales que inciden en la producción.

Agradecimientos

A Dios fuente de amor y sabiduría en mi vida. A mi familia, mis padres, mi hermano Chris, mis primos Frank, David, Edward, Yi y mis tías Eida y Julia por su apoyo incondicional. Gracias por estar siempre y vivir junto a mi cada uno de los sacrificios, esfuerzos, tropezones y éxitos que han formado parte de este largo proceso de conocimiento y crecimiento personal.

A Uriel, por siempre tener una palabra de motivación, por ser ejemplo de esfuerzo y enseñarme que todos los sueños son posibles con sacrificio y entrega, gracias por creer en mí y formar parte de mi vida.

A todo el equipo de trabajo del Laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica, por darme un espacio que permitió el análisis microbiológico de los productos en estudio, así como por todo el compartir de conocimientos y guía en este proceso. Al comité asesor Ph. D. Mauricio Redondo, Ing. Kathia Elizondo y Dra. Marcela Dumani por la orientación, guía y paciencia durante todo el proceso de elaboración de la presente investigación.

A cada uno de los agricultores que muy amablemente me abrieron un espacio en sus fincas para poder realizar el presente estudio, gracias por la amabilidad y simpatía con la que fui recibida y por compartir su conocimiento en un campo tan importante como lo es la agricultura orgánica, gracias por ser fuente de inspiración y ejemplo poniendo en práctica la sostenibilidad ambiental.

A todos los que de una u otra forma han contribuido en todos estos años de estudio universitario y con su apoyo, enseñanzas, acompañamientos y vivencias han formado parte importante de este proceso: Katherine, Juan Pablo, Michi, Pame, Iván, David, Orlando, Helen, Eric, Olga, Sergio Miranda, Sonia Lizano y compañeros de generación de Salud Ambiental.

Índice general

Derechos de propiedad intelectual.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice general.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de Abreviaturas.....	xi
Resumen.....	xii
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	9
1.2.1 Objetivo general.....	9
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
1.3 Justificación.....	10
Capítulo II.....	13
Marco teórico.....	13
2.1 Salud, ambiente y Salud Ambiental.....	13
2.2 Seguridad Alimentaria y Nutricional, Inocuidad y Soberanía Alimentaria.....	15
2.3 Agricultura Orgánica.....	17
2.4 Normativa Nacional e internacional:.....	20
2.5 Agentes que pueden causar enfermedades por medio de alimentos.....	22
2.6 Efectos en la salud debido al consumo de alimentos contaminados.....	23
Capítulo III.....	34
Marco Metodológico.....	34
3.1 Diseño de la investigación:.....	34
3.2 Características de la investigación.....	34
3.2.2 Validez interna.....	35
3.2.3 Validez externa.....	35
4.3 Métodos para recolectar la información.....	36
3.3.1 Caracterización de las fincas en estudio.....	38
3.4 Métodos para analizar los datos.....	39
3.5 Consideraciones éticas:.....	39

3.5.1. Respeto a la privacidad:.....	39
3.5.2 Respeto de la autonomía:	39
3.5.3 Principio de beneficencia y no maleficencia:	40
Capítulo IV	41
Análisis de resultados.....	41
4.1 Caracterización de las condiciones de salud ambiental y prácticas agrícolas de las fincas orgánicas en estudio.....	41
4.1.1 Distribución de planta física.....	41
4.1.2 Disposición de residuos sólidos y líquidos	49
4.1.3 Uso y calidad del agua	54
4.1.4 Manejo de suelos y aplicación de abono	60
4.1.5 Higiene y manipulación.....	65
4.2 Calidad microbiológica en las hortalizas orgánicas producidas en las fincas en estudio y los insumos de interés.	71
4.2.1 Calidad microbiológica de las hortalizas orgánicas	72
4.2.2 Calidad microbiológica del abono orgánico	77
4.2.3 Calidad microbiológica del agua de riego y lavado de hortalizas.....	79
4.2 Recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas agrícolas en las fincas en estudio.....	84
4.3.1 Finca orgánica de Cartago	84
4.3.2 Finca orgánica de Desamparados	86
4.3.3 Finca orgánica de Grecia	87
4.3.4 Finca orgánica de Coronado	89
Capítulo V	91
Propuesta de guía para implementación de buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la Salud Ambiental.	91
5.1 Introducción	91
5.2 Objetivos	92
5.3 Actores involucrados y ejecutores de la propuesta	92
5.4 Glosario.....	93
5.5 Acciones e instrumentos propuestos	94
5.5.1 Fuentes de contaminación de hortalizas orgánicas:.....	94
5.5.2 Subtemas a considerar para la identificación y prevención de riesgos de contaminación de hortalizas	95
5.5.2.1 Distribución de la planta física.....	95
a) Separación entre áreas y posibles fuente de contaminación:.....	95

b)	Servicios sanitarios y lavatorios para los trabajadores.....	95
c)	Viveros.....	96
d)	Área de producción de abonos.....	96
5.5.2.2	Disposición de residuos sólidos y líquidos.....	98
5.5.2.3	Uso y calidad del agua.....	100
5.5.2.4	Manejo de suelos y aplicación de abono.....	103
5.5.2.5	Higiene y manipulación.....	106
a)	Herramientas:.....	106
b)	Higiene.....	106
c)	Fincas que realizar algún tipo de procesamiento a las hortalizas para su venta.....	107
Capítulo VI	.....	110
Conclusiones y recomendaciones	.....	110
6.1	Conclusiones.....	110
6.2	Recomendaciones a los productores orgánicos.....	114
6.3	Recomendaciones a futuros investigadores e investigadoras.....	115
6.4	Recomendaciones a las instituciones vinculadas con el tema de la agricultura orgánica.....	115
6.5	Recomendaciones para la Escuela de Tecnologías en Salud.....	116
6.6	Limitaciones del estudio.....	116
Bibliografía	.....	118
Anexos	.....	132
Anexo 1:	Lista de Chequeo.....	132
Anexo 2:	Apoyo del Laboratorio de Microbiología de Alimentos para la realización de los análisis de laboratorio.....	139
.....	.....	139
Anexo 3:	Autorización para realizar Trabajo Final de Graduación en las fincas en estudio.....	140
3.1	Finca de Desamparados.....	140
3.2	Finca Cartago.....	142
3.3	Finca Grecia.....	143
3.4	Finca Coronado.....	144
Anexo 4:	Devolución de resultados para cada una de las fincas en estudio.....	145

Índice de figuras

Figura 1: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Cartago.....	42
Figura 2: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Desamparados.	43
Figura 3: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Grecia.	44
Figura 4: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Coronado.....	45
Figura 5: Área de preparación de abono, finca de Cartago.	46
Figura 6: Área de preparación almacenaje de abono, finca de Coronado.....	46
Figura 7: Área de preparación almacenaje de abono a 2m del área de cultivo, finca de Desamparados.....	47
Figura 8: Porcentaje de cumplimiento en la distribución de la planta física según la finca en estudio.....	49
Figura 9: Residuos orgánicos en finca de Desamparados.....	50
Figura 10: Residuos sólidos acumulados en área de almacigo en finca de Grecia..	51
Figura 11: Residuos orgánicos en finca de Coronado.....	51
Figura 12: Residuos orgánicos en finca de Cartago.....	52
Figura 13: Biojardinera, finca de Desamparados.....	52
Figura 14: Disposición de aguas residuales, finca de Coronado.	53
Figura 15: Porcentaje de cumplimiento en disposición de residuos sólidos y líquidos según la finca en estudio.	54
Figura 16: Tuberías y sistema de riego, finca de Desamparados.....	57
Figura 17: Tuberías y sistema de riego, finca de Grecia.....	57
Figura 18: Tuberías y sistema de riego, finca de Coronado.....	57
Figura 19: Lugar donde se encuentra la naciente, colindando con el tanque de aguas negras de una casa vecina. Finca de Coronado.	58
Figura 20: Poza con tilapias. Finca de Coronado.....	58
Figura 21: Porcentaje de cumplimiento en el uso y calidad del agua según la finca en estudio.....	59
Figura 22: Maduración de boñiga, cerca del área de cultivo. Finca de Coronado.....	63
Figura 23: Porcentaje de cumplimiento en el manejo de suelos y aplicación de abono según la finca en estudio.....	64
Figura 24: Instrumentos de trabajo, finca de Desamparados.....	65
Figura 25: Herramientas y escombros en el área de producción, finca de Cartago.....	66
Figura 26: Área de lavado de hortalizas, finca de Desamparados.....	67
Figura 27: Área de lavado y preparación de hortalizas. Finca de Coronado.....	67
Figura 28: Área de lavado y preparación de hortalizas. Finca de Grecia.....	67
Figura 29: Acceso a agua cerca del área de producción, finca de Desamparados.....	68
Figura 30: Compostera cerca del área de lavado de hortalizas, sin conducto para lixiviados. Finca de Coronado.	69
Figura 31: Animales domésticos sin restricción en el área de producción, finca de Desamparados.....	69
Figura 32: Animales domésticos sin restricción en el área de producción, finca de Cartago.....	70
Figura 33: Animales domésticos sin restricción en el área de producción, finca de Grecia.....	70
Figura 34: Porcentaje de cumplimiento en el higiene y manipulación de abono según la finca en estudio.....	71

Figura 35: Esquema de actores claves para implementación de buenas prácticas en la agricultura orgánica..	92
Figura 36: Principales fuentes de contaminación de las hortalizas orgánicas en finca.....	94

Índice de cuadros

Cuadro 1: Criterios Microbiológicos para Registro de frutas y hortalizas.	21
Cuadro 2: Síntesis de variables e indicadores.....	30
Cuadro 3: Resumen de las características de la finca en estudio.	38
Cuadro 4: Cumplimiento de lineamientos referentes a la distribución de la planta física en las cuatro fincas en estudio.	45
Cuadro 5: Cumplimiento de lineamientos referentes a disposición de residuos sólidos y líquidos en las cuatro fincas en estudio.	50
Cuadro 6: Cumplimiento de lineamientos referentes al uso y calidad del agua en las cuatro fincas en estudio.....	56
Cuadro 7: Cumplimiento de lineamientos referentes al manejo de suelos y aplicación de abono en las cuatro fincas en estudio.....	60
Cuadro 8: Insumos utilizados en las cuatro fincas en estudio, para la elaboración de abono orgánico (Bocashí).	61
Cuadro 9: Cumplimiento de lineamientos referentes a la higiene y manipulación en las cuatro fincas en estudio.....	65
Cuadro 10: Coliformes totales y Fecales en hortalizas sin lavar de las fincas en estudio.	72
Cuadro 11: Promedio de Coliformes totales (CT) y Fecales (CF) en el grupo de hortalizas en estudio.....	73
Cuadro 12: Coliformes totales y fecales en hortalizas lavadas de la finca Coronado.	74
Cuadro 13: Coliformes totales y fecales en hortalizas del supermercado (cultivo convencional).....	76
Cuadro 14: Número más probable de coliformes fecales (CF), totales (CT) y <i>E. coli</i> en muestras de abono orgánico de dos de las fincas en estudio.....	78
Cuadro 15: Número más probable de coliformes fecales (CF), totales (CT) y <i>E. coli</i> en muestras de agua de la Finca de Desamparados.	80
Cuadro 16: Número más probable de coliformes fecales (CF), totales (CT) y <i>E. coli</i> en muestras de agua de la Finca de Coronado.....	82
Cuadro 17: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento de la infraestructura de la finca.....	97
Cuadro 18: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento de la disposición de residuos sólidos y líquidos.....	99
Cuadro 19: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento del uso y calidad del agua.	102
Cuadro 20: Parámetros recomendados para compostaje.....	104
Cuadro 21: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento del manejo de suelos y aplicación de abono.....	105
Cuadro 22: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento de la higiene y manipulación.....	108
Cuadro 23: Cuadro: Registro de avance por subtema.	109

Índice de Abreviaturas

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

ASADAS: Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados.

CEDECO: Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense.

CIA: Centro de Investigaciones Agronómicas.

CT: Coliformes totales

CF: Coliformes fecales

COMEX-S-MEIC-MAG: Ministerio de Comercio Exterior- Ministerio de Salud--Ministerio de Economía Industria y Comercio- Ministerio de Agricultura y Ganadería.

ETA: Enfermedades Trasmitidas por Alimentos

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FIBL: Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica.

IFOAM: Federación Internacional de Movimientos en Agricultura Orgánica.

NMP: Número más probable.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

MAG-H-MEIC: Ministerio de Agricultura y Ganadería- Hacienda- Ministerio de Economía Industria y Comercio

MINAE-S: Ministerio de Ambiente y Energía-Ministerio de Salud

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano.

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Resumen

Esquivel, F. (2019). Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el año 2017. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Salud Ambiental. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Director: PhD. Mauricio Redondo Solano.

Palabras clave: Salud ambiental, inocuidad, agricultura orgánica, hortalizas, abono orgánico, coliformes totales, coliformes fecales.

El presente documento tiene como objetivo caracterizar las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas orgánicas de Costa Rica, desde la perspectiva de la salud ambiental. Esto tiene importancia porque la agricultura orgánica es abordada desde la salud ambiental por medio del análisis de todos aquellos factores ambientales que puedan incidir en la inocuidad del producto final.

Para lo anterior, se realizó una investigación aplicada, cuantitativa correlacional, y observacional. Se utilizó un formulario de recolección de datos para caracterizar las fincas en estudio y se cuantificó coliformes fecales y totales, así como *Salmonella* y *Listeria* en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica.

En cuanto a la caracterización de las condiciones de salud ambiental y prácticas agrícolas de las fincas en estudio, se obtiene que con respecto a distribución e infraestructura de la planta física, la mayor deficiencia encontrada se refiere a la inexistencia de piso de cemento y drenajes en el área de producción de abonos, así como infraestructura inadecuada en los viveros.

En el caso de los residuos sólidos y líquidos ninguna de las fincas cuenta con recipientes rotulados y un sitio adecuado para su disposición, y sólo una de las fincas cuenta con el adecuado manejo de las aguas residuales.

En lo referente al uso y la calidad del agua para riego y para el lavado de hortalizas, se identifica una finca que utiliza agua no potable para el lavado de hortalizas, en cuanto a riego dos fincas utilizan agua de nacimiento y las otras dos fincas utilizan agua del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA); cabe resaltar que

ninguna de las fincas ha realizado análisis de la calidad del agua.

Referente al manejo de suelo y aplicación de abono, ninguna de las fincas ha realizado análisis del suelo y de abonos, y todos los productores tienen conocimiento de los factores determinantes en la calidad del abono para la reducción del riesgo de convertirse en un insumo contaminantes tales como la madurez de aplicación del abono, control de la temperatura, humedad, relación C/N, el tamaño de la pila, entre otros. En cuanto a higiene y manipulación el principal riesgo encontrado en todas las fincas es el libre acceso de animales a las zonas de producción.

En lo referido a la calidad microbiológica en las hortalizas orgánicas producidas en las fincas en estudio y los insumos de interés, se obtiene que la finca con mayor promedio en coliformes totales es la de Coronado y el mayor promedio en recuento de coliformes fecales es Desamparados. La Arúgula y el perejil son las hortalizas en las que se obtuvo mayor recuento de coliformes totales y el mayor recuento de coliformes fecales se obtuvo en apio y perejil.

No se obtienen diferencias importantes entre el recuento de coliformes fecales y totales para hortalizas lavadas y sin lavar. Al comparar las hortalizas de supermercado y las hortalizas orgánicas, no se obtiene una diferencia clara, sino que depende de la finca con la que se compare.

En cuanto al abono orgánico analizado, cumplen con el parámetro internacional tomado como referencia, ya que en Costa Rica no hay una normativa que establezca un límite microbiológico.

El agua para riego analizada cumple con lo establecido en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, N° 33903-MINAE-S y en cuanto al agua para el lavado de hortalizas en la finca de Desamparados no se cumple con el Reglamento para la calidad del Agua Potable, N° 38924-S.

Por último, se realizó una guía con una serie de recomendaciones generales desde el ámbito de la salud ambiental para asegurar la inocuidad de las hortalizas orgánicas en nuestro país.

Capítulo I

Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La salud ambiental implica el estudio de todos aquellos factores ambientales que inciden en la salud humana, es por ello, que busca contrastar y generar información que permita brindar soluciones a aquellas prácticas que generan un desequilibrio, dado por la contaminación de cuerpos de agua y alimentos, la utilización indiscriminada de agroquímicos, entre otras problemáticas ambientales (Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 2014).

A nivel mundial se busca crear tecnologías con mayor compatibilidad con el medio, razón por la cual surgen los Sistemas de Agricultura Orgánica (Companioni, s.f) y el estudio de aquellos elementos que se interrelacionan con estos sistemas, ambos son parte del campo de estudio de la salud ambiental.

La alimentación humana es una necesidad básica y un derecho humano que requiere de la atención a nivel de políticas y de acciones encaminadas a la búsqueda de satisfacer los requerimientos diarios (Eide, s.f). Ante esto, es indispensable considerar que los alimentos de origen vegetal son los que brindan un aporte importante de nutrientes para la mayor parte de la población mundial, por lo que el estudio y el aseguramiento de su calidad juegan un papel trascendental en la salud y bienestar humano, sin obviar el vínculo extenso existente entre la producción agrícola y el ambiente (dos Santos et al., 2012).

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016), a través del empleo de cultivos eficientes en nitrógeno, se puede dar una reducción en el número de personas que se hallen en riesgo de padecer subalimentación en países en desarrollo, esto muestra la necesidad de investigación en el tema y el vínculo importante que existe entre la agricultura y la salud humana.

En ese sentido, Companioni (s.f), hace referencia a efectos concretos de la producción mediante métodos de cultivo convencionales en los sistemas agrícolas de manera que en tan sólo 30 años de cultivar utilizando agroquímicos, la materia orgánica se redujo a la mitad, el contenido de fósforo del suelo aumento diez veces, el potasio disminuyó 2.3 veces y el nivel de pH alcanzó niveles importantes; en otras palabras, se da un desequilibrio importante en uno de los principales recursos naturales que aseguran la alimentación humana: el suelo.

Ante lo anterior surge la importancia de estudiar los cultivos orgánicos como alternativa a la producción, de manera que se disminuyan los impactos antes mencionados a nivel ambiental y que a su vez se muestre un cambio positivo en la calidad e inocuidad de los alimentos que se consumen, lo cual a su vez va a incidir en la salud humana.

No obstante, a pesar del contraste entre la agricultura convencional respecto a la orgánica y el interés por aumentar la producción agrícola ecológica, a nivel del consumidor, surgen una serie de interrogantes recopiladas por la Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO), en las cuales, se pone en duda las razones que hacen que los productos orgánicos en ocasiones sean más pequeños, más caros y se debate sobre su inocuidad (CEDECO, 2012), esto revela la necesidad de investigar, dar seguimiento e informar sobre esta temática a nivel nacional.

A pesar de las inquietudes mostradas, a la agricultura orgánica se le ha dado mayor importancia a través de los años: en 1999 fueron registradas 11.0 millones de hectáreas dedicadas a actividades de producción orgánica en contraposición con 43.7 millones de hectáreas para el año 2014. De forma general existe un total de 81,2 millones de hectáreas a nivel mundial de áreas agrícolas y no agrícolas destinadas a la producción orgánica (FIBL & IFOAM – Organics International, 2016).

De igual forma, según datos de la Federación Internacional de Movimientos en Agricultura Orgánica [IFOAM] (2016), en el 2014 hubo un aumento de 500.000 hectáreas de tierra dedicada a la agricultura orgánica respecto al año 2013, sin embargo, en el caso

particular de América Latina, se dio un evento contrario en donde se presenta un descenso en la cantidad de hectáreas destinadas a esta actividad.

Lo anterior, más allá de hacer énfasis en la parte de producción y comercialización, pretende dar una visión de la relevancia que se le ha dado al surgimiento de la agricultura orgánica, siendo ese auge importante, dado que, a medida que aumenta la producción y políticas que la apoyen, así puede aumentar el consumo y la necesidad de verificar si este tipo de producción trae beneficios a la salud o bien los métodos utilizados no garantizan la inocuidad y calidad del producto.

Por otra parte, los aspectos que inclinan la balanza hacia el surgimiento y apoyo de la agricultura orgánica, son los beneficios a nivel ambiental y por ende en la salud humana, reflejados en el aumento de la fertilidad del suelo, la disminución en el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, y la reducción de un 48% a un 66% de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), respecto a sistemas convencionales (El-HageScialabba y Hattam, 2003). Es decir, la búsqueda de la implementación de otras prácticas agrícolas surge como una necesidad, que a su vez, se propone brindar soluciones a las crisis socioeconómicas, ambientales y culturales inducidas por la agricultura industrial o también llamada producción convencional, como base del movimiento de la Revolución Verde (García, 2009).

La problemática ambiental, que a su vez impacta en la salud humana, se evidencia por medio de estudios realizados en otros países. En Chile los resultados más relevantes afirman que se está consumiendo hortalizas con niveles de residuos que sobrepasan las normas establecidas por los entes competentes, esto puede causar severos efectos crónicos con capacidad de generar cáncer y otras enfermedades. Este mismo estudio hace un llamado a la disminución de los efectos negativos de la agricultura convencional y a la búsqueda de opciones que eviten que se ponga en peligro el soporte de la vida y la seguridad alimentaria de gran parte de la población, ya que, según datos del PNUMA, un 25% de la producción mundial de alimentos se perderá por la degradación del ambiente si continua así hasta el año 2050 (Servicio Agrícola y Ganadero de Chile, 2013).

Ahora bien, el propósito del presente trabajo no es hacer énfasis en los efectos de

los agroquímicos y de la agricultura convencional en el ambiente y en la salud. No obstante, tomar en cuenta datos de este tipo de agricultura es importante para brindar un antecedente que permite evidenciar la necesidad de estudiar y dar relevancia a la agricultura orgánica, la cual presenta una serie de desafíos para optimizar la producción, ya que se calcula que entre un 30 % y un 40 % de la producción total de alimentos agrícolas orgánicos se pierde antes de llegar al mercado, debido a problemas asociados con el uso inadecuado de insumos y deficiencias en las instalaciones dedicadas a los diferentes eslabones del proceso de producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO-, 2016).

Del mismo modo, esas dificultades que se presentan en la producción orgánica contribuyen a que se continúe con la problemática prevalente en las prácticas agrícolas al hacer que algunos agricultores prefieran producir hortalizas mediante el método convencional, en el cual se da un control de plagas y malezas a través del uso de agroquímicos convencionales (Vera, Venegas, Pertuz y Angulo, 2014).

De igual manera, una forma de romper con ese ciclo que obliga a los productores a regresar a las prácticas agrícolas convencionales, es mediante la generación de información novedosa que permita un apoyo en el proceso de transición e implementación de las diversas prácticas agrícolas que brinden resultados convincentes en la producción orgánica, y que logre evaluar el desempeño de estos sistemas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2015).

Ejemplo de lo anterior, lo constituye un estudio realizado en la provincia de Bocas del Toro, Panamá en los años 2010 y 2011, donde se dio seguimiento durante cinco meses, a las propiedades químicas y microbiológicas de un abono orgánico tipo bocashi elaborado a partir de residuos agrícolas de la producción de plátano. Dentro de los principales resultados obtenidos se destaca la obtención de un adecuado contenido nutricional, un bajo contenido de metales pesados y apropiada vida microbiana, además, se determinó que la excreta de cerdo es una fuente importante de nitrógeno, no obstante, al aumentar el tiempo de almacenamiento las propiedades anteriores disminuyen la calidad (Ramos, Terry, Elein, & Cabrera, 2014).

Del mismo modo, en Popayán, Colombia, se utilizó la lechuga y el repollo como indicadores para evaluar la calidad de compost respecto al peso de cabeza de las hortalizas en estudio y su calidad sanitaria. Los principales resultados obtenidos, muestran un efecto positivo sobre la producción de plantas de lechuga y repollo junto con una baja infestación de plagas por el potencial del compost de promover el control biológico de enfermedades de las plantas. Respecto al análisis microbiológico, se determinó que los productos en estudio cumplen con la inocuidad que exige el consumo de hortalizas y la aplicación de abonos orgánicos, aumentando los rendimientos y mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Muñoz, Muñoz & Montes, 2015).

Otro estudio realizado en Brasil y presentado en el VII Congreso Brasileño de Agroecología evaluó la lombricomposta y obtuvo como resultado que únicamente la composta que alcanzó la fase termofílica llegó a los límites máximos permitidos de coliformes fecales, que corresponde a mil o menos número más probable entre gramo de materia seca (<1000 NMP/g materia seca), por lo que a la composta que no alcanza la fase termofílica sólo se le podría dar uso forestal o bien para el mejoramiento de suelos. Además, se hace referencia a que los cultivos agroecológicos son producidos mediante la aplicación de abonos orgánicos al suelo o como fertilizante foliar de hortalizas y frutas a los que en ocasiones no se les brinda la regulación sanitaria necesaria, siendo esto preocupante, dado que, si no están adecuadamente procesados pueden ser una potencial fuente de infecciones gastrointestinales como: tifoideas, disentería, cólera, parasitosis, entre otros (Chee, et. al 2011).

Ante esto, existe un aspecto relevante relacionado con el compost, suelo, agua y demás insumos utilizados en la producción orgánica, y es referido a la incidencia de enfermedades desencadenadas por los organismos patógenos durante la disposición y utilización insalubre de estos productos o suministros naturales. Es por ello, que surge la necesidad de implementar buenas prácticas agrícolas y de higiene para proteger los cultivos de la contaminación con los patógenos presentes en los biofertilizantes, suelo, agua y demás elementos de contacto directo o indirecto con la producción. De igual forma, se precisa de investigaciones para determinar cómo se propagan en el campo

esos microorganismos, es decir, la contaminación microbiológica derivada de los factores mencionados y las medidas necesarias para intervenir debe orientarse a todo el personal de la agricultura (Gómez, González, Chiroles, 2004).

Un ejemplo de la interacción entre elementos naturales y la agricultura orgánica es un estudio realizado en La Habana, en el cual se realiza análisis de suelos en fincas agrícolas y se obtiene como resultado la ausencia de coliformes fecales en suelo no tratados con compost y la presencia de estos en suelos en los que se le aplicó el producto. Además, es relevante que la sobrevivencia de estos microorganismos es mucho mayor en suelo que en las plantas, esto dado que la concentración y variabilidad de nutrientes es mayor en suelo que en plantas. No obstante, el mayor valor en suelo está dado por la presencia de helmitos por un periodo de siete años y en la superficie de las plantas la mayor sobrevivencia corresponde a las bacterias con un tiempo de 6 meses (Gómez, González, Chiroles, 2004).

En Costa Rica, se estudió el riesgo de contaminación microbiológica o química en los procesos de los sistemas de producción de hortalizas de consumo fresco en ciento sesenta y cuatro empresas agrícolas del Valle Central. La metodología que se utilizó fue la aplicación de una encuesta a los gerentes de las empresas incluidas en el estudio y con una fórmula para el cálculo del riesgo de contaminación se obtuvo el valor de riesgo por proceso. Este estudio a pesar de no incluir análisis de laboratorio, evidenció que todos los procesos analizados, presentan valores cercanos o superiores a cincuenta en una escala de riesgo de cero a cien; así, estos estudios realizados señalan una situación alarmante a nivel de producción y consumo de hortalizas orgánicas. Además, otro resultado relevante es el hecho de que cuando el productor es proveedor de una cadena de supermercados, los valores de riesgo obtenidos son menores a los de productores que no son proveedores de esas cadenas (Vargas et al. 2015).

Lo anterior hace énfasis a la trascendencia de generar información relevante en cuanto a la inocuidad de las hortalizas orgánicas, considerando la influencia de diversos factores ya mencionados como lo es la calidad microbiológica del abono utilizado para su producción. No obstante, los factores medioambientales también determinan la inocuidad de las hortalizas, de manera que la calidad del agua que se utiliza para riego, las

sustancias que se emplean para fertilizar el suelo, los procesos de cosecha y poscosecha, la manipulación y prácticas agrícolas inadecuadas, juegan un papel fundamental en los resultados de la calidad microbiológica de estas (Vera et al. 2014).

Se demuestra que las prácticas agrícolas, la educación, el compromiso y la presión en cuanto a la obligación de cumplir con ciertos controles solicitados a nivel comercial, son aspectos relevantes a tomar en cuenta al estudiar la calidad microbiológica de las hortalizas de consumo humano. Es decir, los estudios internacionales y nacionales citados, muestran un punto de partida que permite visualizar la importancia de dar seguimiento a aquellos parámetros químicos y microbiológicos que pueden representar un riesgo en productos generados en sistemas de producción orgánica.

Estos aspectos son de suma importancia considerando que Costa Rica dedica 0,4% del total de su tierra agrícola a la producción orgánica, pasando de un área de 9570 hectáreas en el 2011 a 7832 en el 2014. A pesar del claro descenso en este periodo, sólo del 2013 al 2014 hubo un aumento del 5.1% del área dedicada a este fin. Además, los productos que representan mayor porcentaje de terreno dedicado a su producción agrícola son las frutas (5,1%) el cacao (2,8%) y los vegetales (2,5%) (FIBL & IFOAM – Organics International, 2016).

Sin embargo, el descenso en el área de producción mostrado no se puede pasar por alto, ya que, de acuerdo con Barquero (2010) y respaldado por el Servicio Fitosanitario del Gobierno de Costa Rica (2012), estos resultados forman parte de los obstáculos “culturales y prejuiciosos” a los que se debe de enfrentar el productor orgánico en la comercialización de sus cultivos. Además, se habla de un estancamiento y reducción en su superficie, como parte de las consecuencias dadas por la falta de recursos y servicios de apoyo para surgimiento de estos modos de producción (IBS Soluciones Verdes, 2013).

Es vital acoger las diversas inquietudes y dificultades que los productores orgánicos de Costa Rica han enfrentado para lograr surgir en este mercado, considerando que para el año 2013 existía un aproximado de ciento dos productores orgánicos en el país de acuerdo con los datos obtenidos en un “Estudio sobre el entorno nacional de la agricultura orgánica en Costa Rica”, en donde se demuestra un descontento en cuanto al alcance e

impacto que ha tenido la ejecución de la Ley N° 8591, Ley de Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica para el fortalecimiento del sector (IBS Soluciones Verdes, 2013).

En cuanto a los residuos generados en esta actividad, Ramos y Terry (2014), hacen referencia a la preocupación con respecto al aumento de los volúmenes producidos por la intensificación del área cultivada, unido al surgimiento de enfermedades que impactan en la salud humana y animal que tiene un vínculo directo con el inadecuado manejo de los residuos sólidos. A su vez, es preocupante que algunos agricultores no utilizan los medios que la misma finca les brinda para producir y al mismo tiempo contrarrestar los impactos en la salud y el ambiente, sin embargo, el desconocimiento y falta de orientación hacen que la utilización de productos naturales sea un paso en el cual queda mucho camino que recorrer (Muñoz, Muñoz y Montes, 2015).

Por lo evidenciado en párrafos anteriores, existe una problemática no sólo en las condiciones de las fincas de producción de hortalizas, sino, también en cuanto a capacitación y el control de las prácticas realizadas por el recurso humano que participa en la cadena de producción, además de la gestión integral de los elementos ambientales vinculados. A esto se une lo citado por la FAO (2005) y otros autores, quienes afirman que la pérdida de la inocuidad es un riesgo alto, no sólo para los clientes, sino también para las empresas agrícolas que lo producen y en las relaciones comerciales internacionales (Vargas, Durán, González & Mora, 2015).

Por lo antes expuesto, surgen algunas preguntas a las que interesa dar respuesta, como lo son:

¿Cómo las condiciones de salud ambiental asociadas con las fincas en estudio puede afectar la inocuidad microbiológica de los productos?

¿Cuál es la calidad microbiológica de los abonos y hortalizas orgánicas producidas en las fincas en estudio?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en diferentes cantones de Costa Rica en año 2017, para la generación de una propuesta de guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la Salud Ambiental.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar las condiciones de Salud Ambiental y prácticas agrícolas de las fincas orgánicas en estudio que inciden en la calidad microbiológica de las hortalizas.
2. Determinar la calidad microbiológica utilizando como indicador los coliformes fecales y totales en las hortalizas orgánicas producidas en las fincas en estudio, así como los insumos de interés.
3. Proponer recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas agrícolas desde la perspectiva de la salud ambiental en las fincas en estudio.
4. Elaborar una propuesta de guía para implementación de buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la Salud Ambiental.

1.3 Justificación

El estudio de la agricultura orgánica es un campo de abordaje de la Salud Ambiental, desde el punto de vista de aquellos factores ambientales que puedan incidir en la calidad e inocuidad de los alimentos y que por tanto estos van a incidir en la salud de la población. Además, existe un vínculo importante con la Seguridad Alimentaria y Nutricional, que es un área de estudio integral cuyos pilares toman en cuenta la variable ambiental con el fin de asegurar la calidad de vida de la población.

Es decir, la inocuidad es una de las dimensiones de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de importancia, porque, su ausencia puede constituirse en la causa principal de enfermedades transmitidas por alimentos. De ahí la preocupación del ámbito nacional e internacional de dar prioridad al enfoque “de la granja a la mesa” y gestión de las características ambientales que influyen directamente en la producción, y el consumo de alimentos sanos, seguros y nutritivos (Vera et al. 2014).

Desde esta perspectiva, es trascendental la relación que existe entre cultivos, ambiente, plagas, recursos naturales y su manejo, lo cual, genera servicios ecosistémicos que permiten aumentar las probabilidades de éxito de los sistemas agrícolas. El proceso de transición que se da al pasar de un sistema de producción convencional a uno agroecológico, depende de los sitios y actividades específicas que se trabajen (Moreira y Castro, 2016).

El presente estudio se orienta a cuatro fincas cuyas características difieren en: la ubicación, tamaño, técnicas agrícolas, cantidad y productos, años de operar, certificación (dos fincas no la poseen) y experiencia en el tema. No obstante, tienen en común la producción de hortalizas y de abono orgánico, además de ser fincas agroecológicas que permiten dar un acercamiento de los aspectos de la salud ambiental destacables, buscando de esta forma evidenciar la calidad de los cultivos orgánicos producidos, considerando la diversidad de características de la producción en Costa Rica.

Las frutas y hortalizas son de particular interés para efectos del presente estudio, dada la vulnerabilidad de estos productos, ya que, con el fin de garantizar su estado fresco no

son procesados para la eliminación de agentes patógenos. Esta característica en particular, los expone a una serie de condiciones agroecológicas al utilizar diferentes tecnologías y prácticas en la cosecha y postcosecha, constituyendo un alimento de interés para su evaluación microbiológica y el estudio de las prácticas agrícolas que aseguren o no su inocuidad (Caóet, Prades, Gordillo, Vega, s.f).

La importancia del estudio radica también en el impacto que la calidad microbiológica de las frutas y vegetales tienen sobre la salud pública, esto debido a que de acuerdo con Painter et al., (2013) diecisiete de los productos básicos analizados en Estado Unidos, la mayor cantidad de enfermedades estudiadas fueron asociadas a las hortalizas de hoja (22%), lo cual indica la necesidad de indagar y prevenir afecciones a la salud ligadas al consumo de estos productos.

El acercamiento planteado es de importancia, dado que, los proyectos de inversión en el desarrollo agrícola promueven el desarrollo económico, social y la seguridad alimentaria y nutricional de la población, y a su vez son un vehículo de movilización de inversiones orientadas a la conservación de los recursos naturales y el establecimiento o fortalecimiento de políticas. Además, más que una técnica o método de cultivo, la agricultura orgánica se plantea como una estrategia de desarrollo que implica más que un adecuado manejo del suelo y el aprovechamiento de insumos propios, por lo cual, tiene un valor agregado que impulsa una cadena de comercialización más justa (Soto, 2003) y en beneficio del ambiente, la salud y la calidad de vida de las personas.

Por lo antes expuesto, se considera el presente tema, de importancia para las Municipalidades, en concreto, para aquellas en donde se ubican las fincas en estudio (Alajuela, Grecia, Cartago y Desamparados), dado que, la cercanía de las áreas agrícolas a las poblaciones y demandas de agua potable, obliga a tomar medidas de reducción de riesgos para la salud y el ambiente, así mismo, por la importancia que tiene la agricultura orgánica para el saneamiento urbano, ya que este tipo de agricultura constituye una forma de aprovechar los residuos orgánicos en la generación de fertilizantes y otros productos, por lo que se convierte en una posible solución a los problemas ambientales comunes en Costa Rica, y en un campo de abordaje para las áreas de jurisdicción municipal (Hirtum, Goewie, Getachew y Veenhuizen, 2002).

A raíz de esto, las diferentes técnicas de gestión sostenible de la agricultura y el medio ambiente como lo es el compostaje y los diferentes métodos de producción de abono orgánico, han cobrado importancia en la producción agrícola, ya que éstos son una de las materias primas o insumos principales para la producción orgánica, por lo cual, es fundamental asegurar su inocuidad y a la vez reflejar esa calidad en los productos alimentarios cultivados utilizando estos abonos(Ruano & Trejo, 2014).

Por tanto, es prioritario incluir dentro de la presente investigación el análisis de aquellos abonos o insumos utilizados y producidos en las fincas en estudio, brindando un aporte de información a las Áreas de Salud y al Ministerio de Salud como insumo para los Análisis de la Situación Integral de Salud, específicamente en el elemento de ambiente, y al Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, por el papel que cumple en la regulación y apoyo técnico de las actividades antrópicas que puedan impactar la salud y el ambiente.

Por la misma razón, el estudio de la calidad microbiológica del agua utilizada para riego, la calidad microbiológica del suelo y de los vertidos generados en las fincas es de igual forma trascendental.

En caso particular de los productores de las fincas en estudio, la presente investigación aporta por medio de una devolución participativa, los resultados obtenidos, de manera que exista una retroalimentación por parte de la investigadora y los participantes que permita documentar y buscar puntos críticos para el mejoramiento de la agricultura orgánica desde la perspectiva de la Salud Ambiental.

Por último, pero no menos importante, para la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, es trascendental contar con información producida desde la perspectiva de Salud Ambiental, que permita sustentar el quehacer académico, la enseñanza y la guía para los estudiantes que forman parte de ésta. En el caso particular de los estudiantes, pueden partir del conocimiento producido y de las recomendaciones que se puedan generar para la ejecución de nuevos proyectos de graduación vinculados con la inocuidad alimentaria y la seguridad alimentaria y nutricional

Capítulo II

Marco teórico

En el presente apartado se definirán teóricamente aquellos conceptos relevantes para la comprensión del tema a estudiar.

2.1 Salud, ambiente y Salud Ambiental

En primera instancia es necesario definir el concepto de salud, siendo éste utilizado para referirse a un completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente a la ausencia de enfermedades o afecciones (OMS, 1946). Sin embargo, es pertinente aclarar que el concepto de salud puede entenderse de una forma amplia, dinámica y que está en constante revisión, por tanto, no existe ningún término que sea único ni definitivo en ese sentido (Acevedo, 2007).

Ante esto, Castellanos (1988), expone que la salud y la enfermedad son inherentes a la vida misma, es decir, es difícil imaginar un individuo o grupo humano en el que no exista algún tipo de patología o malestar. A su vez, este mismo autor, hace referencia a que la salud pública o las intervenciones de las diferentes disciplinas de salud no pueden aludir a la eliminación de la enfermedad, sino, a la transformación de la situación de salud en la realización de las personas, reduciendo las desigualdades e inequidades sociales, acercándose al ideal de que cada grupo social pueda disfrutar de la situación de salud que encaje dentro de las condiciones naturales, desarrollo científico-técnico, recursos, oportunidades entre otros aspectos condicionantes de la salud en ese espacio y momento específico (Castellanos, 1988).

De esta manera, otros autores se han referido al concepto de salud, de forma que la definen como un proceso de adaptación en donde “salud y enfermedad son fenómenos relacionados con acontecimientos biológicos, la trayectoria personal, el entorno físico, social y cultural de las personas, en una relación que envuelve la vida de las personas.” (Palomino, Grande, Linares, 2014:74).

Así, se evidencia la importancia que tiene entender el concepto de ambiente y su

relación con la salud, entendiéndose ambiente, como todo el espacio físico que nos rodea y con el cual el ser humano puede interactuar en sus actividades, esto incluye a todas las personas que nos rodean, la casa en que vivimos, las calles que transitamos, el aire que respiramos, la naturaleza que nos circunda y todos estos elementos considerados de una forma amplia y sin ninguna excepción (Montes, 2001).

Ahora bien, al relacionar estos dos conceptos, surge el término de Salud Ambiental, comprendido dentro de su complejidad, cuya definición difiere de acuerdo con la entidad, país y/o situaciones concretas. No obstante, a pesar de la gran variedad de enfoques que se le brinda, todos engloban el término ambiente de una manera integral con el fin de asegurar mejores condiciones de vida. Según la Organización Mundial de la Salud, la Salud Ambiental “está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud” (OMS, 2017a: párr. 1).

A pesar de lo anterior, para efectos de comprender con claridad el contenido del presente trabajo investigativo, se definirá la Salud Ambiental como una disciplina que implica el estudio de los agentes ambientales tanto antrópicos como naturales, los cuales pueden producir alteraciones sobre la salud de las poblaciones humanas, surgiendo la necesidad del diseño y puesta en marcha de estrategias de intervención encomendadas a contener este problema (Ordóñez, 2000).

Se evidencia así, que la Salud Ambiental tiene un carácter interdisciplinario que es manifestado en la forma en la que los factores ambientales intervienen en la salud y a su vez las tendencias ambientales cambian los modelos de riesgo para la salud, respondiendo a los eventos o circunstancias presentes en el entorno en el que se desarrolla el ser humano, siendo estos, la pobreza, el acelerado crecimiento demográfico, estilos de desarrollo inapropiados, entre otros, unidos a los factores ambientales que afectan la salud, como lo son el abastecimiento de agua potable, el saneamiento básico, la vivienda, la alimentación, el uso de productos químicos, riesgo ocupacionales entre otros, que vienen a formar parte del campo de acción o intervención de la Salud Ambiental (Pérez, Diago, Corona, Espinosa, y González, 2011).

Por tanto, la Salud Ambiental estudia todos aquellos factores que inciden en la alimentación humana, estableciendo vínculos positivos entre la producción y el consumo de alimentos, la salud nutricional y los factores subyacentes de orden socioeconómico, biofísico e institucional que, en última instancia, afectan a la cantidad, calidad y la asequibilidad de los alimentos, garantizando al mismo tiempo la sostenibilidad ambiental a largo plazo (PNUMA, 2015), contribuyendo de manera importante al concepto de Seguridad Alimentaria y Nutricional que se desarrolla en párrafos siguientes.

2.2 Seguridad Alimentaria y Nutricional, Inocuidad y Soberanía Alimentaria

El concepto de la Seguridad Alimentaria y Nutricional ha cambiado a partir de su primera aparición en los años 70 en la Cumbre Mundial sobre Alimentación. Se ha dado una transición en los aspectos que contempla este concepto, pasando de un enfoque de disponibilidad y acceso, a uno más integrador en el que el aspecto nutricional, ambiental y social juega un papel fundamental.

Ante esto, el concepto vigente en la actualidad hace referencia a que la seguridad alimentaria y nutricional se da cuando:

Todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. Los cuatro pilares de la seguridad alimentaria son la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad. La dimensión nutricional es parte integrante del concepto de seguridad alimentaria y del trabajo del CSA [Comité De Seguridad Alimentaria Mundial] (Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2015: 7).

Un concepto complementario a la seguridad alimentaria y nutricional es el de soberanía alimentaria, la cual fue introducida por la Vía Campesina en la cumbre paralela de esta organización celebrada al mismo tiempo que la Cumbre Contra el Hambre de la FAO en 1996, siendo “el derecho de los países y regiones a definir sus propias políticas agropecuarias y de producción de alimentos sin interponer dumping a terceros países” (Heinisch, 2013:11), es decir, esta definición incluye el acceso a los alimentos y su

condición en el sector económico, ecológico y social.

Otros autores mencionan que la seguridad alimentaria y nutricional es aún más compleja, que incluye una serie de actividades y de implicaciones para las partes que intervienen en los eslabones de la cadena alimentaria, todo con el objetivo de proveer alimentos seguros a los consumidores (García, 2010).

Referente a los consumidores, surge la necesidad de hacer referencia al concepto de inocuidad alimentaria que forma parte de la utilización Biológica, la cual, constituye uno de los pilares o puntos fundamentales de la seguridad alimentaria y nutricional, considerando que dentro de las características que definen la calidad de un alimento, se incluye la inocuidad y comestibilidad de este (Escalona, 2009). La inocuidad es la garantía de que un alimento no va a provocar un daño o representar un peligro al consumidor al ser ingerido (Instituto de Salud Pública. Ministerio de Salud, s.f).

De acuerdo con Aguilera, Reynoso, Gómez, Uresti y Ramírez, (2014), la inocuidad de los alimentos es definida como la ausencia de elementos extraños al alimento, que puedan afectar la salud de las personas que los consume y de mayor importancia en sectores de población especialmente vulnerables, como lo son embarazadas y personas de la tercera edad, por tanto, la complejidad de la inocuidad alimentaria incluye la producción de alimentos suficientes y seguros para la subsistencia de la población, e implementar programas de vigilancia y control para lograr procesos y productos inocuos.

Las Buenas Prácticas Agrícolas surgen como parte de la necesidad de asegurar la inocuidad y calidad alimentaria, de manera que en las acciones efectuadas en la producción agrícola se controlan peligros que pueden repercutir en los alimentos, producto del ambiente o de la aplicación de determinadas prácticas como la utilización de fertilizantes, plaguicidas, medicamentos veterinarios, la contaminación de suelo, agua, piensos, entre otros (Durango, 2010).

Además, la manipulación de los alimentos es otro de los factores que tienen relevancia en la inocuidad alimentaria, lo cual implica la higiene personal y los cuidados en la prevención de la contaminación cruzada, que se da al traspasarse microorganismos

de alimentos crudos o de superficies a los alimentos que serán consumidos (Medin, & Rossotti, 2015).

2.3 Agricultura Orgánica

La Agricultura orgánica es definida como un sistema de producción holístico, de manera que se promueva la salud del ecosistema, en donde se incluye la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica de suelo, por ello, enfatiza en el uso de prácticas de manejo que en primera instancia aproveche los mismos recursos del sistema, ya que estos deben estar adaptados a las condiciones locales y regionales (FAO, 2005).

Del mismo modo, Mora (1994), hace referencia a que la agricultura orgánica no se limita a ser una postura en contra del uso de sustancias químicas o la búsqueda de retomar las viejas tradiciones agrícolas. Por el contrario, los métodos utilizados en la agricultura orgánica, se basan en el estudio de la naturaleza y su influencia en los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición que contribuyen a la conservación del suelo (López, 1991).

Por su parte el Reglamento de Agricultura Orgánica, N° 29782-MAG, (2001), la agricultura orgánica son todos aquellos sistemas agrícolas que promueven la producción ecológica, social y económicamente sana de alimentos y fibras y que tomen en cuenta la fertilidad del suelo, la capacidad natural de las plantas, los animales y los terrenos, para optimizar la calidad en todos los aspectos de la agricultura y el ambiente.

Asimismo, López (1991), menciona que la agricultura orgánica presenta como desafío, lograr una diversidad de cultivos equilibrada, en donde se busca que la fertilidad del suelo se mantenga o bien sea mejorada, y que a su vez disminuya la incidencia de plagas al decrecer las poblaciones de los diversos organismos. Se busca aumentar la flora microbiana que habita en el suelo, es decir esta técnica debe buscar optimizar la producción a un bajo costo ecológico y energético y que sea sostenible con el tiempo. Este mismo autor hace énfasis en las prácticas diferenciadas con las cuales se debe manejar el suelo en el cultivo de hortalizas, por lo que se requiere de la fabricación y aplicación de abono orgánico que a su vez debe cumplir con requerimientos de calidad.

2.3.1 Abono orgánico

Se entiende como abono orgánico todo aquel material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales transforman los materiales en otros que brindan beneficios nutricionales al suelo y por ende a los cultivos. Es decir, es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ocurrir de forma anaeróbica o aeróbica (Ramos & Terry 2014).

No obstante, este abono para ser aplicado a los diferentes tipos de cultivos debe cumplir con requerimientos especiales, por lo que se considera un abono de calidad aquel que cuente con una relación Carbono –Oxígeno menor a 20 y un contenido de Nitrógeno mayor a 1,0 % (Ramos et al, 2014).

Ante esto, surge una división de tipos de abonos de acuerdo a la dependencia de la fuente de nutrimentos, el grado de procesamiento y el estado físico, por lo que a continuación se estudiarán los de mayor uso en Costa Rica.

De acuerdo con el Centro de Investigaciones Agronómicas (2015), el compostaje es aquel proceso biológico aeróbico, en el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable, para lo cual, se requiere de un área plana y con drenaje adecuado, protegida de la lluvia, viento y sol, de fácil acceso, alejado de viviendas y con espacio para la operación y mantenimiento.

Ante esto, Ramos y Terry (2014), añaden que el proceso en el cual los microorganismos que habitan en el entorno descomponen la materia orgánica, debe darse bajo condiciones controladas como lo es la temperatura, humedad y oxigenación.

En el caso de la temperatura, existen fases determinantes para la disminución de patógenos, siendo estas la fase mesofílica y fase termofílica (ver acentuación). La primera tiene efecto cuando el compost es calentado a una temperatura de 38°C durante 15 días,

y la segunda fase se da cuando la temperatura del compost supera los 53°C, por lo cual, se pasteuriza el material y se eliminan en un 99% bacterias patógenas, virus, huevos de áscaris, *Shigella*, *Salmonella* y coliformes (Muñoz, Muñoz & Montes, 2015).

Respecto al tiempo de preparación, este proceso puede durar de 22 días a 4 meses, lo cual depende de la materia prima utilizada para su producción, siendo importante prestar atención al tipo, tamaño, la frecuencia de volteos y la aplicación de microorganismos. Lo anterior en la búsqueda de las características apropiadas para el compost terminado, tales como: el color café oscuro o negruzco, olor a tierra de bosque, invisibilidad de los residuos que lo generaron, ausencia de insectos adultos y larvas, y una temperatura baja (CIA, 2015).

Otro tipo de abono es el bocashi abono orgánico fermentado, diseñado y formulado en Japón a través de una receta que incluye diferentes materias primas, sometidas a volteos frecuentes y temperaturas por debajo de 50°C. En este caso la duración del proceso es de 10 a 15 días, donde se obtiene un producto final semicompostado. Las materias primas con frecuencia utilizadas son la semolina, carbón molido, estiércoles, melaza, granza de arroz, entre otras. La preparación consiste en colocar los materiales seleccionados en capas, para luego mezclar y aplicar microorganismos, en donde se mantiene la cama a una altura inferior a los 75 cm y se tapa con plástico (Centro de Investigaciones Agronómicas, 2015).

De manera similar, el lombricompostaje es la transformación de la materia orgánica mediante el trabajo de la lombriz *Eiseniafoetida* en presencia de aire bajo condiciones controladas, en donde la duración aproximada de producción es de 2 a 3 meses. Esta lombriz, posee un sistema digestivo muy complejo que le permite producir una excreta a la que se le llama humus. La producción de este abono se realiza en módulos cerrados, con poca luz y con reservorios que permitan recoger los lixiviados que se generan.

La lombriz se alimenta de compost, restos orgánicos en descomposición y microorganismos produciendo, gracias a su complejo sistema digestivo, una excreta denominada humus. Los módulos para la elaboración de lombricompost son cerrados, oscuros y con reservorios para recoger los lixiviados que se producen. Generalmente el

proceso dura entre dos y tres meses (Centro de Investigaciones Agronómicas, 2015).

Por otra parte, los abonos foliares se obtienen después de un proceso de fermentación de materia orgánica enriquecido con microorganismos benéficos y minerales, empleando materias primas como frutas picadas, estiércoles, minerales de depósitos naturales, lixiviados de lombriz y materia orgánica proveniente de procesos de compostaje, lombricompost o de fuentes naturales. Esta materia se coloca en un recipiente plástico con agua, y melaza que actúa como fuente energética (Centro de Investigaciones Agronómicas, 2015).

En el caso particular de los abonos foliares, pueden ser elaborados a partir de frutas, hierbas medicinales o la mezcla de estas, siempre que no se combine cítricos con hierbas medicinales. Las frutas y las hierbas aportan propiedades repelentes, insecticidas o fungicidas, por lo que al mezclar al menos tres frutas o hierbas distintas se aporta una cantidad mayor de nutrientes para las plantas (Samayoa, 2013).

2.4 Normativa Nacional e internacional:

Costa Rica cuenta con el Decreto N° 35485-COMEX-S-MEIC-MAG publicado en la Gaceta N° 184, conocido también como el Reglamento Técnico Centroamericano: Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. (RTCA 67.04.50:08). Dicho reglamento fue adoptado como normativa y tiene como objetivo establecer los parámetros microbiológicos de la inocuidad de los alimentos y los respectivos límites para la aceptación, registro y vigilancia en los puntos de comercialización.

Para lo anterior, se establecen criterios microbiológicos de inocuidad, que definen la aceptabilidad de un proceso o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia de microorganismos por unidad de masa, volumen, superficie o lote y aplicable a productos comercializados, dichos criterios se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Criterios Microbiológicos para Registro de frutas y hortalizas.

Subgrupo del alimento: Frutas y hortalizas			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Salmonella ssp/ 25g</i>	10	C	Ausencia
<i>Echericha coli</i>	5		10 ² UFC/g
<i>Listeria monocytogenes</i> 25g (únicamente para vegetales)	10		Ausencia

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08, 2009

De forma más puntual, el 18 de septiembre del año 2000 se publica en la gaceta N° 176 el Decreto Ejecutivo N° 29782 M.A.G correspondiente al Reglamento sobre la Agricultura Orgánica. Este reglamento tiene como objetivo brindar las directrices necesarias para regular la producción, elaboración y comercialización de productos agropecuarios orgánicos en el país y a su vez regular los procesos de producción y certificación de estos productos.

De acuerdo con Decreto Ejecutivo N° 29782 M.A.G, la certificación es un procedimiento por el cual los entes de certificación aseguran de forma escrita que los productores y los sistemas evaluados se ajustan a los requisitos indicados en el reglamento, unido a esto, se encuentran los sellos o logotipos orgánicos, que son una figura adherida o impresa a un certificado, producto o empaque que de igual forma garantiza el cumplimiento de normas.

Por otra parte, el 14 de agosto del año 2007 se crea la Ley N° 8591, Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica, la cual tiene como objetivo “asegurar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo, promoción, fomento y gestión de la actividad agropecuaria orgánica, fortalecer los mecanismos de control y promoción de los productos derivados de la actividad agropecuaria orgánica, así como procurar la competitividad y rentabilidad de dichos productos”(Ley N° 8591, 2007), con esta Ley se publica el 04 de junio del 2009 el Decreto N° 35242-MAG-H-MEIC, Reglamento para el

Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica, el cual incorpora el término de importancia llamado Sistema Participativo de Garantía o Certificación Participativa.

Dicho sistema de garantía “es desarrollado mediante una relación directa entre la persona o las personas productoras orgánicas y la persona o las personas consumidoras u otros actores interesados, quienes, garantizan el origen y la condición de los productos orgánicos destinados al mercado nacional” (Decreto N° 35242-MAG-H-MEIC, 2009).

2.5 Agentes que pueden causar enfermedades por medio de alimentos

Los alimentos, poseen una susceptibilidad a ser contaminados o alterados por una gran variedad de factores, que pueden ser externos o internos al ciclo de producción y/o manipulación del producto, es decir, pueden darse por contaminación medioambiental o por incorporación en la producción o transformación de materia prima. De acuerdo con García (2010), los agentes contaminantes se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **Agentes Biológicos:** En esta categoría se consideran las bacterias (*Salmonella* sp., *E. coli*, *Listeria monocytogenes*), virus (hepatitis A), protozoarios (*Cryptosporidium* sp.), hongos (*Aspergillus*) y algas (dinoflagelados).
- **Químicos:** Entre los que se encuentra plomo, cadmio, mercurio, dioxinas, residuos de plaguicidas y de medicamentos veterinarios, y sustancias químicas utilizadas por las industrias de alimentación.
- **Agentes físicos:** Son aquellos que se incorporan a los alimentos durante su proceso de elaboración y envasado industrial, y de las prácticas de manipulación e higiene incorrectas. Entre ellos se pueden citar trozos de huesos, de cáscaras de frutos secos y de caparzones de mariscos, espinas de pescado o trozos de cristal. Estos agentes causan accidentes ligados al consumo de alimentos más que enfermedades de origen alimentario propiamente dichas.

Para efectos del presente documento, los agentes a los que se le brindará mayor atención son los biológicos, especialmente las bacterias, las cuales necesitan de nutrientes y energía para crecer. En el caso de los vegetales, estos ofrecen un alto contenido de humedad que es empleado por los microorganismos para su replicación (García, 2010).

Estos agentes descritos, se hacen notar de forma diferenciada en la salud humana, por lo cual, es vital conocer los posibles efectos en la salud de los alimentos contaminados.

2.6 Efectos en la salud debido al consumo de alimentos contaminados

Una de las principales consecuencias del consumo de alimentos contaminados, son las Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETAs), las cuales se originan por la ingestión de alimentos infectados con contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor. El tipo de ETA depende del tipo de contaminación y la cantidad de alimento contaminado consumido, siendo los signos más representativos, el vómito y diarreas, pero, también se presentan dolores abdominales, dolor de cabeza, fiebre, síntomas neurológicos, visión doble y otros. Ciertas enfermedades pueden producir enfermedades crónicas a largo plazo como lo son la artritis, meningitis, aborto, daños renales y en casos más severos la muerte (Kopper, Calderón, Schneider, Domínguez y Gutiérrez, 2009).

Ante lo anterior, es importante resaltar que estas enfermedades en ocasiones no son diagnosticadas como tales, por la similitud del cuadro clínico con otras enfermedades digestivas. Esto, a pesar de que para las autoridades del sector sanitario es trascendental conocer el origen de los síntomas para planificar estrategias de prevención (Medin, Medin y Rossotti, 2015).

Del mismo modo, las intoxicaciones alimentarias son las enfermedades generadas al ingerir un alimento en el que se encuentra la toxina o veneno formado en tejidos de plantas o animales o como metabolito de los microorganismos. Por otra parte, las toxiinfecciones resultan de la infección por el consumo de alimentos contaminados con

microorganismos patógenos que son capaces de producir o liberar toxinas una vez que han sido ingeridos. El período de infección de las toxiinfecciones es generalmente menor al de las infecciones pero mayor al período de las intoxicaciones (Caballero, et al. 2008).

2.6.1 Enfermedades transmitidas por el consumo de productos vegetales contaminados.

Los patógenos que se transmiten por vegetales son de importancia en la transmisión de enfermedades, esto por las particularidades de resistencia de las formas quísticas, la dosis de infección baja y la capacidad de sobrevivir por largos periodos en el agua y superficie de productos agrícolas. Ante esto Núñez y otros autores, han demostrado a través de estudios realizados en niños hospitalizados en La Habana que el consumo de vegetales no lavados, representa riesgo de infección por *Giardia* (Puig et al, 2014).

Del mismo modo, se destaca que en el mundo se ha incrementado la frecuencia de brotes de enfermedades gastrointestinales asociados a la consumo de frutas y hortalizas contaminadas, siendo algunos de los alimentos implicados en ellos las hortalizas, melón, cidra y el agua. En cuanto a los microorganismos involucrados con dichos brotes son: *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes* (Ávila-Quezada et al 2008).

Listeria monocytogenes causante de la enfermedad llamada listeriosis, la cual fue objeto de preocupación en los años 80 y 90 al ser considerada como un problema de salud pública en los Estados Unidos, Canadá y algunos países de Europa, por estar involucrada en una serie de brotes con afectaciones severas (Martino et al, 2008). La infección por *Listeria* provoca aborto espontaneo y muerte neonatal, además puede llegar a ser mortal para los lactantes, los niños y los ancianos (Organización Mundial de la Salud, 2017b).

De acuerdo con Sorber y Moore, 1998 citado por Gómez et al (2004), *Salmonella* es uno de los patógenos entéricos más estudiados presentes en el compost, que es uno de los insumos de importancia en el cultivo de hortalizas orgánicas. Los efectos en la salud que se asocian con *Salmonella* son fiebre, dolores de cabeza, náuseas, vómitos, dolores

abdominales y diarrea (Organización Mundial de la Salud, 2017b).

Por otra parte, el virus de la Hepatitis A ha sido vinculado con el consumo de tomates y fresas azucaradas, además, otros autores hacen referencias a la presencia de coliformes fecales en productos cultivados en parcelas orgánicas, encontrándose *Enterobacter* y *Klebsiella* en lechuga (Ávila-Quezada et al 2008).

Otros estudios han vinculado el surgimiento de brotes epidémicos de diarrea con el consumo de apio, lechuga, repollo, coles de Bruselas y otros vegetales. En estos productos se ha encontrado la presencia de huevecillos de parásitos como *Ascaris lumbricoides*, *Trichocephalus trichiurus*, quistes de *Entamoeba histolytica*, *Giardia Intestinalis* y virus como hepatitis A, Norwalk y rota virus (Monge, Chinchilla y Reyes, 1995).

Cabe resaltar, que estos temas son pertinentes para ser estudiados desde la Salud Ambiental, ello debido al vínculo existente entre el ambiente natural utilizado en la producción de hortalizas, los impactos positivos y negativos al suelo, agua, aire y biota y los efectos en la salud que se generan tanto de la producción como de la calidad de alimentos que se consumen.

2.7 Elementos ambientales que inciden en la inocuidad de las hortalizas orgánicas.

Existen interacciones complejas entre el cultivo y su ambiente físico y las intervenciones humanas que se le realicen, por ello, la autoecología, estudia las interacciones de un cultivo cualquiera con su medio y este se inicia conociendo los factores individuales del ambiente y cómo afecta a la planta (Gliessman, 2002).

Unido a lo anterior, se destaca que la enfermedad de una planta o cultivo es el resultado de los elementos que constituyen el agro ecosistema, aunado a la intervención humana, debido a que en él se encuentran los factores que condicionan los equilibrios biológicos, por tanto, el proceso de una afectación resulta de la interacción entre hospedante, parásito y medio ambiente. Además se une a dicha trilogía la intervención del

agricultor que con determinadas prácticas de cultivo favorece o perjudica algunas de las partes (Porcuna, Gaude, Castejón, y Roselló, 2010).

Para efectos de la presente sección las interacciones ambientales son enfocadas de modo en que pueden incidir en la calidad microbiológica de las hortalizas producidas de forma orgánica.

a) Suelo:

El suelo es considerado un recurso de importancia en la producción agrícola dado que se encuentra expuesto a una diversidad de elementos naturales y antrópicos que pueden incidir en su degradación o servir de vector de contaminación de la producción. Por tanto, es indispensable considerar los aspectos que pueden reducir dichos riesgos, como lo es la limpieza, erradicación de estancamientos de agua y acumulación de desechos en el caso de que se utilicen drenajes, además, se debe considerar que las fuentes de agua pueden contaminarse con facilidad, siendo un medio de transportes de diversos elementos que pueden degradar el suelo y contaminar la producción (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008).

Las técnicas de manejo de suelo influyen en su calidad, uno de los aspectos de mayor trascendencia son los organismos que pueden ser plagas o enfermedades potenciales que los residuos aportan al suelo y pasa a los cultivos. Por lo que es importante conocer las características del suelo y el momento adecuado de la incorporación de residuos a este, siendo importante a su vez la técnica de rotación de cultivos y compostaje fuera del campo e incorporarlo una vez terminado el proceso (Gliessman, 2002). De igual forma es destacable que la utilización de desechos orgánicos representa un riesgo de contaminación de la producción y el aumento de especies animales perjudiciales para las actividades agropecuarias (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008).

Otro aspecto de importancia que puede alterar la calidad microbiológica del suelo es el uso de aguas residuales y subproductos de la ganadería, por lo que se pueden utilizar únicamente si proceden de explotaciones que se ajusten a prácticas reconocidas en materia de producción animal orgánica y deberá realizarse antes un proceso de

fermentación controlada o compostaje. (Reglamento de Agricultura Orgánica, s.f).

Dado lo anterior, se considera que la calidad del suelo representa un vínculo entre las estrategias de conservación y las prácticas de manejo, por lo que la evaluación de la calidad y su cambio a través del tiempo es un indicador primario del manejo sostenible del suelo (Astier et al., 2002; Schloter et al., 2003; Gil-Stores et al., 2005; Udawatta et al., 2009 citado por Vallejo-Quintero, 2013).

b) Agua para riego

El agua utilizada para el riego puede transformarse en un factor clave en la contaminación de los cultivos, siendo necesario valorar la calidad del agua y el método de riego a aplicar, con especial cuidado en el periodo cercano a la cosecha. Es indispensable evitar el contacto directo del sistema de riego con la parte comestible de la planta. En ese caso el riego por goteo tiene menor contacto que el riego por surco o el riego por aspersión (López, 2003).

Otro aspecto importante es la evaluación de las fuentes de agua utilizadas para el riego, asegurándose que esté libre de contaminación, debido a que la integridad orgánica y sanitaria del producto final y su inocuidad, no debe ser afectada por la calidad de agua utilizada (Reglamento de Agricultura Orgánica, s.f).

c) Manejo de residuos sólidos y líquidos

En este aspecto es fundamental que todo tipo de residuo se encuentre identificado, clasificado y dispuesto de manera que pueda ser reciclado o eliminado de acuerdo con la legislación pertinente. Esto de manera que se asegure que las instalaciones se encuentren libres de residuos y cuenten con sitios apropiados de eliminación. En el caso de los residuos orgánicos se pueden compostar, siempre que se haga en sitios o en lugares acondicionados para su elaboración. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008).

d) Instalaciones, manipulación e higiene

Es importante considerar la distribución de los establecimientos para evitar producir contaminación cruzada y sectorizar las áreas de acuerdo con su grado de contaminación. Las instalaciones fijas (casas, baños y letrinas, galpones, tanques, molinos, bombas, aguadas, invernáculos, depósitos, etc.) deben de evaluarse, así como la distancia e infraestructura del área donde se realiza el composteo, almacenaje, y/o manipulación de los cultivos (López, 2003).

El área de producción de abono debe estar protegida de vientos fuertes, a prudente distancia de nacimientos de agua y de los cultivos (más de 50 metros) para evitar contaminaciones, y de poca pendiente (< 4%) para evitar problemas de lixiviados y erosión (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

En específico el área donde se realiza el tratamiento de los desechos orgánicos y la elaboración del abono deben contar con piso de cemento y un adecuado sistema de drenaje para recoger los lixiviados que se generen. Los desechos deben mantenerse cubiertos o bajo techo para evitar que la lluvia traslade contaminantes hasta los mantos acuíferos o los terrenos utilizados en la producción. Además, los equipos usados en esta área deben ser lavados con agua a presión antes de ser utilizados en el área de producción (García et al. 2010).

En cuanto a manipulación e higiene se debe utilizar herramientas desinfectadas para el manejo de las plantas y aplicar técnicas reconocidas de Manejo Integrado de Plagas, así como productos selectivos que sean específicos para la maleza, la enfermedad o la plaga objetivo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008).

En caso de que el abono orgánico sea comprado se debe obtener del proveedor un documento en donde se indique la procedencia, el tratamiento aplicado, los análisis realizados y los resultados de estos. La aplicación del abono debe realizarse antes de la siembra o en los primeros momentos de crecimiento de la planta (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008).

Los animales domésticos y silvestres, incluidos los mamíferos, las aves, los reptiles y los insectos son vehículos de contaminación, por lo que el riesgo se incrementa al existir un número considerable de animales cerca del campo de producción, esto porque sus patas, piel, pelo o plumas, su sistema respiratorio y gastrointestinal contienen un gran número de microorganismos perjudiciales para la salud de los consumidores de hortalizas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008).

2.8 Operacionalización del marco teórico

A partir de los objetivos específicos supra mencionados, los antecedentes y marco teórico en esta sección se muestran las variables de investigación, sus indicadores, métodos de recolección de información y unidades de estudio:

Cuadro 2: Síntesis de variables e indicadores

Objetivo 1: Caracterizar las condiciones de Salud Ambiental y prácticas agrícolas de las fincas orgánicas en estudio que inciden en la calidad microbiológica de abonos y hortalizas.

Variables	Indicadores	Escala de medición	Unidad de observación	Método para recolectar información
Distribución de la planta física.	Presencia de techo en áreas de manipulación de cultivos y elaboración de abono. Presencia de piso cementado. Existencia de drenaje. Distancia de instalaciones sanitarias de la zona de producción.	Cualitativo	Infraestructura de las fincas en estudio.	Observación Lista de chequeo. Fotografías.

Cuadro 2: Continuación de síntesis de variables e indicadores

Variables	Indicadores	Escala de medición	Unidad de observación	de	Método recolectar información	para
Disposición de residuos sólidos y líquidos.	Forma de disponer los residuos sólidos y líquidos. Existencia de un espacio exclusivo para la disposición de residuos sólidos.	Cuantitativo y cualitativo.	Residuos generados en las fincas en estudio.	de	Observación Lista de chequeo. Fotografías.	
Uso y calidad del agua para el riego.	Tipo de sistema de riego. Fuente de agua. NMP de coliformes fecales y totales por ml de muestra de agua utilizada para riego.	Cuantitativa y cualitativa.	Agua y sistema de riego.	de	Observación Lista de chequeo Análisis microbiológico. Fotografías.	

Cuadro 2: Continuación de síntesis de variables e indicadores

Variables	Indicadores	Escala de medición	Unidad de observación	Método para recolectar información
Manejo de suelos y uso de abono orgánico.	Periodos y formas de incorporación de abono y materia orgánica al suelo. Manejo del suelo.	Cuantitativa y cualitativa.	Suelo	Observación Lista de chequeo Fotografías.
Higiene y manipulación.	Inventario de productos usados para el manejo de plagas. Existencia de prácticas de desinfección de herramientas utilizadas en los diferentes procesos. Existencia de barreras que impidan el acceso de animales a la zona de producción. Procedimiento de lavado e higiene de los manipuladores. Programa de lavado e higiene de las instalaciones. Control de malos olores.	Cualitativa.	Acciones prácticas.	Observación Lista de chequeo Fotografías.

Cuadro 2: Continuación de síntesis de variables e indicadores

Objetivo 2: Evaluar la calidad microbiológica del abono y hortalizas orgánicas producidas en Fincas Integrales Agrícolas de Costa Rica.

Variables	Indicadores	Escala de medición	Unidad de observación	Método para recolectar información
Calidad microbiológica de abonos orgánicos.	NMP de coliformes totales y fecales por gramo de muestras.	Cuantitativa	Abono orgánicos.	Muestreo de campo. Análisis microbiológico.
Calidad microbiológica de hortalizas orgánicas.	Presencia de <i>Salmonella</i> y <i>Listeria monocytogenes</i> . Recuento de coliformes totales y fecales por gramo de muestras.	Cuantitativa	Hortalizas orgánicas.	Muestreo de campo. Análisis microbiológico.

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1 Diseño de la investigación:

El presente trabajo es catalogado dentro de una investigación aplicada, dado que su enfoque principal es la determinación de la inocuidad de las hortalizas orgánicas mediante el estudio de prácticas agrícolas y elementos de la salud ambiental que inciden en la calidad microbiológica de estos, mediante el estudio de cuatro fincas de agricultura orgánica en Costa Rica.

Dicho lo anterior, se puede mencionar que la estrategia metodológica es de enfoque cuantitativo correlacional, es decir, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), implica conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos categorías o variables en una muestra o contexto particular.

De igual forma, la investigación se puede clasificar como observacional con respecto al manejo del objeto de estudio, por motivo, de que la investigadora se mantiene al margen del curso de los acontecimientos ocurridos o que están por suceder. Además, según el tiempo de estudio se clasifica como transversal descriptivo, ya que, no existen períodos de seguimiento, por lo cual, los datos serán recolectados y analizados, bajo un diseño de triangulación concurrente, es decir, de manera simultánea se recolectan y analizan los datos (Hernández et al. 2014).

3.2 Características de la investigación

Es fundamental considerar aquellos aspectos que puedan incidir en errores que afectan la precisión y validez de la investigación, por ello, se describe las acciones que se toman en cuenta para reducir o justificarlos.

3.2.1 Precisión

De acuerdo con Muñoz (2011), la precisión es la facultad que tiene el investigador para determinar el alcance de la investigación, además que permite especificar instrumentos de medición y calculo. Ante esto, la presente investigación tiene como alcance cuatro fincas

orgánicas de distintas zonas del país de manera que se abarcan diferentes contextos. Esto, a pesar de ser una muestra pequeña de fincas, por los objetivos descriptivos del estudio permite abarcar con mayor detalle las diferencias de datos que se puedan obtener del objeto de estudio.

3.2.2 Validez interna

Para la validez interna de la investigación es trascendental considerar los siguientes sesgos:

- a) Sesgo de información: En este caso, trasciende el sesgo de información falsa, siendo este aspecto abarcado al tener la posibilidad de visitar las fincas y evidenciar por medio de fotos y estudios de laboratorio la información que brinden las personas encargadas de las fincas. En cuanto al sesgo del investigador, los datos son corroborados con fotos, grabaciones y análisis de laboratorio para evitar que la investigadora sesgue los resultados a favor de las hipótesis o preguntas de investigación.
- b) Sesgo de selección: Si bien las fincas en estudios se seleccionaron por conveniencia, se consideran como criterios de selección los siguientes: ser orgánicas, producir hortalizas y coincidir en al menos tres tipos de hortalizas con las demás fincas en estudio.

3.2.3 Validez externa

El alcance de la investigación es descriptivo, sin intenciones de extrapolar o generalizar datos, dadas las características diversas de las fincas, no obstante, los instrumentos de recolección de información se validaron al ser revisados por profesionales con conocimientos en el tema de estudio y las técnicas de recolección y análisis de muestras son validadas y utilizadas por el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica.

4.3 Métodos para Recolectar la Información

Respecto a la caracterización de las condiciones de infraestructura y prácticas agrícolas se realizó una metodología observacional a través de una lista de chequeo y guía de observación que fue llenada por la investigadora durante la visita a cada una de las fincas participantes con la colaboración del productor en caso de las preguntas puntuales **(Ver anexo 1)**. El instrumento de recolección de datos es de elaboración propia con base en el Manual de Buenas Prácticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica y la Lista de Buenas Prácticas Agrícolas de Zamora y Monzon (2012) que a su vez se fundamenta en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 11 004-02 sobre requisitos básicos para la inocuidad de productos y subproductos de origen vegetal. Además, para apoyar la validez de la información recolectada se utilizó la toma de fotografías. También se realizó análisis de laboratorio para verificar la calidad microbiológica del agua utilizada para riego y del vertido de aguas residuales.

Para evaluar la calidad microbiológica del abono y hortalizas orgánicas producidas en las fincas en estudio, se realizó análisis microbiológicos en la Sección de Microbiología de Alimentos y Laboratorio de Aguas de la Universidad de Costa Rica, el cual se hizo responsable de los costos de los estudios realizados **(Ver anexo 2)**.

La selección de la cantidad de muestras por finca a analizar fue definida por conveniencia, es decir, apelando a la disponibilidad de los cultivos y abonos existentes en las distintas fincas, esto, dado que, las cuatro fincas en estudios cuentan con distintos tipos de hortalizas y abonos, así como diversidad de tamaños de producción que a su vez se desconoce el tamaño real de la producción por finca (Gómez, 2011).

Considerando el tiempo de estudio, recursos y posibilidades del investigador, el presente estudio analizó una muestra pequeña de hortalizas y abonos utilizados en su producción con el fin de obtener datos que permitió caracterizar o brindar una noción de la calidad microbiológica de los productos analizados, de manera que fue un estudio exploratorio, cuyas muestras no representa la totalidad de las fincas del país.

Ahora bien, para el análisis de laboratorio se siguió los siguientes pasos, tanto para el estudio de hortalizas y abono:

1. Se tomó 10g de muestra y se mezcla con 90ml de agua peptonada estéril al 0,1%, se homogenizó.
2. Se hizo diluciones en agua peptonada estéril 0,1%. De cada dilución se realizó un recuento en Agar bilis rojo violeta.
3. Una porción del medio se incubó a 35°C durante 48horas para determinar coliformes totales y la otra porción se incubó a 44,5 °C para determinar coliformes fecales.

Salmonella

1. Se tomó 25g de la muestra y mezclar con 225 ml de agua peptonada buferizada. Esta mezcla se incubó a 25°C por 24 horas.
2. Traslación 0,1 ml a 2 tipos de medio: caldos Tetracionato y Rappaport.
3. Se incubó a 35°C por 24 horas.
4. De lo que crece en esos medios se rayaron placas de 3 medios diferentes: Agar XLD, Agar Salmonella- Shigella, Agar Sulfito Bismuto. Incubar a 35°C por 24 horas.
5. De las colonias sospechosas en cada medio se hizo confirmación bioquímica.

Listeria

1. Se tomó 25g de muestra y se mezcla con 225 ml de caldo listeria.
2. Se incubó a 35°C por 24 horas.
3. Se rayó placas de Agar Oxford Modificado.
4. Las colonias sospechosas se les hizo confirmación bioquímica para ver la especie.

Muestras de agua

Se utilizó lo que se conoce como la técnica del Número Más Probable (NMP) que se describe a continuación:

1. Diferentes volúmenes de cada muestra se sembraron en 5 tubos con Caldo Lactosado Doble o Simple. Se sembró 10 ml en 5 tubos (cada uno) de Caldo Lactosado Doble y también se sembró 1mL y 0,1 mL en 5 tubos de Caldo Lactosado Simple.
2. Los tubos se incubaron a 35°C por 48h.

3. De los tubos positivos (se observó gas y turbidez) se inoculan tubos de Caldo Bilis Verde Brillante y Caldo EC usando un palillo estéril.
4. Los tubos de CBVB se incubaron a 35°C por 48h y los tubos de CEC a 42,5°C por 24h.
5. Los tubos positivos presentan gas y turbidez
6. El resultado se reporta según la cantidad de tubos positivos y negativos en cada serie de tubos empleando la Tabla de NMP.

Por último, para el objetivo tres se realiza una devolución de resultados en donde a partir de los datos analizados se hace un resumen de hallazgos y brochure o panfleto informativo que será entregado a cada uno de los productores. Para ello, la investigadora elabora material para la devolución de los resultados de manera sencilla y validará dichos materiales con el comité asesor.

3.3.1 Caracterización de las fincas en estudio.

A continuación se presenta la codificación utilizada para cada finca con el fin de conservar el nombre de las mismas y caracterizarlas de forma que se evidencie la diversidad entre ellas (**Ver anexo 3**):

Cuadro 3: Resumen de las características de la finca en estudio.

Finca	Ubicación	Modo de producción	Tamaño
Finca 1	Cartago	Campo abierto	Desconocido
Finca 2	Desamparados	Campo abierto	1 hectárea
Finca 3	Coronado	Campo abierto	Desconocido
Finca 4	Grecia	Integral, campo abierto	14 hectáreas

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.4 Métodos para analizar los datos:

Para el análisis de datos cuantitativos se utilizó la estadística descriptiva que permite ordenar y clasificar la información en tablas y gráficos y además resumir los datos desprendidos mediante aplicaciones estadísticas como medidas de tendencia central, dispersión y asimetría, entre otros, lo que permitió un análisis formal en el cual se logren obtener resultados que se puedan contrastar con la información teórica existente, para ello se utiliza Excel 2013.

Por su parte, los datos cualitativos fueron analizados mediante el contraste de fuente bibliográfica y el análisis de las guías, grabaciones y fotos obtenidas.

3.5 Consideraciones éticas:

3.5.1. Respeto a la privacidad:

Con el fin de proteger la identidad de los productores participantes, el análisis de los datos se dará por medio de una base de datos general con fines académicos, la devolución de resultados se realiza de forma individual por finca, por tanto, dicha información recopilada, será procesada y manejada únicamente por los investigadores del caso **(Ver anexo 3)**.

Posteriormente, ya concluida la investigación, los participantes fueron informados acerca de los resultados obtenidos; también se brindó detalles sobre las medidas que se tomaron para la protección de la confidencialidad y privacidad.

3.5.2 Respeto de la autonomía:

Se informó a los productores en un lenguaje simple y comprensible, en qué consistió la investigación y de los beneficios que obtuvieron en base a la información que se recolectó, y los posibles riesgos que asumen al participar en la investigación.

Basándose en el principio de respeto a la autonomía, se hizo de conocimiento de cada uno de los productores que se encuentran en la libertad de decidir si brindar o no colaboración, así como de detener su participación en la investigación en el momento que considere que

dicha investigación no forma parte de sus intereses o que los afecta de alguna forma; por tanto, el no continuar colaborando no le traerá consecuencias o ningún tipo de sanción.

3.5.3 Principio de beneficencia y no maleficencia:

A través de la participación de los productores en la investigación, se pudo tener una noción de las prácticas agrícolas implementadas en las fincas integrales orgánicas en Costa Rica, calidad e inocuidad de las hortalizas y abonos producidos y su vínculo con los elementos de salud ambiental en estudio, por lo tanto, aunque este proceso no generó beneficios directos a los involucrados, sí lo hizo los resultados y las recomendaciones que se realizaron a través de los resultados obtenidos como una ayuda que podrían tomar en cuenta para la mejora continua. Asimismo, los resultados obtenidos con esta investigación servirán de referencia para el planteamiento de futuras investigaciones en el campo de la microbiología de los alimentos y la salud ambiental.

El estudio generó un riesgo nulo a los productores, dado que la población en estudio participó solamente en la devolución de resultados y al permitir el acceso a la finca para la toma de muestras; por lo que, para efectos de la presente investigación los productores no fueron sometidos a situaciones que comprometieran su seguridad física, emocional, o comercialización, es por ello que se determina que no existen riesgos previsibles.

Capítulo IV

Análisis de resultados

Este capítulo incluye la información correspondiente a los resultados y análisis de los tres objetivos específicos planteados, en donde se abarca todos los aspectos generales de caracterización de condiciones y prácticas agrícolas y su corroboración por medio de análisis microbiológicos, así como una guía de recomendaciones generales para implementar en fincas orgánicas desde la perspectiva de la salud ambiental.

4.1 Caracterización de las condiciones de salud ambiental y prácticas agrícolas de las fincas orgánicas en estudio.

En la presente sección se analizó los resultados obtenidos a partir de la aplicación de una lista de chequeo en cada una de las fincas en estudio, con el fin de identificar las condiciones de salud ambiental y prácticas agrícolas que incidan en la inocuidad de los productos agrícolas en estudio (apio, arúgula, lechuga y perejil). Cada una de las fincas fue identificada por la localización de estas (Grecia, Desamparados, Coronado y Cartago) y los datos serán presentados por medio de tablas resúmenes de incumplimientos y gráficos por subtemas que muestran el nivel de cumplimiento por finca.

4.1.1 Distribución de planta física

La contaminación microbiológica de los productos agrícolas se puede generar en los diferentes pasos de la cadena de producción. La evaluación de las condiciones sanitarias de las fincas es de suma importancia, dado que los microorganismos patógenos se han detectado con frecuencia en el suelo, los fertilizantes, el riego y las aguas de enjuague (Oliveira, Usall, Viñas, Anguera, Gatiús, Abadías, 2010).

Dado lo anterior, en las siguientes figuras se muestra un croquis de la distribución de las diferentes áreas que conforman cada una de las fincas orgánicas en estudio. De tal forma, en el caso de la finca de Cartago (Figura 1), se observa una cercanía entre el sitio donde está el ganado y las hortalizas, además, la casa donde se encuentra los baños y la zona de lavado y empacado de hortalizas hay una distancia aproximada de 2 metros a 3 metros. El área de producción de abono y el área de cultivos se encuentran

significativamente separados. La finca colinda con una finca de agricultura convencional y otra de agricultura orgánica.

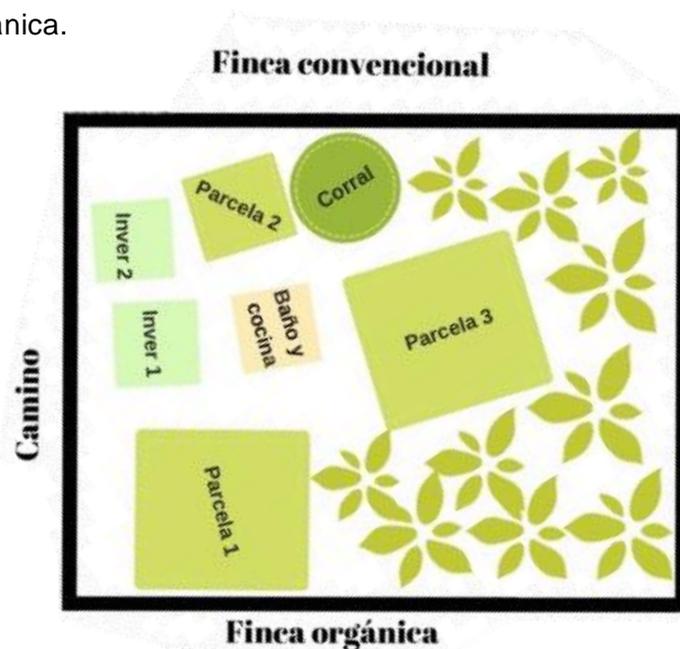


Figura 1: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Cartago.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Por su parte la finca de Desamparados (figura 2) cuenta con una distancia prudente entre el establo, los gallineros y las parcelas, no obstante, entre el área de producción de abono, baños y parcelas la distancia se limita a unos 2 metros aproximadamente. La finca no tiene colindancias que puedan afectar la producción.

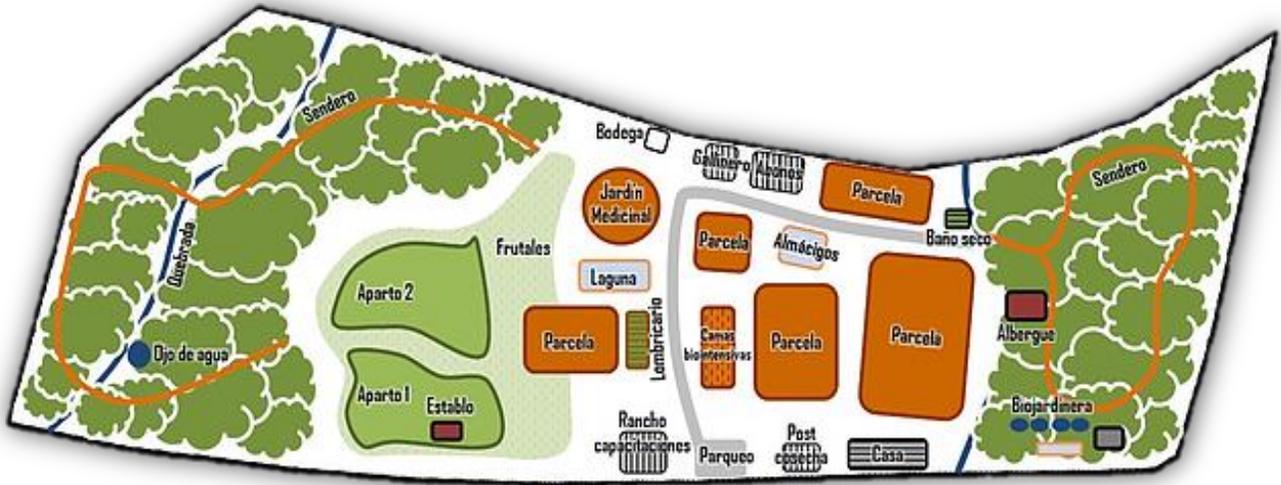


Figura 2: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Desamparados.

Fuente: Página oficial de la finca.

En la figura 3 se observa que la distancia aproximada entre la zona de producción de lombricompostaje y los cultivos es de unos 50 metros, y la zona de elaboración de bocachí se encuentra fuera de la finca. Por su parte los baños se encuentran a unos 15 metros de la zona de cultivo. La finca colinda con una quebrada y zona reforestada.

La finca de Coronado (figura 4), se destaca una distancia entre la zona de producción de bocachí y los cultivos de unos 35 metros aproximadamente, y de los baños de unos 40 metros. No obstante, entre el compost y la zona donde desaguan las aguas grises de la pila de lavado de hortalizas hay una distancia de unos 2 metros aproximadamente. La finca colinda con un potrero, una finca orgánica y casas.

Respecto a las observaciones realizadas, según el artículo 11 del Reglamento de Agricultura Orgánica (2001), la producción debe realizarse en una unidad cuyas parcelas, zona de producción y almacenes estén claramente separados de otra unidad que no produzca de acuerdo con las normas de agricultura orgánica en Costa Rica. Además, las instalaciones de transformación y/o envasado pueden estar dentro de la unidad, siempre que se limite a la transformación y/o envasado de su propia producción.

Al apearse a dicho artículo las tres de las fincas cumplen en cuanto a distanciamiento con otras unidades que no sean orgánicas y transformar únicamente su propia producción. No obstante, en cuanto a la separación entre áreas de la misma finca no se establece distancias recomendadas, sin embargo, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, (2011), las áreas de la finca deben de estar dispuestas de manera que no existe riesgo de contaminación de los cultivos.

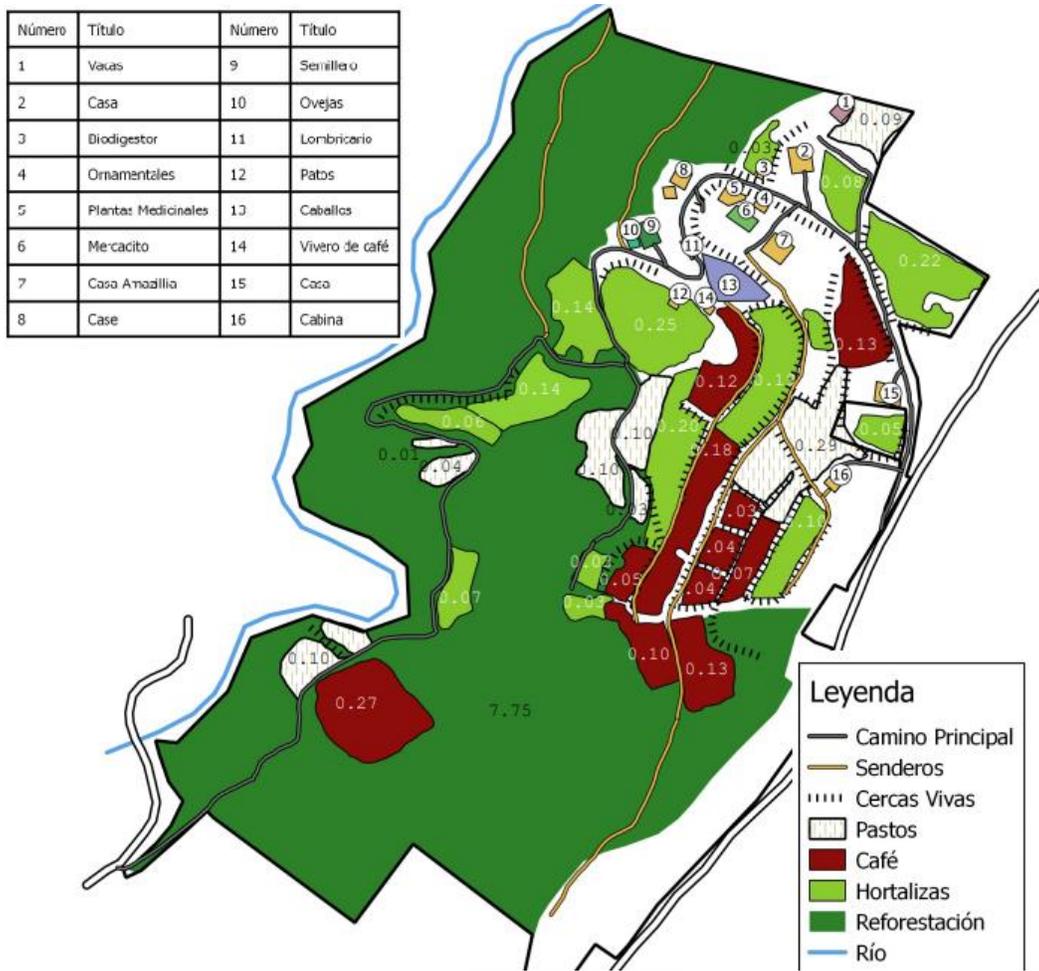


Figura 3: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Grecia.

Fuente: Facilitado por el productor, 2017.

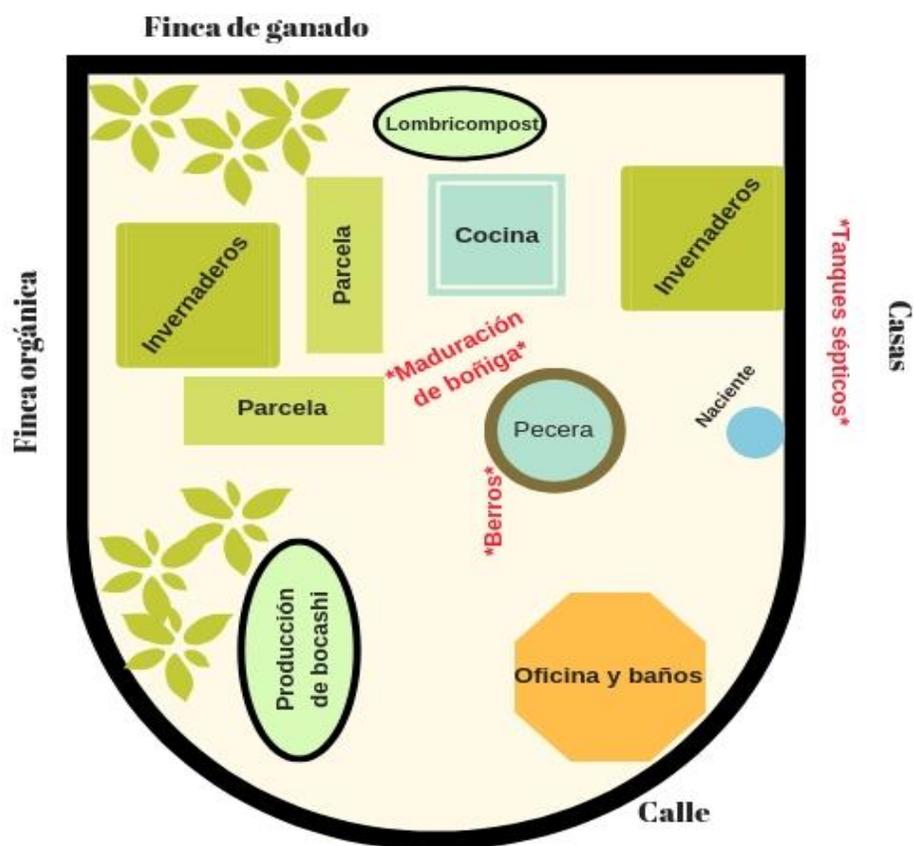


Figura 4: Distribución y colindancias de la finca orgánica de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2018.

En lo referente a la infraestructura de las diferentes áreas de la fincas, en el cuadro 4, se muestran los aspectos evaluados y el número de fincas que cumplen con cada uno.

Cuadro 4: Cumplimiento de lineamientos referentes a la distribución de la planta física en las cuatro fincas en estudio.

Lineamiento	N° de fincas que no cumplen
Cuentan con techo para el área para abono	1
Piso de cemento en el área para abono	3
Drenajes que permita la recolección de los lixiviados en el área para abono.	2
Distancia entre áreas que reduzca el riesgo de contaminación de cultivos.	2
Higiene de instrumentos y trabajadores (presencia de baños y pilas de lavado de manos)	0
Los viveros y enraizadores tienen un diseño que minimice el ingreso de plagas.	4

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración de abonos se debe realizar bajo techo para evitar que la lluvia traslade contaminantes hacia los mantos acuíferos o terrenos utilizados en la producción, además, se debe contar con piso de cemento y un sistema de drenaje adecuado para recoger los lixiviados que se generan (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008). De acuerdo con el cuadro 4, una de las fincas (Cartago) no cumple con el requisito de contar con techo en el área de producción de abono, no obstante, lo mantienen de forma tapada de manera que se reduzca el riesgo (figura 5).



Figura 5: Área de preparación de abono, finca de Cartago. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tres fincas (Cartago, Desamparados y Coronado), no cuentan con piso de cemento, sin embargo, en el caso de la finca de Coronado, el bocachí se realiza directamente en sacos que se colocan en tarimas evitando el contacto con el suelo (figura 6). Lo anterior es importante dado que existe la posibilidad de contaminación de las áreas de cultivo por goteo, lixiviación o desbordamiento de lugares donde se almacena estiércol o por inundación con aguas superficiales contaminadas (Organización Mundial de la Salud, 2013).



Figura 6: Área de preparación almacenaje de abono, finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

En cuanto al abono, el bocashí que es el principal abono de las fincas en estudio, no genera lixiviados, no obstante, todas cuentan con lombrocompost y compost que sí genera dicho lixiviado y no es recolectado por la finca (Grecia y Coronado) de manera que se infiltra en el suelo. Ante esto se indica que en la producción de abono se debe contar con una superficie impermeable con una adecuada pendiente que facilite el escurrimiento de los líquidos que se generan y prever la recolección de dichos lixiviados (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014).

Por su parte, el área de elaboración de abonos debe estar alejada de la zona de cultivo y de las plantas de acondicionamiento y empaque, además de considerarse la instalación de barreras físicas para evitar el contacto con las hortalizas y que los lixiviados se dirijan hacia fuentes de agua (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011). Lo anterior, debe garantizar una reducción máxima entre el contacto directo o indirecto del estiércol, los biosólidos y otros fertilizantes naturales con las frutas y hortalizas frescas, sobre todo en fechas próximas a la cosecha (Organización Mundial de la Salud, 2013). En este caso, únicamente la finca de Desamparados cuenta con el área de elaboración de abonos cercana al área de producción (figura 7).



Figura 7: Área de preparación almacenamiento de abono a 2m del área de cultivo, finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.

La higiene personal de los manipuladores de las hortalizas es fundamental, por lo que se debe contar con servicios sanitarios ubicados en un lugar accesible para los trabajadores.

Los servicios sanitarios deben ser cerrados y estar proyectados para asegurar la eliminación higiénica de los residuos que evite la contaminación de los lugares de cultivo, además, debe existir un sanitario por cada 15 trabajadores (Organización Mundial de la Salud, 2013). Del mismo modo, los sanitarios inadecuados o precarios son considerados la principal fuente de contaminación y contagio, por lo que se debe disponer de un inodoro, agua potable, jabón sanitizante y toallas descartables, además deben limpiarse de dos a tres veces al día (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011). De acuerdo con el cuadro 4, lo anterior se cumple parcialmente en las cuatro fincas en estudio, ya que, los sanitarios sí se observan limpios, pero no se realiza la limpieza de dos a tres veces al día y se cuenta con paños en lugar de toallas descartables.

Los viveros y enraizadores deben tener un diseño que no permita el ingreso de plagas. La estructura debe de brindar protección y cuando se utilice sarán, este debe de estar bien tensado y sin huecos de manera que se evite el goteo o salpique del agua en las camas o mesas de enraizamiento. Es preferible utilizar estructuras de concreto o de metal y los pisos deben ser construidos de materiales que faciliten el lavado y desinfección, con drenajes limpios y buenas condiciones (Servicio Fitosanitario del Estado, 2012). De acuerdo con el cuadro 4, ninguna de las fincas cumple con dicho requerimiento.

De acuerdo a lo anterior, se toma la cantidad de cumplimientos que obtuvo cada finca y se divide entre la cantidad de criterios evaluados por tema y se obtiene los siguientes porcentajes de cumplimiento para la distribución de las fincas en estudio:

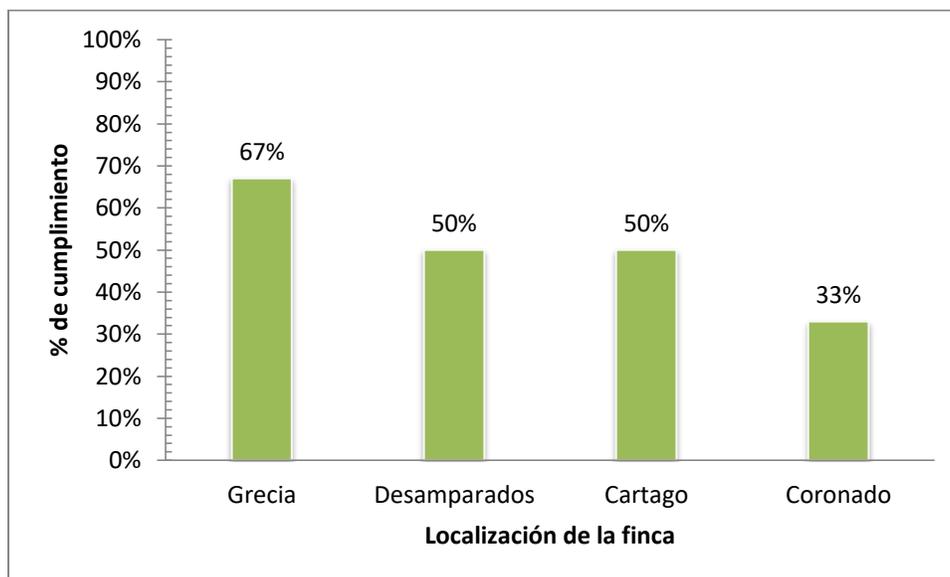


Figura 8: Porcentaje de cumplimiento en la distribución de la planta física según la finca en estudio. Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo con la figura 8, la finca con mayor porcentaje de cumplimiento en el tema de la planta física o instalaciones de la finca es la ubicada en Grecia y la de menor cumplimiento es la ubicada en Coronado. De manera general, las instalaciones dentro de las fincas deben ser construcciones sólidas y que no favorezcan el anidamiento y la proliferación de plagas, además, que faciliten el mantenimiento y la limpieza; del mismo modo es importante que existan separaciones entre diferentes sectores que aseguren la existencia de lugares reservados para las operaciones susceptibles de contaminación (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011).

4.1.2 Disposición de residuos sólidos y líquidos

De acuerdo con la Red de Agricultura Sostenible, A.C, (2017), el manejo de residuos en finca se centra en el desarrollo e implementación de un plan de manejo integrado de los desechos, de manera que se evite la contaminación del ambiente y riesgos a la salud humana. En esta sección se evalúa de forma detallada lo anterior y se incluye la valoración de la disposición final de las aguas residuales, tal como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5: Cumplimiento de lineamientos referentes a disposición de residuos sólidos y líquidos en las cuatro fincas en estudio.

Lineamiento	N° de fincas que no cumplen
Sitio específico para la disposición de residuos sólidos	0
Contenedores con tapa, higiénicos y rotulados para la disposición de los residuos	4
Los desechos orgánicos se mantienen cubiertos o bajo techo	2
Las instalaciones se encuentran libres de residuos sólidos	1
Se disponen las aguas residuales de acuerdo con la Ley General de Salud	3
Se realizan análisis de calidad microbiológica de vertidos de aguas residuales	4

Fuente: Elaboración propia.

En lo referente al sitio de disposición de residuos sólidos, las cuatro fincas cuentan con un lugar específico en donde disponen normalmente los residuos generados, que mayoritariamente son de tipo orgánico. No obstante, no cuentan con contenedores con tapa y rotulados, sino, que únicamente acumulan los residuos orgánicos en un sitio para luego ser composteados (Ver figuras 9-12).



Figura 9: Residuos orgánicos en finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.

En dos de las fincas (Cartago y Coronado), los desechos no se disponen en un sitio bajo techo o cubiertos de manera que se evite los lixiviados y escorrentía producto de la intervención de la lluvia. Ante esto, la Red de Agricultura Sostenible, A.C, (2017), recomienda que los desechos orgánicos no sean dispuestos en botaderos a cielo abierto sin ningún tipo de manejo, dado que, generan plagas perjudiciales para animales y personas, sobre todo si se encuentran cerca de fuentes de agua, zonas de protección o ecosistemas naturales porque representan un riesgo ambiental.



Figura 10: Residuos sólidos acumulados en área de almacigo en finca de Grecia. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Las instalaciones de las cuatro fincas por lo general se encuentran libres de residuos sólidos, no obstante, como se muestra en la figura 10, en el caso de la finca de Grecia, se encuentran en la zona de almacigo acumulo de residuos o materiales reutilizables al igual que en otras áreas. Las plantaciones deben mantenerse libre de residuos que puedan generar o aumentar la incidencia de plagas que puedan afectar la calidad e inocuidad de las hortalizas (Servicio Fitosanitario del Estado, 2012).



Figura 11: Residuos orgánicos en finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 12: Residuos orgánicos en finca de Cartago. Fuente: Elaboración propia, 2017.

En cuanto a la disposición de aguas residuales, únicamente en la finca de Desamparados se cuenta con un sistema de tratamiento (biojardinera) tal como se muestra en la figura 13.



Figura 13: Biojardinera, finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.

No obstante, las otras tres fincas no cuentan con un sistema de manejo de aguas grises de manera que el agua de lavado de instrumentos y lavado de hortalizas se filtra en el suelo. En el caso particular de la finca de Coronado en la figura 14 se muestra la cercanía entre el desagüe de aguas grises y los cultivos. Además, ninguna finca ha realizado análisis de las aguas de vertido.



Figura 14: Disposición de aguas residuales, finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Ante esto, la Organización Mundial de la Salud, (2013), menciona que se debe contar con sistemas e instalaciones adecuadas de drenaje y eliminación de residuos. Los residuos deben proyectarse y construirse de manera que se evite la posible contaminación de las frutas y hortalizas frescas, los insumos agrícolas o el abastecimiento de agua potable.

De acuerdo a lo anterior, se toma la cantidad de cumplimientos que obtuvo cada finca y se divide entre la cantidad de criterios evaluados por tema y se obtiene los siguientes porcentajes de cumplimiento para la distribución de las fincas en estudio:

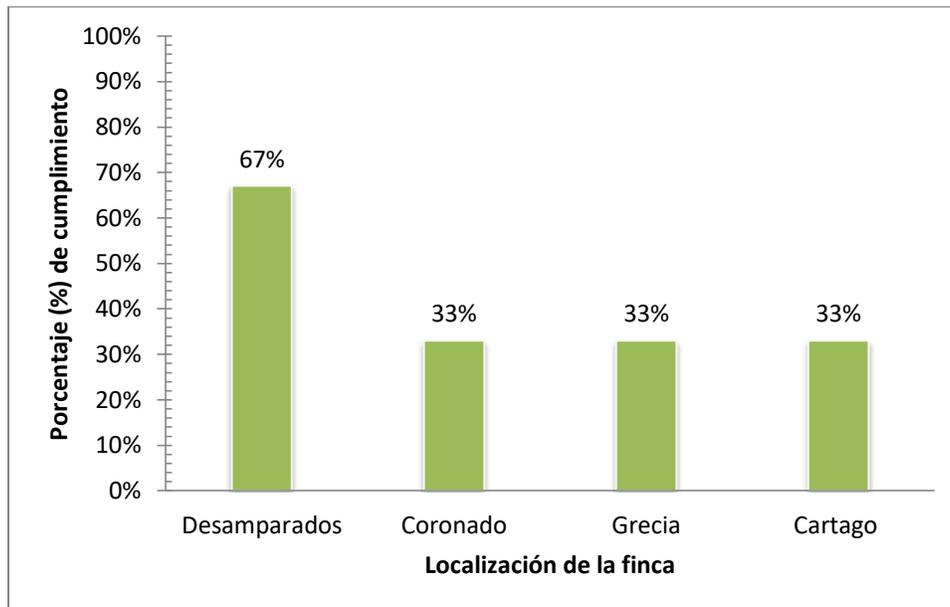


Figura 15: Porcentaje de cumplimiento en disposición de residuos sólidos y líquidos según la finca en estudio. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Dado lo anterior, en la figura 15 se muestra que la finca con mayor cumplimiento en el tema de residuos sólidos y líquidos es la de Desamparados, y por su parte las otras fincas tienen un porcentaje de cumplimiento similar. Los incumplimientos se dan en las cuatro fincas, donde la principal diferencia entre estas y la de Desamparados es el tratamiento de las aguas residuales.

4.1.3 Uso y calidad del agua

Las inadecuadas prácticas de producción como lo es el uso de aguas de riego contaminadas es uno de los riesgos biológicos más importantes asociados a productos hortícolas. Ante esto, es más efectivo y económico prevenir la contaminación microbiana en las frutas y hortalizas que no eliminarla una vez que ha ocurrido (Puig et al. 2014). Es por ello que en esta sección se analiza los aspectos relacionados al agua de riego y de lavado de hortalizas utilizados en cada finca.

De esta forma se destaca que tanto la finca de Grecia como la de Desamparados utilizan agua de naciente para el riego, por su parte, en Coronado se utiliza el agua que supe el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y en Cartago el agua proviene de la Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (ASADA). En todos los casos el agua se distribuye desde la fuente hasta el cultivo de forma entubada y el sistema de riego es por aspersión en el caso de la finca de Grecia, microaspersión en las fincas de Coronado y Cartago y goteo en finca de Desamparados.

En cuanto a la fuente de agua, la proveniente de acuíferos representa menor riesgo para la salud que el agua superficial, siempre que se cuente con construcciones adecuadas y pozos protegidos de manera que se prevenga contaminación fecal animal y agua de escorrentía de campos adyacentes (Uyttendaele et al. 2015). En cuanto al agua de ASADAS, se debe verificar si realizan análisis de calidad y solicitar los resultados y en cuanto al agua que proviene del AyA está considerada agua de calidad potable por lo que no hay problema en su uso.

Respecto al método utilizado para riego, este tiene un impacto directo en el riesgo de contaminación de la porción comestible del cultivo, de manera que se ha demostrado que el riesgo aumenta utilizando un sistema de riego por aspersión, respecto a otros métodos como el goteo subsuperficial o por surco, por tanto, se sugiere un tiempo aproximado de seis días entre el riego y la cosecha en caso de utilizar sistema de aspersión (Mathews, 2014). Lo anterior porque el riego por aspersión expone directamente la parte comestible de las hortalizas frescas que normalmente llevan poco o ningún tratamiento de lavado postcosecha antes de ser envasadas o consumidas (Organización Mundial de la Salud, 2013). Además se debe tener especial cuidado al acercarse el tiempo de cosecha, ya que, manipular un alimento húmedo o mojado, resulta poco higiénico (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011).

Por el contrario, en el riego por goteo el agua se aplica alrededor de cada planta para humedecer solo la zona de la raíz y para limitar la humedad a un nivel relativamente local. El método por goteo proporciona el mayor grado de protección a la salud para los trabajadores

agrícolas y los consumidores y limita la contaminación de las superficies de las hojas (Uyttendaele et al. 2015).

Ahora bien, de acuerdo con el cuadro 6 ninguna de las fincas ha realizado análisis de calidad del agua utilizada tanto, para el riego como para el lavado de las hortalizas.

Cuadro 6: Cumplimiento de lineamientos referentes al uso y calidad del agua en las cuatro fincas en estudio.

Lineamiento	N° de fincas que no cumplen
Análisis de laboratorio al agua	4
Buen estado de las tuberías y conexiones del sistema de riego	0
Programa de mantenimiento a la fuente de agua y a su red de abastecimiento.	1
Se evita el uso de aguas residuales sin tratar en el riego	0
Se evita el uso de agua no potable en el lavado de hortalizas	1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Dado lo anterior, los productores deben evaluar la calidad microbiológica del agua y valorar la idoneidad para el uso previsto e identificar medidas correctivas para prevenir o reducir al mínimo la contaminación (Organización Mundial de la Salud, 2013). Lo anterior es de vital importancia para el caso de las fincas que utilizan agua de nacimiento y en especial en el caso de Desamparados que se utiliza el agua sin ningún tratamiento para el lavado de las hortalizas previo a su venta, de manera que se puede poner en riesgo la inocuidad del producto final, dado que el agua para lavado de hortalizas debe ser de calidad potable.

Del mismo modo, en el Reglamento de agricultura orgánica, (2001), en el artículo 31 se indica la obligatoriedad de tener un plan dirigido a la conservación y mantenimiento de la fuente de agua usada para riego, donde se evalué las posibles causas de contaminación. El reglamento establece que el agua utilizada para la producción, transformación y procesamiento de productos orgánicos debe estar libre de contaminación, de manera que la integridad orgánica y la inocuidad del producto final no se vea afectada (Reglamento de agricultura orgánica, 2001). Ante esto, en las cuatro fincas se evidencia un buen estado de las tuberías

(Ver figuras 16-18), no obstante, una de las fincas (Grecia) no cuenta con un programa de mantenimiento de la fuente; las otras tres fincas, no cuentan con un programa estructurado y de forma escrita, pero indican que hacen una constante revisión de posibles fugas y cuando se tiene naciente se hace una limpieza del sitio.



Figura 16: Tuberías y sistema de riego, finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 17: Tuberías y sistema de riego, finca de Grecia. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 18: Tuberías y sistema de riego, finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Únicamente la finca de Desamparados cuenta con un tanque de almacenamiento de agua, el cual, no estaba instalado en el momento de las inspecciones, pero actualmente está en funcionamiento. Se debe considerar que el diseño del tanque, su construcción y mantenimiento

se realice de forma higiénica, por lo que se debe controlar la calidad del agua a través de análisis periódicos y mantener el tanque higienizado (limpiezas al menos trimestrales) (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011).

Ninguna de las fincas utiliza aguas residuales como riego. En el caso de la finca de Desamparados se está analizando la posibilidad de dar algún uso al agua proveniente de la biojardinera aunque no específicamente en el riego de hortalizas.

Por su parte, en la finca de Coronado hay un afloramiento de agua que colinda con el tanque de aguas residuales de una propiedad vecina, pero, esa agua la utilizan en un estanque de tilapias y luego escurre en el sitio donde se encuentran sembrados berros (este producto no se analiza en el presente trabajo) y en algún momento se consideró que el agua de ese afloramiento pudiera ser respaldo del actual sistema de riego (Ver figuras 19 y 20). Ante esto, se destaca que el uso de las aguas residuales no tratadas para la irrigación de hortalizas influye en la reducción de la calidad sanitaria de los productos y se vincula con presencia de *E. coli* y parásitos en los vegetales (Puig et al. 2014).



Figura 20: Lugar donde se encuentra la naciente, colindando con el tanque de aguas negras de una casa vecina. Finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 19: Poza con tilapias. Finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

En cuanto al uso de agua no potable en el lavado de las hortalizas en finca, en Desamparados, se utiliza el agua directamente de la naciente sin ningún tratamiento previo, y sin conocer su calidad por la ausencia de análisis de laboratorio. En las áreas de producción el agua de lavado es de especial atención, dado que, es considerada una de las principales

fuentes de contaminación microbiana porque pueden contener bacterias patógenas como *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* O157: H7 (De Quadros, 2014). El lavado de las hortalizas previa su distribución tiene como objetivo eliminar los desechos y reducir la carga microbiana, no obstante, su efectividad es limitada, por lo que productos añadidos al agua de lavado son útiles, pero la eficacia antimicrobiana depende de varios factores (Maffe, Alverega, y San'tAna, 2016).

Ahora bien, la Organización Mundial de la Salud, (2013), indica que la calidad del agua utilizada va a depender de la etapa de operación, es decir, se puede utilizar agua limpia o reciclada (agua recuperada del lavado final), para las etapas iniciales de lavado, pero, para los enjuagues finales de debe utilizar agua de calidad potable; a su vez agentes antimicrobianos se deben utilizar únicamente cuando sea absolutamente necesario para reducir al mínimo la contaminación cruzada durante las operaciones postcosecha y que su utilización esté en concordancia con las buenas prácticas de higiene.

De igual forma, para el caso del uso y calidad del agua se toma la cantidad de cumplimientos que obtuvo cada finca y se divide entre la cantidad de criterios para el presente tema y se obtiene los siguientes porcentajes:

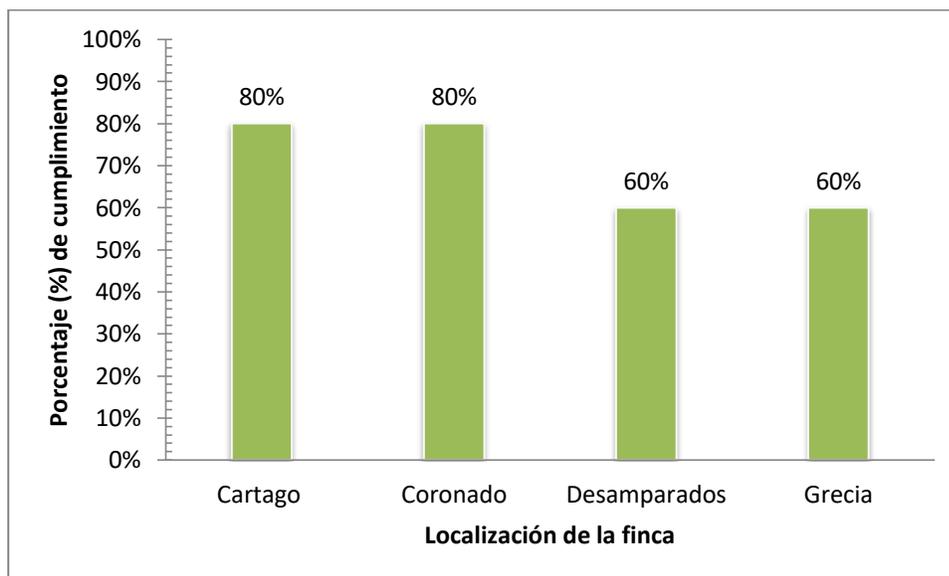


Figura 21: Porcentaje de cumplimiento en el uso y calidad del agua según la finca en estudio.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo con la figura 21 tanto la finca de Cartago como la de Coronado cumplen con un 80% de los criterios seleccionados para el tema de uso y calidad del agua, en donde las cuatro fincas coinciden en la ausencia de análisis de calidad de agua. Por otro lado, las fincas de Grecia y Desamparados cumplen con un 60% de los criterios, siendo los puntos adicionales en los que fallan estas fincas el programa de mantenimiento de la fuente de agua y el uso de agua sin tratar para el lavado de hortalizas respectivamente.

4.1.4 Manejo de suelos y aplicación de abono

El suelo y el abono son insumos importantes en la producción de hortalizas que inciden en la inocuidad de estos, por lo que, en esta sección se analiza los puntos críticos a considerar para asegurar buenas prácticas agrícolas y reducir el riesgo para el producto final. Se considera que una de las posibles actividades de aseguramiento en fincas es la aplicación de programas de fertilización bien controlados, enfocándose principalmente en el control de los tiempos de compostaje como medida preventiva, ya que, los tiempos de compost y la temperatura afecta a microorganismos como *E. coli*, *E. coli* O157: H7 y *Salmonella* (De Quadros et al. 2014).

Cuadro 7: Cumplimiento de lineamientos referentes al manejo de suelos y aplicación de abono en las cuatro fincas en estudio.

Lineamiento	N° de fincas que no cumplen
Medidas para minimizar la contaminación cruzada	1
¿Los insumos del abono cumplen con el reglamento 29782-MAG y la relación C/N?	0
¿Se cumple con el tiempo de madurez al aplicar el abono?	0
¿Se controla la temperatura del abono, los volteos y la humedad en su elaboración?	0
¿El tamaño de la pila (en la elaboración de abono) es intermedio de manera que no dificulte la aireación y el proceso?	0
¿Se evita el uso de estiércol crudo como enmienda del suelo y en caso de ser necesario se utiliza 90 a 120 días antes de la cosecha del producto?	0
Análisis de suelo	3
Se realiza limpieza y erradicación de estancamientos de agua	0

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En cuanto a medidas para minimizar la contaminación cruzada, como se mencionó en la sección 4.1.1 únicamente la finca de Cartago tiene como colindancia una finca de agricultura convencional, y a pesar de que cuenta con vegetación (barreras vivas), hay una parte que colinda directamente con los cultivos y no hay ninguna barrera que impida la contaminación cruzada. Las cuatro fincas realizan su propio abono, utilizando los insumos que se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8: Insumos utilizados en las cuatro fincas en estudio, para la elaboración de abono orgánico (Bocashi).

Finca Grecia	Finca Cartago	Finca Desamparados	Finca Coronado
Gallinaza, Caballaza, boñiga, melaza, granza, carbón.	Boñiga, pasto seco molido, semolina de arroz, melaza, tierra y carbón	Hojas secas, tierra, caballaza, gallinaza, semolina, melaza, borucha, paja de arroz, ceniza, rocas molidas.	Cerdaza, MM sólido y líquido, semolina, carbón, boñiga, concentrado, compost

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los insumos utilizados son permitidos de acuerdo con el anexo: Sustancia permitidas para la agricultura orgánica del Reglamento de agricultura orgánica, N° 29782- MAG. La relación carbono/nitrógeno es importante para obtener un compost equilibrado y de buena calidad, de manera que una relación C/N de 25-35 es la adecuada para que el proceso se inicie, dado que los microorganismos necesitan aproximadamente 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno, esta relación disminuye cuando avanza el proceso de compostaje y en general es posible considerar que el compostaje está maduro cuando la relación C/N llega a valores cercanos a 20 (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014).

Los materiales orgánicos ricos en carbono son: paja, heno seco, hojas secas, ramas, turba, aserrín, astillas de madera y otros. Los materiales ricos en nitrógeno son: recortes de césped, estiércol de ganado y pollos, restos de frutas, verduras y legumbres (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014). De acuerdo a lo anterior y al cuadro 8, se tiene que en todas las

fincas realizan una combinación de los materiales considerados ricos en carbono y ricos en nitrógeno.

Las cuatro fincas utilizan el abono con tiempo de madurez distinta. En el caso de la finca de Grecia manejan un tiempo de cuatro semanas, en Cartago lo dejan madurar 15 días y luego lo colocan en sacos otros 15 días, en Desamparados manejan un tiempo de maduración de 15 días y en Coronado 20 días. A nivel teórico se recomienda de 10 a 15 días de maduración del bocashí, en donde se aprecia un color gris claro, una textura arenosa y de consistencia suelta (Montenegro y Martínez, 2012). En cuanto al tiempo de aplicación, tanto la finca de Grecia como la finca de Desamparados fertilizan el suelo antes de sembrar. En el caso de la finca de Cartago fertilizan antes de la siembra y 15-30 días después de la siembra y en Coronado, se aplica en el momento de la siembra.

La temperatura cumple un papel crítico en la inactivación de patógenos, por lo que factores como la distribución desigual de la temperatura dentro de la pila, bajas temperaturas exteriores y los vientos crean nichos que no están expuestos a las temperaturas necesarias (al menos 55°C durante tres horas). Por lo general, las áreas periféricas tienden a alcanzar temperaturas insuficientes para la inactivación de patógenos y en montones no removidos, pueden albergar patógenos por periodos prolongados (Patel, Yossa, Macarisin, Millner, 2015).

Para evitar la disipación del calor en la superficie y mejorar la uniformidad de la distribución de la temperatura dentro de la pila de compostaje, se recomienda el uso de varios revestimientos aislantes (Patel, Yossa, Macarisin, Millner, 2015). Para el control de la temperatura si no se dispone de un termómetro, puede introducir la mano o hacer un hueco en la pila y ver si sale vapor de agua (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014). En las cuatro fincas no hacen un control directo de la temperatura, pero si observan el vapor de agua y controlan los tiempos.

El volteo contribuye a la aireación, permite reducir el tamaño de las partículas, homogenizar el material y redistribuir los microorganismos, la humedad y los nutrientes a la vez que expone nuevas superficies al ataque microbiano (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014). En las cuatro fincas conocen la importancia del volteo y lo realizan con

frecuencia. En el caso particular de la finca de Coronado, realizan el proceso de compostaje en sacos, por lo que, le están dando vuelta a los sacos cada cierto tiempo. Es recomendable realizar los volteos (mezclar la pila), al menos, una vez por semana, de este modo el aire puede penetrar hasta el centro de la pila y la descomposición se acelera (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014).

La humedad depende del tipo de residuo, no obstante, se recomienda que se mantenga en niveles de 40-60%, dado que, si el contenido de humedad es mayor el agua ocupará los poros, se produce compactación y por lo tanto el proceso se volverá anaeróbico (putrefacción), es decir, se genera malos olores y productos fitotóxicos (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014). De igual forma en las cuatro fincas controlan la humedad observando la pila de compostaje y manipulando con la mano la misma.

En cuanto al tamaño de la pila en las cuatro fincas manejan un tamaño intermedio tal como se recomienda, ya que no puede ser muy alta porque el peso del propio material origina en el interior sectores con baja aireación y dificulta el proceso. De igual forma, pilas demasiado pequeñas no logran independencia de las condiciones ambientales circundantes (Campitelli, Ceppi, Velasco y Rubenacker, 2014).

De acuerdo con el cuadro 8, ninguna de las fincas utiliza estiércol crudo como enmienda del suelo, aunque es permitido si se coloca de 90 a 120 días antes de la cosecha y dependiendo del grado de contacto con la porción comestible con el suelo, no obstante, es recomendable utilizarlo composteado y evitar esta práctica. (Patel, Yossa, Macarisin, Millner, 2015). En la finca de Coronado, la boñiga se tapa y se precompostea muy cerca al área de cultivo, lo cual por la escorrentía pueden llegar a listas para (Ver figura 22).



representa un riesgo de lixiviados, y estos hortalizas que están cosechar (Ver figura 22).

Figura 22: Maduración de boñiga, cerca del área de cultivo. Finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Únicamente la finca de Desamparados ha realizado análisis de suelos y en ninguna de las fincas se observó estancamientos de agua (Figura 23). Lo anterior es importante, por el hecho de que el suelo para el cultivo debe tener las mejores condiciones físicas y químicas y un drenaje pertinente que evite el establecimiento de microclimas muy húmedos que promuevan el ataque de microorganismos patógenos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011).

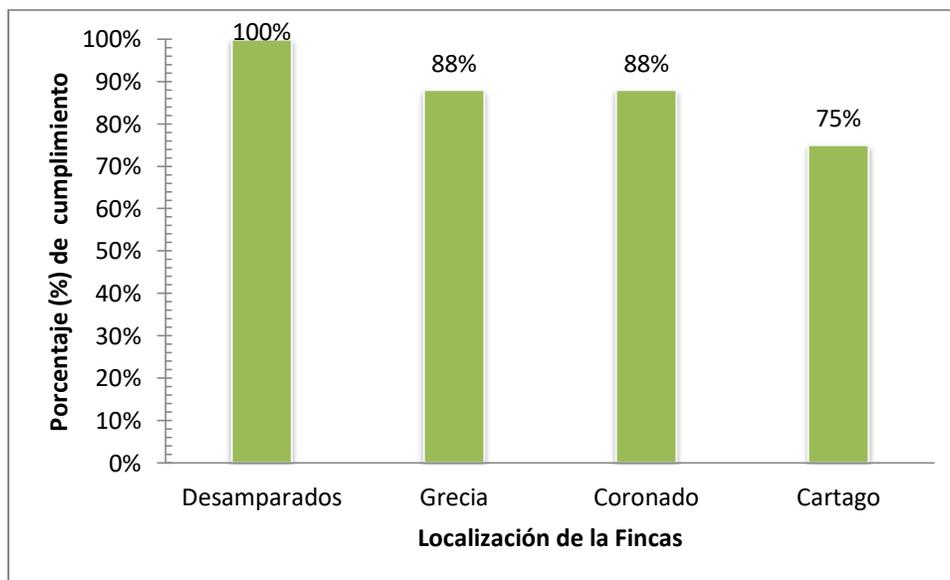


Figura 23: Porcentaje de cumplimiento en el manejo de suelos y aplicación de abono según la finca en estudio. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Al analizar los porcentajes de cumplimiento para el tema de manejo de suelos y aplicación de abonos se obtiene que Desamparados cumple con los ocho criterios evaluados para el tema de suelos y aplicación de abonos y Grecia, Coronado y Cartago, nunca han realizado análisis de suelos, y en el caso de Cartago obtiene un 75% de cumplimiento por qué no cumple en su totalidad con medidas para minimizar la contaminación cruzada.

4.1.5 Higiene y manipulación

Las Buenas Prácticas Agrícolas están directamente relacionadas con la reducción de contaminación de los productos, en donde la higiene y manipulación juega un papel importante en ese sentido (Organización Mundial de la Salud, 2013). Es por ello que en esta sección se discute sobre los hallazgos obtenidos en este tema, en la evaluación de las cuatro fincas en estudio.

Cuadro 9: Cumplimiento de lineamientos referentes a la higiene y manipulación en las cuatro fincas en estudio.

Lineamiento	N° de fincas que no cumplen
Limpieza de equipos	2
Limpieza de áreas de producción	0
Manipulación e higiene de alimentos	0
Evitar que se generen condiciones favorables para el establecimiento de plagas.	0
Control del acceso de los animales domésticos y silvestres a las áreas de producción	4
Se controlan los malos olores	1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo con el cuadro 9, dos de las fincas (Cartago y Desamparados) no cumplen con el lavado de los equipos o herramientas al utilizarlos para el movimiento de desechos orgánicos, antes de que sean utilizados en labores que involucran el contacto directo con las hortalizas (Ver figura 24). Ante esto se destaca que los equipos y herramientas utilizados para las tareas de cultivo y cosecha pueden ser fuentes importantes de contaminación por lo que es indispensable su limpieza y desinfección entre tareas y lotes (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011).



Figura 24: Instrumentos de trabajo, finca de Desamparados.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Además, las cuatro fincas utilizan tijeras para cosechar las hortalizas, de manera que la cosecha de los productos se da con la menor cantidad de tierra y barro, esto de acuerdo a lo recomendado. Sin embargo, las tijeras deben ser limpiadas y desinfectadas periódicamente durante las tareas de cosecha y ser colocadas en lugares donde no exista amenaza de convertirse en un factor de contaminación de los alimentos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011). De manera general, para las diferentes herramientas e instrumentos utilizados tanto en la siembra, cosecha, producción de abono y demás tareas agrícolas, los procesamientos de limpieza deben incluir la eliminación de restos de la superficie del equipo, la aplicación de una solución detergente, el enjuague con agua y cuando sea necesario, la desinfección (Organización Mundial de la Salud, 2013).

En cuanto a limpieza del área de producción, en las cuatro fincas se aprecia los diferentes sitios limpios, rotulados e identificados los diferentes estantes y lugares donde se almacenan insumos e instrumentos. En algunos casos se puede mejorar en cuanto a orden, al no dejar herramientas en sitios no dispuestos para ello (Ver figura 25).



Figura 25: Herramientas y escombros en el área de producción, finca de Cartago. Fuente: Elaboración propia, 2017.

En cuanto a la manipulación e higiene, en las cuatro fincas se cuenta con agua disponible para el lavado de manos e instrumentos en el proceso de cosecha, además, las hortalizas pasan por un sistema de lavado general y luego son colocadas en cajas limpias para trasladarlas hasta el punto de venta. En todos los casos se cuenta con un sitio exclusivo para el lavado de las hortalizas (Ver figuras 26-28).



Figura 26: Área de lavado de hortalizas, finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 28: Área de lavado y preparación de hortalizas. Finca de Grecia. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 27: Área de lavado y preparación de hortalizas. Finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Investigaciones en brotes sugieren que las fuentes de contaminación de los productos agrícolas son muy variadas, dado que se puede incluir excrementos de animales, manos de trabajadores, herramientas, suelo, abonos, agua, superficies de contacto, entre otras, no obstante, se han observado correlaciones significativas entre los indicadores de contaminación en manos y en los productos durante la detección de *E. coli*, ya que al detectarse *E. coli* en las manos, el producto cosechado con las mismas tenía nueve veces más probabilidades de contener *E.coli* (Bartz et al. 2017).

Del mismo modo, experimentos han demostrado que las manos de los trabajadores agrícolas al ser tratadas con productos de higiene manual tenían niveles microbianos significativamente menores, pero, 30 minutos después de la cosecha de determinado producto, los niveles microbianos en las manos no fueron diferentes al grupo control (Bartz et al. 2017).

En cuanto a evitar que se generen condiciones favorables para el establecimiento de plagas, en ninguna de las fincas se observó algún aspecto que pudiera favorecer el crecimiento de estas, sin embargo, en la finca de Desamparados se cuenta con estañones en varios sectores y se encuentran al aire libre conteniendo agua, por lo que el dueño señala que se desinfectan periódicamente (Ver figura 29).



Figura 29: Acceso a agua cerca del área de producción, finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Y en la finca de Coronado la salida de aguas grises se encuentra muy cercana a la zona de cultivo, por lo que, si se diera algún estancamiento de agua, puede favorecer algún tipo de plaga (Ver figura 30). Los sistemas postcosecha que utilicen agua deberán proyectarse de manera que se reduzcan al mínimo los lugares donde se depositan los productos y se acumula la suciedad (Organización Mundial de la Salud, 2013).



Figura 30: Compostera cerca del área de lavado de hortalizas, sin conducto para lixiviados. Finca de Coronado. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Referente a la presencia de animales silvestres y domésticos en el área de producción ninguna de las fincas cuenta con un plan para restringir el acceso de animales a las áreas de cultivo. Es importante destacar que en la finca de Coronado no se cuenta con animales domésticos que frecuenten dicha área como sí sucede con las fincas de Grecia, Desamparados y Cartago (Ver figuras 31, 32 y 33).



Figura 31: Animales domésticos sin restricción en el área de producción, finca de Desamparados. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 33: Animales domésticos sin restricción en el área de producción, finca de Grecia. Fuente: Elaboración propia, 2017.



Figura 32: Animales domésticos sin restricción en el área de producción, finca de Cartago. Fuente: Elaboración propia, 2017.

Por lo antes expuesto, es importante considerar que otro factor de contaminación es la presencia de animales domésticos y silvestres en el campo, debido a que la presencia de heces fecales de animales próximo al área de cultivos representa una fuente de contaminación directa tanto por el arrastre durante la lluvia, como el traslado de los contaminantes por los animales y los propios trabajadores (Puig et al. 2014). Del mismo modo la Organización Mundial de la Salud, (2013) reitera “Teniendo en cuenta esta posible fuente de contaminación, deberán hacerse esfuerzos para proteger de los animales las zonas de cultivo de productos frescos. En la medida de lo posible, los animales domésticos y silvestres deberán mantenerse fuera de la zona”.

En cuanto al control de olores, en todas las fincas se realiza por medio de las buenas prácticas y el adecuado control en la producción de abonos.

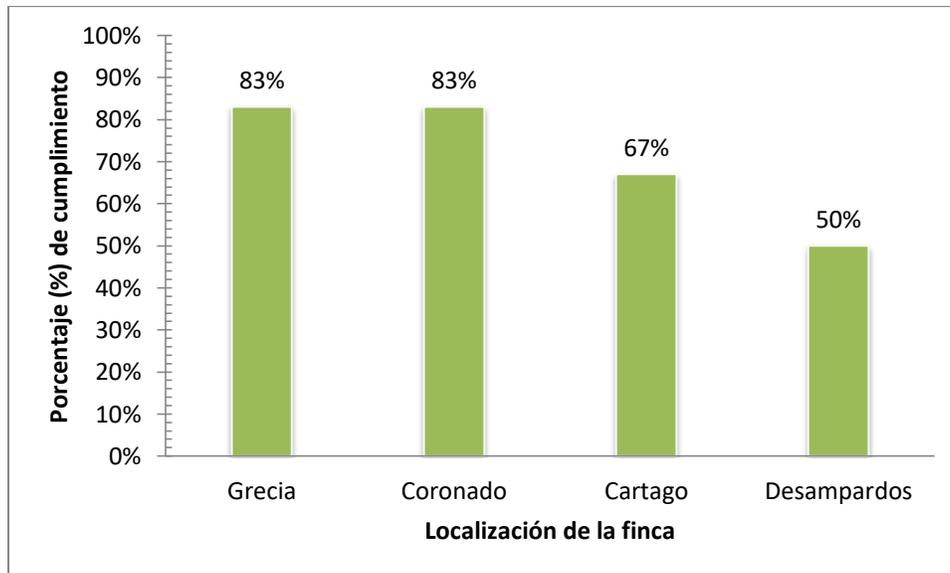


Figura 34: Porcentaje de cumplimiento en el higiene y manipulación de abono según la finca en estudio. Fuente: Elaboración propia, 2018.

De acuerdo con la figura 34 las fincas de Grecia y Coronado coinciden con un 83% de cumplimiento, en donde, el único aspecto con el que no cuentan es la restricción de animales al área de cultivo. Las fincas de Desamparados y Cartago además de ese aspecto, no realizan el lavado de los instrumentos de trabajo al cambiar de labores, entre manipulación de abono y hortalizas.

4.2 Calidad microbiológica en las hortalizas orgánicas producidas en las fincas en estudio y los insumos de interés.

La contaminación microbiológica de las hortalizas se produce en varios pasos de la cadena de producción. Los microorganismos patógenos asociados con este tipo de productos

han sido detectados en suelos, fertilizantes, agua de riego y agua de enjuague. Por medio de la evaluación microbiológica de los cultivos es posible identificar las principales fuentes de contaminación y cuáles representan el mayor riesgo (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2011). Dentro del proceso de evaluación del desempeño de las fincas en estudio, se determinó la calidad microbiológica de cuatro hortalizas orgánicas utilizando como indicador el grupo de coliformes totales y fecales. Del mismo modo, se determina la calidad de abono y agua de dos de las cuatro fincas en estudio.

4.2.1 Calidad microbiológica de las hortalizas orgánicas

Por las características propias de las hortalizas de hojas, se considera de importancia evaluar su calidad microbiológica. Se considera que la superficie y rugosidad de las hojas permite que los microorganismos se preserven mejor en las áreas húmedas de las plantas y permanezcan protegidos de los rayos directos del sol. Esto potencia el rol de estos productos como vehículos de transmisión de enfermedades alimentarias (Rodríguez, Zapata, Solano, Lozano, Torrico, & Torrico, 2015). Para tal efecto, se evaluó la calidad microbiológica de lechuga, apio, perejil y arúgula.

En el cuadro 10, se muestra los valores de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) determinados para coliformes totales y fecales en cuatro hortalizas producidas en las cuatro fincas en estudio, cuya escogencia se basó en la disponibilidad de estos productos.

Cuadro 10: Coliformes totales y Fecales en hortalizas sin lavar de las fincas en estudio.

Hortalizas	Fincas							
	Desamparados		Coronado		Grecia		Cartago	
	CT (35°C) UFC/g	CF (44,5 °C) UFC/g	CT (35°C) UFC/10g	CF (44,5 °C) UFC/g	CT (35°C) UFC/g	CF (44,5 °C) UFC/g	CT (35°C) UFC/g	CF (44,5 °C) UFC/g
Lechuga	4x10 ²	2x10 ¹	10x10 ²	0	14x10 ²	0	0	0
Apio	11x 10 ¹	5x10 ¹	24x 10 ¹	1x10 ¹	16x10 ²	0	13x 10 ²	0
Perejil	41x 10 ²	6 x10 ²	24x 10 ³	2 x10 ¹	29x10 ²	0	14x 10 ²	0
Arúgula	2x10 ²	0	25x10 ³	0	49x10 ²	0	51x10 ²	0
Promedio	12x10 ³	2x10 ²	1x10 ⁴	8x10 ⁰	3x10 ³	0	2,0x10 ³	0

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

De acuerdo con el cuadro 10, la mayor carga bacteriana de coliformes totales se obtiene en la finca de Coronado para los productos arúgula y perejil, sin embargo, en esta misma finca en coliformes fecales se cuantifica carga bacteriana sólo en apio y perejil. La mayor carga bacteriana para coliformes fecales se observa en la finca de Desamparados con los productos; perejil, apio y lechuga. Por lo anterior, la finca con mayor promedio en coliformes totales es Coronado ($1,3 \times 10^4$) y el mayor promedio en coliformes fecales es Desamparados ($1,7 \times 10^2$).

En cuanto al comportamiento de acuerdo al tipo de hortalizas, en el cuadro 11 se muestra el promedio obtenido para coliformes totales y coliformes fecales de acuerdo al tipo de hortaliza. De acuerdo con el cuadro 11, en coliformes totales en la arúgula y perejil se obtiene los valores más altos y en coliformes fecales se obtiene en apio y perejil.

Cuadro 11: Promedio de Coliformes totales (CT) y Fecales (CF) en el grupo de hortalizas en estudio.

Hortalizas	Promedio de CT (35°C) UFC/g	Promedio de CF (44,5 °C) UFC/g
Lechuga	7×10^2	5×10^0
Apio	3×10^3	2×10^1
Perejil	8×10^3	2×10^2
Arúgula	9×10^3	0

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En cuanto a lo anterior, de acuerdo con la OMS (2004), citado por Hernández y Escoto, (2016), los límites microbiológicos de coliformes totales en hortalizas frescas para un nivel higiénico satisfactorio debe ser $<10^4$ UFC/g y si es igual o mayor a dicho límite, es considerado de calidad higiénica insatisfactoria y potencialmente dañino. De acuerdo con el cuadro 10, ninguno de los recuentos supera dicho valor.

Asimismo de acuerdo con Compendium of methods for the microbiological examination of foods para la evaluación microbiológica de los vegetales se espera un valor menor de 10^3

UFC/g en lo que se refiere a coliformes fecales y un recuento negativo en lo que respecta a *E. coli* (Bolaños, 2002). Tomando como referencia dichos parámetros, las hortalizas en estudio no sobrepasan el máximo permitido.

Cabe destacar que en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.04.50:08) menciona en los criterios microbiológicos para hortalizas únicamente un valor máximo para *E. Coli* de 10^2 UFC /g y para coliformes fecales 93 NMP/ g.

De igual forma en un estudio de vegetales frescos en el área metropolitana de Costa Rica se obtuvo valores para coliformes totales entre 10 y 10^5 UFC/g en un 80% de las muestras y para coliformes fecales, valores de 10 y 10^5 UFC/g en un 40% de las muestras (Barrantes, Achí, Bolaños, Cerdas, Cortés, 2006). Por su parte Rodríguez et al (2015), en un estudio realizado en la provincia de Quillacollo, Cochabamba, Bolivia, obtuvo valores de coliformes fecales 3×10^4 UFC/gr en otoño y $1,9 \times 10^7$ UFC/gr en invierno en muestras de lechugas.

En una comparación de la calidad bacteriológica de la lechuga, producida en Costa Rica mediante cultivo tradicional, orgánico o hidropónico, se obtuvo, recuentos de coliformes fecales con valores promedio entre 10^2 y 10^3 UFC/g, en donde los promedios más bajos se obtuvieron en la lechuga hidropónica (Monge, Chaves & Arias, 2011).

En el cuadro 12, se analizó lechuga y apio cultivados en la finca de Coronado, en donde fueron lavados mediante un sistema de estañones que van del agua usada a agua limpia, esto con el fin de comparar los resultados con los del cuadro 10 para esta finca.

Cuadro 12: Coliformes totales y fecales en hortalizas lavadas de la finca Coronado.

Hortaliza	CT (35°C) UFC/g	CF (44,5 °C) UFC/g
Lechuga	10×10^2	0
Apio	4×10^1	1×10^1

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Al comparar los resultado que se muestran en el cuadro 10 respecto a los del cuadro 11, en el caso específico de lechuga y apio para la finca de Coronado, se obtiene que no hubo

diferencia en cuanto a coliformes fecales y únicamente hubo una disminución en el caso del apio para coliformes totales pasando de 24×10^1 UFC a 4×10^1 UFC, lo cual permite deducir que el lavado realizado en dicha finca no disminuye, ni aumenta la concentración de coliformes fecales y en coliformes totales únicamente en una hortaliza se evidencio una disminución.

Dado lo anterior, Campos y Manzano (2007), realizó un estudio del comportamiento de la carga bacteriana de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli* en apio y lechuga, para ello se evaluó la carga bacteriana en el producto sin lavado, producto lavado, uso de benzalconio, uso de hipoclorito de sodio y uso de yodo en solución, obteniendo como resultado para el caso del apio que el método de desinfección con mayor incidencia para la reducción de la carga bacteriana de coliformes fecales es el cloruro de benzalconio y para la reducción de *E. coli* es el hipoclorito de sodio, mientras que la carga bacteriana de coliformes totales permanece constante después de la aplicación de los métodos de desinfección. En el caso de la lechuga el método de desinfección con mayor incidencia para la reducción de la carga de *E. coli* es el hipoclorito de sodio, por su parte, la carga bacteriana de coliformes totales y fecales permanece constante después de la aplicación de los métodos de desinfección (Campos y Manzano, 2007).

De acuerdo con el mismo estudio realizado por Campos y Manzano (2007), los métodos de desinfección para hortalizas comercializadas en El Salvador, no reducen la carga microbiana presente en las hortalizas objeto de análisis en la investigación, no obstante, la combinación de estos métodos con un agente tensoactivo, aumentan su efectividad y por tanto reducen la presencia de *E. coli*, además, el método no químico de desinfección que reduce sustancialmente la presencia de *E. coli* a un nivel por debajo del límite máximo permitido en El Salvador es una solución de orégano a concentración de 10 % p/v a un tiempo de acción de 15 minutos.

Ahora bien, una vez teniendo los resultados para las hortalizas orgánicas en estudio, es importante conocer si dichos valores cambian respecto a hortalizas cultivadas de forma convencional, por tanto, en el cuadro 13, se muestran los valores de tres hortalizas cultivadas de forma convencional, las cuales fueron adquiridas en un supermercado de San José.

Cuadro 13: Coliformes totales y fecales en hortalizas del supermercado (cultivo convencional).

Hortaliza	CT (35°C) UFC/10g	CF (44,5 °C) UFC/10g
Lechuga	10x 10 ³	1x 10 ¹
Apio	15x 10 ³	1x 10 ¹
Perejil	7x 10 ²	0
Promedio	9x10 ³	7x10 ⁰

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Referente al cuadro 13, el perejil es el que obtiene menor concentración de coliformes totales y coliformes fecales, al respecto, se debe indicar que este es el único vegetal convencional hidropónico y que se encontraba en caja plástica sellada de manera que el cliente no tenía contacto directo con el producto. Respecto al cuadro 10 y cuadro 13 el perejil orgánico obtuvo mayor concentración de coliformes totales respecto al convencional y en coliformes fecales coincide los valores del perejil convencional con los de las fincas de Grecia y Cartago.

En cuanto a lechuga por el contrario se obtiene un mayor recuento de coliformes totales en la lechuga convencional (1x 10¹), en comparación a la orgánica, y en cuanto a coliformes fecales, de igual manera se obtiene mayor recuento respecto a las fincas orgánicas con excepción a la lechuga proveniente de la finca de Desamparados (2x10¹).

De mismo modo en el caso del apio, en coliformes totales se obtiene un mayor valor en la hortaliza convencional respecto a las orgánicas, en el caso de coliformes fecales, se obtiene menor valor en las hortalizas orgánicas, excepto en el apio de la finca de Desamparados.

Al comparar los promedios de cada finca respecto al promedio obtenido de los vegetales del supermercado, tanto para coliformes totales como coliformes fecales se obtiene valores menores que los obtenidos en el promedio de la finca de Desamparados y Coronado, pero mayor a los obtenidos en las fincas de Grecia y Cartago.

Por lo antes expuesto, es de considerar que las cadenas de suministro presentan diversas condiciones que son de importancia para la calidad e inocuidad de los alimentos, de manera que se puede favorecer el crecimiento microbiano y la supervivencia después de la contaminación, además, si bien existen tratamientos para desinfectar los productos frescos y el equipo de empaque, una vez que la superficie o producto está contaminada, estos métodos reducen la cantidad de microorganismos pero no pueden garantizar la seguridad.

Las cadenas de suministro de productos frescos presentan condiciones variables y diversas que son relevantes para la calidad e inocuidad de los alimentos porque pueden favorecer el crecimiento microbiano y la supervivencia después de la contaminación; si bien se pueden usar diferentes tratamientos para desinfectar los productos frescos y el equipo de empaque, una vez que un producto o superficie está contaminada, estos métodos generalmente reducen la cantidad de microorganismos pero no pueden garantizar la seguridad (Claire et al. 2018). Por tanto, en el caso de las hortalizas obtenidas del supermercado, es necesario tomar en cuenta que estas se encuentran a disposición de diversos clientes que pueden manipularlas directamente, ya que no cuentan con bolsas o empaque que las proteja de la manipulación, lo cual, puede contribuir a la contaminación.

No obstante, de acuerdo con Smith (1993), citado por Arbos et al. (2010), la contaminación microbiológica depende en mayor medida de las prácticas de producción adoptadas en la finca y las condiciones ambientales, es por ello, que se considera que tanto los vegetales orgánicos como los convencionales estarían en un mismo nivel de riesgo, y a esto se le une los controles que las certificadoras realizan en las fincas orgánicas, de manera que no permite que el estiércol animal sea utilizado si no ha pasado por un correcto compostaje. Ante esto, hay que destacar que dos de las fincas que forman parte del presente estudio no se encuentran certificadas.

4.2.2 Calidad microbiológica del abono orgánico

La presencia de determinado número de indicadores microbiológicos de interés sanitario en alimentos, indica que dichos productos fueron expuestos a condiciones que pudieran haber variado la calidad microbiológica, por ello es importante analizar los insumos utilizados en su producción (Hernández y Escoto, 2016). En este caso se analiza el abono

utilizado en mayor cantidad y frecuencia en las dos fincas en las que se encontró UFC para coliformes fecales.

Cuadro 14: Número más probable de coliformes fecales (CF), totales (CT) y *E. coli* en muestras de abono orgánico de dos de las fincas en estudio.

Finca	Tipo de abono	CT	CF	<i>E. coli</i>
		NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
Desamparados	Bocashi	24	12	12
Coronado	Bocashi	28	21	21
Coronado	Lombricompost	5	2	2

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. NMP: Numero más probable.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En Costa Rica la normativa referente a fertilizante y enmiendas para uso agrícola es el Reglamento Técnico: Sustancias químicas, fertilizantes y enmiendas para uso agrícola. Tolerancias y límites permitidos para la concentración de los elementos nutritivos, metales pesados e impurezas (RTCR 485:2016), únicamente establece la fiscalización para niveles de cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr), Arsénico (As), Mercurio (Hg), en las enmiendas orgánicas y no establece límites microbiológicos para los abonos orgánicos.

En México por medio de la norma NMX-FF-109-SCFI-2007, se establece como límite para *Escherichia coli* menor o igual a 1000 NMP. De acuerdo con el cuadro 14, ninguno de los abonos sobrepasa dicho límite. Se destaca que el lombricompost fue en el que se obtiene un recuento menor respecto al bocashi de ambas fincas. Además para dichos abonos, se analizó la presencia de *Salmonella* y *Listeria*. En el caso de la *Salmonella*, no se encontró en ninguna de las dos fincas y en ambas se encontró *Listeria innocua*. Ante esto, se destaca que la presencia de *Salmonella spp.*, en un fertilizante indica un problema serio del compostaje (De Quadros et. al 2014).

A pesar de que no existe un estándar para evaluar la calidad del compost, el Código de Regulaciones Federales (CFR) de la US EPA establece que el compost debe tener niveles de coliformes fecales menores a 1,000/g, por su parte la Comisión Europea estipula que los

productos de compostaje no deben exceder 1,000 MPN / g para *E. coli* (Mdluli, Thamaga, y Schmidt, 2013).

En cuanto al bocashi, se obtiene un recuento mayor (aunque no significativo) en el producido en la finca de Coronado, respecto al producido en Desamparados. De acuerdo con el cuadro 8, los insumos utilizados en ambas fincas son en su mayoría diferentes. La principal diferencia radica en que en Desamparados se utiliza caballaza y gallinaza y en Coronado se utiliza cerdaza y boñiga. No obstante, de acuerdo con Oliveira et al, 2010), las diferencias en los insumos (desechos de diferentes animales) utilizados para el abono no tienen un efecto significativo en los niveles de contaminación de las hortalizas.

Por lo antes expuesto, es de destacar que en la finca de Desamparados realizan el composteo en pilas y en Coronado se realiza en sacos, lo cuales se les va dando vuelta cada cierto tiempo, por lo que la técnica puede ser un punto de variación.

De acuerdo con Olivera et al. (2010), se ha considerado que la producción orgánica representa un mayor riesgo para la salud pública que la producción convencional, esto dado que se utilizan fertilizantes naturales como el estiércol animal y no se utilizan productos químicos para reducir la carga microbiológica del producto. No obstante, hay poca evidencia científica de dicha afirmación, además otros autores (Smith, 1993), refutan dicha idea, mencionando que el nivel de riesgo microbiológico es similar en la agricultura convencional respecto a la orgánica.

En este caso particular, los abonos estudiados no sobrepasan el límite recomendado en una normativa internacional, por tanto, se puede deducir que las prácticas de compostaje realizadas en las dos fincas estudiadas para este elemento, son las adecuadas y por tanto, este insumo no significa un riesgo para las hortalizas de dichas fincas.

4.2.3 Calidad microbiológica del agua de riego y lavado de hortalizas

En la inocuidad de las hortalizas, el agua de riego y de enjuague juega un papel fundamental debido a que se puede convertir en una fuente importante de contaminación En

algunos casos se pueden producir variaciones bruscas en la calidad microbiológica del agua, que puede aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Además, el agua utilizada para lavar las hortalizas tiene la intención de eliminar los desechos y reducir la contaminación, no obstante, si el agua está contaminada, la presencia de sustancias peligrosas aumentará (De Quadros et. al 2014).

En ese sentido, en el cuadro 15 y cuadro 16 se analiza el agua de riego de las fincas de Desamparados y Coronado, así como otras fuentes de agua disponibles en las fincas, que actualmente no se utilizan para el riego por el desconocimiento de la calidad microbiológica de las mismas.

Cuadro 15: Número más probable de coliformes fecales (CF), totales (CT) y *E. coli* en muestras de agua de la Finca de Desamparados.

Muestra	CT NMP/100 mL	CF NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP NMP/100 mL
Agua de Naciente (Riego y lavado)	5,1	5,1	5,1
Agua de Biojardinera	2,2	2,2	2,2

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. NMP: Numero más probable.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El agua que se utiliza para riego y para enjuague de las hortalizas en la finca de Desamparados, proviene de la naciente con la que cuenta la finca y no se le aplica ningún tipo de tratamiento para ninguno de los dos usos.

En Costa Rica, la normativa que regula los usos del agua es el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (Decreto Ejecutivo N° 33903 MINAE-S), el cual se limita a brindar valores de referencia para cuerpos de agua superficiales. Este reglamento, clasifica en su artículo 7 los cuerpos de agua según el uso potencial y tratamiento que requiere, de manera que establece que tanto los cuerpo de agua que pertenecen a la clase 1 como los que pertenecen en la clase 2 pueden ser utilizables para

el riego de hortalizas que se consumen crudas o de frutas que son ingeridas sin eliminación de la cáscara. Ahora bien, de acuerdo con el artículo 5 del reglamento supracitado, para que un cuerpo de agua pertenezca a la clase 1 debe tener menos de 20 (NMP/100 ml) para coliformes fecales y para pertenecer a la clase 2 debe estar en un rango de 20-1000 (NMP/100 ml) coliformes fecales, por tanto, establece un límite máximo para coliformes fecales de 1000 NMP/100 ml.

Por lo supracitado, el agua de naciente utilizada para el riego en la finca de Desamparados no sobrepasa el límite establecido en la reglamentación costarricense. No obstante, de acuerdo con el Reglamento para la calidad del agua potable (Decreto N° 38924-S), el parámetro, para *Escherichia coli* y coliformes fecales es no detectable. Del mismo modo las Guías para la calidad del agua potable de la OMS, establece para CF y *E. coli* el límite no detectable.

Considerando que los usuarios finales en su mayoría no lavan los vegetales antes de su consumo y que el lavado en el hogar puede no ser suficiente para eliminar los patógenos, la calidad microbiológica de las aguas de enjuague en los sitios de producción debe considerarse crítica para la inocuidad de las hortalizas y por lo tanto debe ser de calidad potable (De Quadros et. al 2014). Dado lo anterior, el agua de naciente de acuerdo con el cuadro 15 no debe ser utilizada sin tratar para el lavado de las hortalizas antes de su distribución, ya que sobrepasa el límite recomendado.

En cuanto al uso de agua residual para el riego, se establece que de acuerdo con la normativa de California se recomienda que las aguas residuales pasen por un tratamiento secundario, un tratamiento adicional avanzado con una etapa de coagulación/filtración, seguida de una etapa de cloración/decloración para lograr cero coliformes fecales/100 ml (FAO, 2013). Basado en lo anterior, de acuerdo con el cuadro 15 no es recomendable utilizar el agua de la biojardinera para el riego de las hortalizas, considerando que en dicha calidad no sólo intervienen factores microbiológicos, sino que también se debe evaluar los parámetros físico-químicos de dicha agua.

Del mismo modo, si en el riego se utilizan de aguas residuales tratadas, se puede asociar a riesgo para la salud debido a la posibilidad de que exista la presencia de un amplio espectro de patógenos, de manera que el agua contaminada o agua residual tiene un amplio potencial para transmitir enfermedades, esto es asociado principalmente a dos factores: el primero es la contaminación de los suelos agrícolas y la contaminación de la cadena alimentaria, el segundo es la contaminación del agua subsuperficial (Lonigro, Rubino, Lacasella, Montemurro, 2016).

En el caso de la finca de Coronado se utiliza el agua proveniente del AyA, tanto para el riego como para el enjuague de las hortalizas, en donde, de acuerdo con el cuadro 16, no se detectó coliformes fecales, por lo cual cumple con los dos reglamentos supracitados.

Cuadro 16: Número más probable de coliformes fecales (CF), totales (CT) y *E. coli* en muestras de agua de la Finca de Coronado

Muestra	CT NMP/100 mL	CF NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP/100 mL
Agua de naciente (Después de las Tilapias)	540	23	13
Agua de AyA (riego y lavado)	No detectable	No detectable	No detectable
Agua naciente (Antes de las Tilapias)	95	95	95
Agua naciente (En su origen)	41	17	17

Nota: CT: Coliformes totales. CF: Coliformes fecales. NMP: Numero más probable.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Además, en la finca de Coronado se cuenta con una naciente que se encuentra colindando con una serie de casas, de manera que el tanque séptico de uno de los vecinos queda muy cercano a la fuente. A pesar de que el agua de la naciente no se utiliza para el riego de los cultivos, se hizo el análisis de la misma en tres puntos, esto dado que, se cuenta con una especie de laguna en donde se tiene peces y justo donde sale el agua de la misma se tienen berros para consumo humano. Los berros no forman parte de la evaluación del presente trabajo investigativo, pero, es importante hacer la aclaración de que alguno de los cultivos de la

finca, tiene contacto directo con el agua que proviene de la naciente. Del mismo modo, en algún momento surgió la duda por parte de los trabajadores de la finca, de la inocuidad de dicha agua para ser utilizada en el riego de hortalizas.

Los puntos de muestreo fueron, en la naciente propiamente, de la cual no se observó que se le diera mantenimiento. El lugar donde surge la naciente, está empozado y en contacto con la tierra, y es donde se obtiene un recuento mayor que en el último punto de muestreo que es donde ya sale el agua después de ser utilizada para los peces. Y el recuento mayor se obtiene, en el punto antes de entrar el agua a la laguna.

La contaminación de la naciente por medio de aguas residuales provenientes de tanques sépticos vecinos se da por el hecho de que la altitud y características propias de permeabilidad del terreno facilita la infiltración de agua a las capas freáticas, ello unido a la capacidad de recarga del terreno, a la ausencia de la ejecución de planes reguladores y construcciones que no cumplen con los requerimientos técnicos ambientales, provoca que los lixiviados provenientes de tanques sépticos alcance el nivel freático, contaminando así cuerpos de agua subterráneos (González, 2014).

Además, de acuerdo con el artículo 33 de la Ley Forestal, N° 7575, (1996), deben ser protegidas las áreas que bordeen nacientes, definidas en un radio de cien metros medidos de forma horizontal, por lo cual, en el caso de las casas que se ubican rodeando la naciente de la finca de Coronado, no se cumple con dicho requerimiento.

Dado lo anterior, es importante resaltar que en Costa Rica solo el 3,6 % de la población cuenta con un tratamiento adecuado de las aguas residuales, esto según datos del año 2011, además, gran parte de las viviendas cuentan con tanques sépticos, de manera que las aguas de los tanques sépticos ya saturan los centros de población urbana y evidencian un problema de contaminación medio ambiental y del recurso hídrico, y esto a su vez impacta en la seguridad alimentaria, ya que, muchos de los cuerpos de agua y nacientes contaminados se utilizan para el riego agrícola (Navarro et al. 2013).

Por lo antes expuesto, es vital tomar en cuenta que el riesgo de tierras agrícolas con agua de baja calidad, principalmente por el método de goteo y riego subterráneo, puede

potenciar la contaminación de aguas subterráneas cuando el agua de riego contiene un gran número de microorganismos fecales y patógenos humanos como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Shigella*, virus entéricos y parásitos protozoarios (Lonigro, Rubino, Lacasella, Montemurro, 2016).

4.2 Recomendaciones para el mejoramiento de las prácticas agrícolas en las fincas en estudio

En la sección 4.1 se realizó un análisis de las condiciones de salud ambiental observadas en cada finca que pueden incidir en la inocuidad de las hortalizas orgánicas producidas, por su parte, en la sección 4.2, se analizan los resultados de los indicadores de calidad microbiológica utilizados para determinar contaminación fecal en muestras de hortalizas, agua y abono. De tal forma a partir de los resultados obtenidos se propone una serie de recomendaciones para cada temática evaluada para cada finca, considerando los criterios de salud ambiental que permiten prevenir la contaminación del producto final.

4.3.1 Finca orgánica de Cartago

A partir de los análisis realizados en este estudio, se determinó una serie de aspectos que desde la perspectiva de la salud ambiental pueden incidir en la inocuidad de las hortalizas generadas en la finca de Cartago por lo que se genera las siguientes recomendaciones:

- ❖ Buscar un sitio más apropiado para el ganado de manera que las heces que generan no se conviertan en una potencial fuente de contaminación por cercanía a las zonas de producción de hortalizas.
- ❖ Reforzar las barreras vivas en la colindancia con fincas vecinas que producen de manera convencional.
- ❖ Colocar en la zona de producción de abono un techo, piso de cemento, una pendiente de < 4% para evitar problemas de lixiviación y erosión.
- ❖ Los viveros y enraizadores deben de ser cerrados y de material que evite el ingreso de plagas y el salpique o goteo de agua a las camas.

- ❖ Los residuos constituyen una importante fuente de contaminación por lo que se recomienda contar con recipientes con tapa y un sitio exclusivo para la disposición o almacenamiento de los residuos.
- ❖ Los residuos orgánicos (pre-compostaje) es importante que se dispongan bajo techo para evitar la acción de la lluvia y generación de plagas.
- ❖ Disposición de aguas residuales en alcantarillado sanitario o bien sistemas como biojardineras u otros que permitan la disposición adecuada de las aguas evitando la contaminación de las áreas de cultivo y contaminación ambiental.
- ❖ El sistema de riego, si bien depende de factores como el tipo de hortalizas, fuente de agua, terreno, entre otras, es recomendable el sistema de goteo para evitar el contacto directo del agua con el producto, no obstante, siempre que se asegure la calidad del agua utilizada para riego, la microaspersión es aceptable.
- ❖ Es recomendable realizar análisis de suelos que permitan su monitoreo.
- ❖ Es importante lavar las herramientas y equipos al utilizarlos para el movimiento de desechos orgánicos antes de utilizarlo en la producción de hortalizas.
- ❖ Las tijeras y/o instrumentos utilizados para la cosecha de las hortalizas debe mantenerse limpias, desinfectados y colocarse en lugares que aseguren que no se conviertan en una fuente de contaminación.
- ❖ No olvidar el protocolo de lavado de manos para la manipulación de las hortalizas.
- ❖ No olvidar mantener la limpieza en los servicios sanitarios y mantener disponibles lavatorios, jabón y toallas para el correcto lavado de manos.
- ❖ Evitar estancamientos de aguas y/o microclimas idóneos para la proliferación de plagas.
- ❖ Evitar que animales entren en contacto directo con el área de producción.
- ❖ En el caso de la elaboración de productos listos para consumo a partir de las hortalizas producidas en finca se debe considerar todas las medidas de manipulación de alimentos que aseguren la inocuidad del producto.
- ❖ Todas las zonas de producción deben de mantenerse limpias.
- ❖ Los análisis de las hortalizas realizados no arrojó resultados que evidenciara contaminación, pero, se debe considerar que la contaminación microbiológica se puede dar por diferentes factores ambientales y de manipulación por lo que es importante la prevención.

4.3.2 Finca orgánica de Desamparados

A partir de los análisis realizados en el desarrollo de este estudio, se determinó una serie de aspectos que desde la perspectiva de la salud ambiental pueden incidir en la inocuidad de las hortalizas generadas en la finca de Desamparados por lo que se genera las siguientes recomendaciones:

- ❖ Aumentar la distancia entre el área de producción de abonos y el área de cultivos, así como entre el área de los baños y el área de cultivos, con el fin de prevenir la contaminación por el tema de escorrentía.
- ❖ Es recomendable que la zona de producción de abono cuente con techo, piso de cemento, una pendiente de < 4% para evitar problemas de lixiviación y erosión.
- ❖ Los viveros y enraizadores deben de ser cerrados y de material que evite el ingreso de plagas y el salpique o goteo de agua a las camas.
- ❖ Los residuos constituyen una importante fuente de contaminación por lo que se recomienda contar con recipientes con tapa y un sitio exclusivo para la disposición o almacenamiento de los residuos.
- ❖ Los residuos orgánicos (pre-compostaje) es importante que se dispongan bajo techo para evitar la acción de la lluvia y generación de plagas.
- ❖ Es fundamental contar con un programa de mantenimiento periódico de la fuente de agua y evaluar su calidad de forma periódica.
- ❖ Realizar análisis de calidad del agua por medio de un Laboratorio al menos una vez al año.
- ❖ Realizar análisis de suelos que permitan su monitoreo.
- ❖ Lavar las herramientas y equipos al utilizarlos para el movimiento de desechos orgánicos antes de utilizarlo en la producción de hortalizas.
- ❖ Las tijeras y/o instrumentos utilizados para la cosecha de las hortalizas debe mantenerse limpias, desinfectados y colocarse en lugares que aseguren que no se conviertan en una fuente de contaminación.
- ❖ No olvidar el protocolo de lavado de manos para la manipulación de las hortalizas.
- ❖ No olvidar mantener la limpieza en los servicios sanitarios y mantener disponibles lavatorios, jabón y toallas para el correcto lavado de manos.

- ❖ Evitar estancamientos de aguas y/o microclimas idóneos para la proliferación de plagas.
- ❖ Cambiar de manera constante el agua de los estañones en el sistema de lavado de hortalizas de manera que siempre se utilice agua de buena calidad para el último lavado, en los lavados iniciales si se permite el reciclaje del agua.
- ❖ Todas las zonas de producción deben de mantenerse limpias.
- ❖ A partir de los análisis de las hortalizas realizados es importante considerar que la contaminación microbiológica se puede dar por diferentes factores ambientales y de manipulación por lo que es importante la prevención.
- ❖ Evitar la presencia de animales en el área de producción.
- ❖ El agua de lavado de hortalizas debe ser de calidad potable o apta para consumo humano, por lo que, de acuerdo con los análisis realizados el agua de la naciente no cumple con lo recomendado.
- ❖ El tanque de almacenamiento de agua, se recomienda análisis de agua para monitorear su calidad y la limpieza trimestralmente.
- ❖ A pesar de que el agua de la biojardinera no sobrepasa el límite recomendado para riego, es preferible la prevención y evitar su uso en hortalizas.
- ❖ En cuanto a abonos, los resultados no demuestran que sea un insumo que represente un riesgo en la finca, pero, es importante no olvidar que el control de la humedad, temperatura, aireación y demás parámetros son cruciales para la eliminación de microorganismos patógenos.

4.3.3 Finca orgánica de Grecia

A partir de los análisis realizados en el desarrollo de la presente investigación, se determinó una serie de aspectos que desde la perspectiva de la salud ambiental pueden incidir en la inocuidad de las hortalizas generadas en su finca por lo que se genera las siguientes recomendaciones:

- ❖ Es recomendable que la zona de producción de abono cuente con piso de cemento, una pendiente de < 4% para evitar problemas de lixiviación (es importante recoger el lixiviado del lombricompost) y erosión.
- ❖ Los viveros y enraizadores deben de ser cerrados y de material que evite el ingreso de plagas y el salpique o goteo de agua a las camas.

- ❖ Los residuos constituyen una importante fuente de contaminación por lo que se recomienda contar con recipientes con tapa y un sitio exclusivo para la disposición o almacenamiento de los residuos.
- ❖ Los residuos orgánicos (pre-compostaje) es importante que se dispongan bajo techo para evitar la acción de la lluvia y generación de plagas.
- ❖ Disposición de aguas residuales en alcantarillado sanitario o bien sistemas como biojardineras u otros que permitan la disposición adecuada de las aguas evitando la contaminación de las áreas de cultivo y contaminación ambiental.
- ❖ Es recomendable realizar análisis de suelos que permitan su monitoreo.
- ❖ Es importante lavar las herramientas y equipos al utilizarlos para el movimiento de desechos orgánicos antes de utilizarlo en la producción de hortalizas.
- ❖ Las tijeras y/o instrumentos utilizados para la cosecha de las hortalizas debe mantenerse limpias, desinfectados y colocarse en lugares que aseguren que no se conviertan en una fuente de contaminación.
- ❖ No olvidar el protocolo de lavado de manos para la manipulación de las hortalizas.
- ❖ No olvidar mantener la limpieza en los servicios sanitarios y mantener disponibles lavatorios, jabón y toallas para el correcto lavado de manos.
- ❖ Evitar estancamientos de aguas y/o microclimas idóneos para la proliferación de plagas.
- ❖ Cambiar de manera constante el agua de cada estañones en el sistema de lavado de hortalizas de manera que siempre se utilice agua de calidad potable para el último lavado, en los lavados iniciales si se permite el reciclaje del agua.
- ❖ En el caso de la elaboración de productos listos para consumo a partir de las hortalizas producidas en finca se debe considerar todas las medidas de manipulación de alimentos que aseguren la inocuidad del producto.
- ❖ Todas las zonas de producción deben de mantenerse limpias.
- ❖ Los análisis de las hortalizas realizados no arrojaron resultados que evidenciara contaminación, pero, se debe considerar que la contaminación microbiológica se puede dar por diferentes factores ambientales y de manipulación por lo que es importante la prevención.
- ❖ El sistema de riego, si bien depende de factores como el tipo de hortalizas, fuente de agua, terreno, entre otras, es recomendable el sistema de goteo para evitar el contacto

directo del agua con el producto, no obstante, siempre que se asegure la calidad del agua utilizada para riego, la asperción es aceptable.

- ❖ Es fundamental contar con un programa de mantenimiento periódico de la fuente de agua y evaluar su calidad de forma periódica.
- ❖ Evitar la presencia de animales en el área de producción.

4.3.4 Finca orgánica de Coronado

A partir de los análisis realizados en el desarrollo de este estudio se determinó una serie de aspectos que desde la perspectiva de la salud ambiental pueden incidir en la inocuidad de las hortalizas generadas en su finca por lo que se genera las siguientes recomendaciones:

- ❖ Reacomodar el compost que esta el área de lavado y manipulación de hortalizas con el fin de reducir el riesgo de contaminación.
- ❖ Es importante reforzar las barreras vivas (vegetación apropiada) en la colindancia con propiedades vecinas para disminuir la contaminación del agua utilizada para los peces y la producción de berros.
- ❖ Es recomendable que la zona de producción de abono cuente con techo, piso de cemento, una pendiente de < 4% para evitar problemas de lixiviación y erosión.
- ❖ Los viveros y enraizadores deben de ser cerrados y de material que evite el ingreso de plagas y el salpique o goteo de agua a las camas.
- ❖ Los residuos constituyen una importante fuente de contaminación por lo que se recomienda contar con recipientes con tapa y un sitio exclusivo para la disposición o almacenamiento de los residuos.
- ❖ Los residuos orgánicos (pre-compostaje) es importante que se dispongan bajo techo para evitar la acción de la lluvia y generación de plagas.
- ❖ Disposición de aguas residuales en alcantarillado sanitario o bien sistemas como biojardineras u otros que permitan la disposición adecuada de las aguas evitando la contaminación de las áreas de cultivo y contaminación ambiental.
- ❖ Es recomendable evitar la cercanía del agua residual de la pila de lavado con el área de cultivo de hortalizas.
- ❖ Es recomendable realizar análisis de suelos que permitan su monitoreo.
- ❖ Es importante lavar las herramientas y equipos al utilizarlos para el movimiento de desechos orgánicos antes de utilizarlo en la producción de hortalizas.

- ❖ Las tijeras y/o instrumentos utilizados para la cosecha de las hortalizas debe mantenerse limpias, desinfectados y colocarse en lugares que aseguren que no se conviertan en una fuente de contaminación.
- ❖ No olvidar el protocolo de lavado de manos para la manipulación de las hortalizas.
- ❖ No olvidar mantener la limpieza en los servicios sanitarios y mantener disponibles lavatorios, jabón y toallas para el correcto lavado de manos.
- ❖ Evitar estancamientos de aguas y/o microclimas idóneos para la proliferación de plagas.
- ❖ Cambiar el agua y limpiar los estaños que se utilizan para el enjuague de hortalizas de manera frecuente, de manera que el agua de los enjuagues finales nunca presente suciedad evidente (Turbidez).
- ❖ En el caso de la elaboración de productos listos para consumo a partir de las hortalizas producidas en finca se debe considerar todas las medidas de manipulación de alimentos que aseguren la inocuidad del producto.
- ❖ Todas las zonas de producción deben de mantenerse limpias.
- ❖ Los análisis de las hortalizas realizados no arrojó resultados que evidenciara contaminación, pero, se debe considerar que la contaminación microbiológica se puede dar por diferentes factores ambientales y de manipulación por lo que es importante la prevención.
- ❖ No se recomienda el uso del agua de las tilapias para el riego de las hortalizas.
- ❖ No se recomienda pre-composteo de la boñiga en una zona tan cercana a la producción de hortalizas por el tema de la escorrentía de contaminantes.
- ❖ En cuanto a abonos, los resultados no demuestran que sea un insumo que represente un riesgo en su finca, pero, es importante no olvidar que el control de la humedad, temperatura, aireación, tiempo de maduración y demás parámetros son cruciales para la eliminación de microorganismos patógenos.

Capítulo V

Propuesta de guía para implementación de buenas prácticas agrícolas desde la perspectiva de la Salud Ambiental.

5.1 Introducción

La producción orgánica se muestra como una alternativa de brindar alimentos libres de agroquímicos a la población. Además, las prácticas asociadas a esta tipo de producción se ligan a la búsqueda de la sostenibilidad ambiental.

No obstante, al hablarse de agricultura orgánica no se asume que el producto final no va representar un riesgo a la salud por el hecho de no presentar agroquímicos, sino, que hay que considerar que los contaminantes no son únicamente químicos, sino que hay contaminantes biológicos y físicos.

Por lo anterior la presente guía se constituye en un apoyo para el productor orgánico que le permita identificar los puntos críticos relacionados con la posible contaminación del producto final e implementar acciones para prevenir la contaminación de las hortalizas y asegurar la inocuidad para el consumidor final.

La guía establece recomendaciones en cinco subtemas de importancia que son:

- Distribución de la planta física
- Disposición de residuos sólidos y líquidos
- Uso y calidad del agua
- Manejo de suelos y aplicación de abonos
- Higiene y manipulación

Por último, se facilitan instrumentos para que el productor pueda realizar una autoevaluación de su finca y crear un plan de acción para implementar mejoras.

5.2 Objetivos

5.2.1 Objetivo General

Implementar buenas prácticas agrícolas en la producción de hortalizas orgánicas para asegurar la inocuidad del producto desde la perspectiva de la Salud Ambiental.

5.2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las fuentes de contaminación de hortalizas orgánicas.
2. Prevenir la contaminación ambiental de las hortalizas orgánicas a través de los insumos utilizados en su producción.
3. Facilitar la implementación de buenas prácticas agrícolas que aseguren la inocuidad del producto final.

5.3 Actores involucrados y ejecutores de la propuesta



Figura 35: Esquema de actores claves para implementación de buenas prácticas en la agricultura orgánica. Fuente: Elaboración propia, 2018.

5.4 Glosario

Abono orgánico: material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio

Agua potable: agua tratada que cumple con las disposiciones de valores máximos admisibles que establece el Reglamento para la calidad del Agua Potable y que al ser consumida por la población no causa daño a la salud.

Agua Residual: agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes

Agua tratada: agua subterránea o superficial cuya calidad ha sido modificada por medio de procesos de tratamiento, que incluyen como mínimo a la desinfección en el caso de aguas de origen subterráneo.

Coliformes: grupo de especies bacterianas con características en común que permiten su uso como indicadores de contaminación de agua, alimentos y abonos orgánicos.

Contaminante: agente biológico, químico o físico no añadida de forma intencional que puede comprometer la inocuidad del producto y ambiente.

Desinfección: eliminación de las superficies de contacto con la hortaliza de microorganismos que puede causar un potencial daño a la salud.

Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETAs): se originan por la ingestión de alimentos infectados con contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor.

Inocuidad: que no causa daño a la salud del consumidor.

Limpieza: eliminación de polvo, suciedad, residuos de las superficies que tienen contacto con las hortalizas.

Lixiviados: líquidos producido en la descomposición de la materia orgánica o por el lavado de esta por medio del agua de lluvia y que posee una carga microbiana con capacidad de contaminar agua, suelo y productos agrícolas.

Salud Ambiental: disciplina que estudia los factores ambientales que pueden incidir en la salud humana y su enfoque es la prevención de enfermedades y creación ambientes propicios para la salud.

5.5 Acciones e instrumentos propuestos

5.5.1 Fuentes de contaminación de hortalizas orgánicas:

Desde la perspectiva de la salud ambiental, existen diversos elementos ambientales que de forma integral contribuyen a la contaminación de los alimentos y por tanto su identificación permite la prevención y búsqueda de la inocuidad del producto. En la figura 36 se muestra las principales fuentes de contaminación que se deben de controlar dentro de la finca orgánica:



Figura 36: Principales fuentes de contaminación de las hortalizas orgánicas en finca. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Las siguientes recomendaciones divididas en cinco grandes puntos de monitoreo incluyen el control de las fuentes de contaminación previamente mencionadas.

5.5.2 Subtemas a considerar para la identificación y prevención de riesgos de contaminación de hortalizas

5.5.2.1 Distribución de la planta física

La distribución de la planta física, es referente a todos los lugares que conforman la finca, tanto el área de siembra, como servicios sanitarios, área de viveros, área de producción de abonos, área de lavado y empaque de hortalizas, áreas de bodegas, entre otros, de tal modo es necesario considerar las distancias y disposición de las diferentes áreas dentro de la finca teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

a) Separación entre áreas y posibles fuente de contaminación:

1. Todas las áreas de la finca orgánica deben estar separadas de otras unidades que no produzcan de acuerdo a las normas de Agricultura Orgánica:

2. Se debe utilizar barreras vivas (árboles nativos) que se ajusten al terreno y la zona como medio de evitar la posible contaminación, cuando la finca se ubica cerca de fincas aledañas que no cultiven bajo los estándares reglamentarios de la agricultura orgánica.

3. Las fincas deben evitar que el área de producción de hortalizas colinde con zonas con ganado debido al riesgo por contaminación microbiológica de los productos.

4. Los sitios en los que se encuentre el ganado y la producción de abonos deben de estar entre 15 y 20 metros del área de producción de hortalizas. También debe de considerarse que pendiente del lugar, para que los líquidos que generan los abonos y las heces no escurran hacia el área de hortalizas.

b) Servicios sanitarios y lavatorios para los trabajadores

Para asegurar la inocuidad de todas las etapas de la producción se debe contar con un lugar accesible que permita la higiene de los trabajadores y que no represente un riesgo a la producción, por lo que debe ubicarse a una distancia mínima de 15 metros.

Además, se debe cumplir con los siguientes requerimientos:

1. Los servicios sanitarios deben ser cerrados y en cantidad suficiente de acuerdo con el número de trabajadores (1 por cada 15 personas).
2. Los servicios sanitarios deben estar conectados al alcantarillado sanitario o bien a un tanque séptico de manera que se asegure la eliminación higiénica de los residuos y que evite la contaminación de los sitios de cultivo.
3. Se debe tener lavatorios con agua potable, jabón, toallas descartables.
4. Se debe tener un programa de limpieza de los inodoros, que considere la limpieza y desinfección tres veces al día.

c) Viveros

1. Los viveros deben tener un diseño en el cual su estructura brinde protección, impidiendo el ingreso de plagas y evite el goteo o salpique del agua en las camas o mesas de enraizamiento.
2. Las estructuras deben de construirse en concreto o metal.
3. Los pisos deben facilitar el lavado y desinfección de manera que no se contribuya a generar ambientes favorables para la contaminación de las plantas.
4. En el secado, almacenamiento y producción de semillas también se debe asegurar la protección para evitar la contaminación de las semillas.

d) Área de producción de abonos

El área de producción de abonos es considerada como un punto clave de control para reducir el riesgo de contaminación de las hortalizas, principalmente en el periodo cercano a la cosecha de manera que son necesarias las siguientes consideraciones:

1. Debe estar a una distancia de 50 metros de nacimientos de agua para evitar contaminaciones.
2. Debe realizarse bajo techo de manera que se evite el arrastre por acción de la lluvia de contaminantes hacia mantos acuíferos y áreas de producción.
3. Debe contar con piso de cemento y tener un drenaje que permita la recolección de lixiviados generados, evitando que se trasladen por escorrentía.

4. Debe tener poca pendiente (< 4%) para evitar problemas de lixiviados y erosión.
5. Debe estar protegida de vientos fuertes.
6. Se debe garantizar que no haya contacto directo o indirecto del estiércol, los biosólidos y otros fertilizantes naturales con las frutas y hortalizas frescas, sobre todo en fechas próximas a la cosecha.

Hacer una autoevaluación de la finca y establecer un plan de acción para el mejoramiento de los ítems deficientes, establecer responsables y un tiempo límite para una nueva revisión y verificación de los porcentajes de cumplimiento:

Cuadro 17: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento de la infraestructura de la finca.

Ítem	Puntos a observar	Cumplimiento			Acciones a realizar	Responsable
		Si	No	NA		
1	Las instalaciones de los procesos de elaboración de abono, almacenaje y manipulación de productos ¿cuentan con techo?					
2	Las instalaciones de los procesos de elaboración de abono, almacenaje y manipulación de productos ¿cuentan con piso de cemento?					
3	Las instalaciones de los procesos de elaboración de abono, almacenaje y manipulación de productos ¿cuentan con drenajes que permita la recolección de los lixiviados?					
4	¿Existe una distancia suficiente entre las diferentes áreas o procesos que minimice el impacto de los olores?					
5	¿Se cuenta con lavamanos, servicio sanitario y pilas que permitan la higiene de instrumentos, trabajadores e instalaciones?					
6	¿Los viveros y					

	enraizadores tienen un diseño que minimiza el ingreso de plagas?					
Sumatoria de ítems						
Total de cumplimientos						
Total de incumplimientos						
Promedio *						

*Contabilizar el número de (sí) y dividirlo entre el número total de ítems y se multiplica por 100

5.5.2.2 Disposición de residuos sólidos y líquidos

Los residuos sólidos representan una fuente de contaminación de las hortalizas en campo debido a que pueden atraer plagas consideradas de importancia en la contaminación de alimentos, así como por la generación de lixiviados, por lo cual es necesario considerar lo siguiente:

1. Las plantaciones y demás áreas de la finca deben mantenerse libre de residuos que puedan generar o incrementar la incidencia de plagas para evitar la posible contaminación de las frutas y hortalizas frescas, los insumos agrícolas o el abastecimiento de agua potable.
2. Los desechos orgánicos no se pueden disponer en botaderos a cielo abierto porque generan plagas y tampoco deben disponerse cerca de fuentes de agua,
3. Se debe contar con un sitio exclusivo para la disposición y almacenamiento de residuos sólidos dentro de la finca.
4. El sitio para disposición y almacenamiento debe ser techado.
5. El sitio debe contar con estañones o recipientes rotulados para los distintos tipos de residuos, incluyendo los residuos no orgánicos.

Hacer una autoevaluación de la finca y establecer un plan de acción para el mejoramiento de los ítems deficientes, establecer responsables y un tiempo límite para una nueva revisión y verificación de los porcentajes de cumplimiento:

Cuadro 18: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento de la disposición de residuos sólidos y líquidos.

Ítem	Puntos a observar	Cumplimiento			Acciones a realizar	Responsable
		Si	No	NA		
1	¿Existe un sitio específico para la disposición de residuos sólidos que no represente un riesgo para el ambiente y la producción?					
2	¿Se cuenta con contenedores con tapa, higiénicos y rotulados para la disposición de los residuos?					
3	¿Los desechos orgánicos se mantienen cubiertos o bajo techo para evitar que la lluvia traslade contaminantes hasta los mantos acuíferos o los terrenos utilizados en la producción?					
4	¿Las instalaciones se encuentran libres de residuos sólidos?					
5	¿Se disponen las aguas residuales de acuerdo con la Ley General de Salud?					
6	¿Se realizan análisis de calidad microbiológica de vertidos de aguas residuales?					
Sumatoria de ítems						
Total de cumplimientos						
Total de incumplimientos						
Promedio*						

*Contabilizar el número de (sí) y dividirlo entre el número total de ítems y se multiplica por 100.

5.5.2.3 Uso y calidad del agua

El agua es un insumo indispensable en la producción de hortalizas que puede constituirse en un vehículo de contaminación de las mismas, de tal forma es necesario considerar los siguientes aspectos:

1. Cuando se cuenta con nacientes, es importante contar con una zona de protección que prevenga la contaminación fecal y agua de escorrentía de campos adyacentes, por lo que se debe proteger un área de cien metros medidos de modo horizontal, en donde es prohibida la tala de árboles.
2. La protección de la naciente debe incluir presencia de vegetación, cercado que evite el ingreso de animales y verificación de distanciamiento de posibles fuentes de contaminación, limpieza de la fuente y mantenimiento de las tuberías.
3. Se recomienda el riego por goteo, porque evita la contaminación de las hojas y reduce riesgos de contaminación por salpique, no obstante, en caso de utilizar riego por aspersión se recomienda un tiempo de seis días entre el riego y la cosecha.
4. Cuando se cuenta con naciente se debe contar con un programa de mantenimiento de la fuente que incluya:
 - a) Evaluar la calidad microbiológica del agua por medio de un laboratorio a menos una vez al año, siempre y cuando no se identifique contaminación en análisis anteriores:
 - Si el agua se va utilizar para el lavado de hortalizas los resultados para los indicadores Coliformes Fecales y *E. coli* debe ser no detectable.
 - Si el agua se va utilizar para riego el límite máximo de 1000 NMP/100 ml de coliformes fecales.
 - Si se encuentra contaminación es necesario realizar análisis con mayor frecuencia, cada tres o seis meses.
 - Si se encuentra contaminación se debe tomar medidas de corrección y no se puede utilizar esa agua hasta que los análisis indiquen que ya no hay contaminación.

- b) Identificación de posibles fuentes de contaminación.
 - c) Detección y corrección de fugas.
 - d) Limpieza y mantenimiento de las zonas alrededor de manera que se evite contaminación por fuentes cercanas u animales.
5. En el caso de que se cuente con tanque de almacenamiento de agua, su construcción debe asegurar la inocuidad del agua, se le debe dar mantenimiento (limpieza trimestral), y se debe controlar la calidad del agua a través de análisis microbiológicos al menos una vez al año.
 6. Si la fuente de suministro de agua proviene de una ASADA, o del AYA es importante consultar si se realizan análisis de calidad microbiológica del agua y solicitar y analizar los resultados.
 7. No se recomienda el uso de aguas residuales para la irrigación, dado que se reduce la calidad sanitaria.
 8. Para el lavado de hortalizas se permite utilizar agua de calidad limpia (reutilizar el agua de enjuague de las primeras hortalizas) únicamente para los primeros enjuagues, el último enjuague de las hortalizas se debe hacer con agua de calidad potable.
 9. El sistema de lavado de hortalizas debe mantenerse limpio y el agua debe ser cambiada periódicamente durante el lavado de las hortalizas.
 10. Al final de las labores de enjuague se recomienda desinfectar el sistema de lavado de hortalizas que se utilice.

Hacer una autoevaluación de la finca y establecer un plan de acción para el mejoramiento de los ítems deficientes, establecer responsables y un tiempo límite para una nueva revisión y verificación de los porcentajes de cumplimiento:

Cuadro 19: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento del uso y calidad del agua.

Señale el tipo de fuente de agua de irrigación, si es otro, especifique:
 Estanque_____Arroyo_____Pozo_____Municipal_____Otro_____

Especifique el sistema de riego de los cultivos:_____

El agua de riego se distribuye desde su fuente al cultivo de manera:
 Subterránea_____Sobre el suelo_____Entubada_____

Ítem	Puntos a observar	Cumplimiento			Acciones a realizar	Responsable
		Si	No	NA		
1	Al agua de uso agrícola ¿se le realizan análisis de laboratorio al menos una vez al año?					
2	Las tuberías y conexiones del sistema de riego ¿No presentan fugas o permiten la infusión de posibles contaminantes?					
3	¿Se lleva a cabo un programa de mantenimiento a la fuente de agua y a su red de abastecimiento?					
4	¿Se evita el uso de aguas residuales sin tratar en el riego?					
5	¿Se evita el uso de agua no potable en el lavado final de hortalizas?					
6	Al agua de uso agrícola ¿se le realizan análisis de laboratorio al menos una vez al año?					
Sumatoria de ítems						
Total de cumplimientos						
Total de incumplimientos						
Promedio*						

*Contabilizar el número de (sí) y dividirlo entre el número total de ítems y se multiplica por 100.

5.5.2.4 Manejo de suelos y aplicación de abono

El suelo y el abono son considerados junto con el agua los insumos de mayor importancia en cuanto a vehículos de contaminación de hortalizas por lo cual se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Se debe analizar las posibles fuentes de contaminación proveniente de propiedades vecinas y fortalecer el distanciamiento con barreras vivas.
2. En cuanto a la producción de abono, se debe considerar que un adecuado compostaje es la clave para la reducción del riesgo de contaminación de hortalizas con fertilizantes orgánicos, de manera que se consideré los siguientes aspectos:
 - a) La obtención de un compost equilibrado y de buena calidad depende de la relación C/N, siendo recomendable que sea de 25-35 durante el inicio del proceso.
 - b) Se recomienda de 10-15 días de maduración del bocashí, es importante observar el color, la textura y consistencia del mismo.
 - c) Para la inactivación de patógenos, la temperatura cumple un papel crucial, por lo que se debe asegurar la distribución constante de la temperatura dentro de la pila y vigilar las zonas periféricas que son las que con normalidad no alcanzan las temperaturas recomendadas, siendo de importancia el volteo.
 - d) El volteo además es importante para la aireación, reducción del tamaño de las partículas y homogenización del material. Es recomendable hacer volteos al menos una vez por semana.
 - e) Se recomienda un tamaño de la pila intermedio evitando que se creen sectores con baja aireación que dificulten el proceso.
 - f) Evitar el uso de estiércol crudo como enmienda del suelo y de ser necesario utilizarlo 90 a 120 días antes de la cosecha y evitando el contacto con la porción comestible de las hortalizas.
 - g) Controlar todos los parámetros que se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20: Parámetros recomendados para compostaje

Parámetro	Rango ideal al inicio (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 semanas)
C:N	25:1-35:1	15/20	10:1-15:1
Humedad	50%-60%	45%-55%	30%-40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de la partícula	< 25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5-8,0	6,0-8,5	6,5-8,5
Temperatura	45-60°C	45°C- temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica (base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno (base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013.

3. La aplicación del abono debe realizarse antes de la siembra o en los primeros momentos de crecimiento de la planta.
4. El precomposteo debe realizarse en la zona dispuesta para la elaboración de abonos, de manera que se evite realizarlo en la zona cercana a los cultivos por el tema de la posible contaminación de cultivos y fuentes de agua.
5. El área para el cultivo tiene que tener un drenaje adecuado que evite el establecimiento de microclimas húmedos que faciliten la permanencia de microorganismos patógenos.
6. Es recomendable realizar análisis de suelo

Hacer una autoevaluación de la finca y establecer un plan de acción para el mejoramiento de los ítems deficientes, establecer responsables y un tiempo límite para una nueva revisión y verificación de los porcentajes de cumplimiento:

Cuadro 21: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento del manejo de suelos y aplicación de abono

Especifique la actividad de los terrenos adyacentes:						
Especifique si el abono empleado es producido en la finca o cual es el proveedor:						
Especifique cuáles son los insumos para el compost:						
Especifique con cuánto tiempo de madurez es aplicado el abono:						
Especifique cuál es la forma y tiempos en la que aplica los abonos o fertilizantes:						
Ítem	Puntos a observar	Cumplimiento			Acciones a realizar	Responsable
		Si	No	NA		
1	¿Cuándo existe actividad agrícola en los terrenos adyacentes al cultivo se toman medidas para minimizar la contaminación cruzada?					
2	¿Se realizaron análisis de laboratorio para determinar presencia de contaminantes?					
3	¿Se realiza limpieza y erradicación de estancamientos de agua y acumulación de desechos en el caso de que se utilicen drenajes?					
4	¿Los insumos del abono cumplen con el reglamento N° 29782-MAG y la relación C/N?					
5	¿Se cumple con el tiempo de madurez al aplicar el abono?					
6	¿Se controla la temperatura, los volteos y la humedad en la producción de abono?					
Sumatoria de ítems						
Total de cumplimientos						
Total de incumplimientos						
Promedio*						

*Contabilizar el número de (sí) y dividirlo entre el número total de ítems y se multiplica por 100.

5.5.2.5 Higiene y manipulación

La higiene de las diferentes áreas de producción y manipulación que se le da a las hortalizas antes de su venta incide de manera significativa en la inocuidad de las hortalizas de manera que se debe cuidar los siguientes aspectos:

a) Herramientas:

1. Las herramientas y equipos utilizados para el cultivo de las hortalizas deben ser limpiados y desinfectados entre tareas diferentes, por ejemplo, se debe lavar las herramientas utilizadas en la producción de abono para utilizarlas en el cultivo de hortalizas.
2. Para la cosecha se recomienda el uso de tijeras u otra herramienta que facilite el corte y disminuya la adición de tierra en el producto.
3. La herramienta debe ser limpiada cada vez que se encuentra saturada de residuos, y al finalizar las labores deben ser colocadas en lugares donde no exista riesgo de convertirse en un factor de contaminación de los alimentos.
4. La limpieza de herramientas y equipo debe incluir la eliminación de restos de la superficie, la aplicación de una solución detergente, el enjuague con agua y cuando sea necesario la desinfección.
5. Los diferentes sitios de producción deben mantenerse limpios, rotulados, y los diferentes estantes donde se almacenan insumos e instrumentos deben ser identificados y estructurados de forma que se evite la contaminación de insumos.
6. Las cajas o medios para el traslado de las hortalizas deben mantenerse limpios y desinfectados.

b) Higiene

1. Se debe contar con agua disponible para el lavado de manos e instrumentos durante el proceso de cosecha.
2. Se debe contar con un sitio exclusivo para el lavado de las hortalizas y la generación de productos listos para consumo cuando este sea el caso.

3. Evitar la presencia de animales domésticos y silvestres en las áreas de producción, dado que, la presencia de heces de animales próximos al área de cultivo y/o manipulación de hortalizas constituye una importante fuente de contaminación directa.
4. Es importante controlar la generación de olores.

c) Fincas que realizar algún tipo de procesamiento a las hortalizas para su venta:

1. Las instalaciones de transformación y/o envasado que se encuentren dentro de la finca, debe limitarse únicamente a la transformación y/o empaquetado de su propia producción.
2. Se puede realizar transformaciones del producto dentro de la finca siempre y cuando se cumpla con las condiciones higiénicas de manejo del producto y sea una zona exclusiva para ello.
3. Se deben utilizar tablas, cuchillos y herramientas exclusivas para hortalizas y superficie recomendadas lisas no porosas, no utilizar madera.
4. El manipulador debe de contar con carnet de manipulación de alimentos y usar ropa limpia, cobertor de cabello, delantal o gabacha, calzado cerrado y debe ser confeccionado con materiales no absorbentes.
5. Se debe seguir el protocolo de lavado de manos recomendado por el Ministerio de Salud.

Hacer una autoevaluación de la finca y establecer un plan de acción para el mejoramiento de los ítems deficientes, establecer responsables y un tiempo límite para una nueva revisión y verificación de los porcentajes de cumplimiento:

Cuadro 22: Evaluación de puntos críticos para el mejoramiento de la higiene y manipulación.

Ítem	Puntos a observar	Cumplimiento			Acciones a realizar	Responsable
		Si	No	NA		
1	¿Se limpian con agua a presión los equipos que hayan sido utilizados para el movimiento de desechos orgánicos, antes de que éstos sean utilizados en labores en las áreas de producción?					
2	¿Se limpia periódicamente las diversas áreas de producción?					
3	¿Se toman en cuenta los aspectos referentes a la manipulación e higiene de alimentos?					
4	¿Se realizan labores de higiene y saneamiento de las áreas de cultivo, acopio, y procesamiento de los productos agropecuarios para evitar que se generen condiciones favorables para el establecimiento de plagas?					
5	¿Se cuenta con un plan para controlar el acceso de los animales domésticos y silvestres a las áreas de producción así como a la infraestructura y medios para el acopio y procesamiento de los productos?					
6	¿Se controlan los malos olores?					
Sumatoria de ítems						
Total de cumplimientos						
Total de incumplimientos						
Promedio*						

*Contabilizar el número de (sí) y dividirlo entre el número total de ítems y se multiplica por 100.

Llevar un registro del avance en los porcentajes de cumplimiento, por lo que se recomienda inicialmente hacerlo al menos dos veces al año y luego darle seguimiento una vez al año:

Cuadro 23: Cuadro: Registro de avance por subtema.

Fecha de evaluación	Porcentaje de avance					Acciones pendientes
	Planta física	Residuos	Agua	Suelos y abono	Higiene y manipulación	

5.6 Bibliografía de referencia

Decreto N° 38924-S. Reglamento para la calidad del Agua Potable. La gaceta, La Uruca, San José Costa Rica 01 de setiembre del 2015.

Decreto N° 33601. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. La gaceta, La Uruca, San José, Costa Rica 19 de marzo del 2007.

Ley N° 7575. Ley Forestal. La gaceta, La Uruca, San José, Costa Rica 13 de febrero del 1996.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013).

Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo, se incluye las conclusiones a las que se llega una vez concluido el trabajo de investigación y análisis y se propone una serie de recomendaciones.

6.1 Conclusiones

A partir de la caracterización de las condiciones de salud ambiental de las fincas en estudio, se evidencia que la distancia entre el ganado y las hortalizas, así como la zona de producción de abono y las hortalizas constituyen un factor de riesgo de contaminación por escorrentía de los contaminantes.

En cuanto a infraestructura propiamente se concluye que las principales deficiencias observadas son la ausencia de piso de cemento y drenajes en el área de producción de abonos, así como viveros deficientes que no protegen de riesgos de contaminación a las semillas y demás insumos para la producción.

En lo referente a la disposición de residuos sólidos y líquidos hay una ausencia de la separación de los residuos sólidos no orgánicos, así como de contenedores apropiados para tal fin, además, en dos de las fincas los residuos orgánicos no son protegidos de la lluvia y animales, y las aguas residuales en la mayoría de las fincas son infiltradas en el mismo terreno sin ningún tratamiento.

El sistema de riego más utilizado es el de aspersion y microaspersion, no obstante, en la literatura se atribuye como sistema más seguro el riego por goteo de manera que se disminuya el contacto del agua con la parte comestible del producto, además las fuentes de agua utilizadas son naciente y AyA.

El uso de agua de naciente para el lavado de las hortalizas previo a la venta, sin realizar análisis regulares de su calidad y sin un programa de mantenimiento y desinfección de la fuente es uno de los riesgos de mayor importancia identificados en una de las fincas en estudio, ya que la contaminación microbiológica puede ocurrir en cualquier momento y al no tener ninguna barrera de prevención en la desinfección del agua puede constituirse en una forma directa de contaminación de las hortalizas.

Para la elaboración de abonos orgánicos en las cuatro fincas en estudio hacen uso de excremento de animales para su elaboración, por lo que el control de la temperatura, el tiempo de maduración, la forma y tiempo de aplicación del abono y la humedad son puntos críticos que son controlados para evitar la contaminación del producto final.

Entre los puntos críticos de contaminación evidenciados durante las visitas fueron la cercanía de las áreas de producción con los procesos de precomposteo y composteo de restos orgánicos, la presencia de animales sin ningún tipo de restricción en la finca y la calidad del agua de riego y lavado de hortalizas, así como el mantenimiento de la fuente de agua.

En cuanto a los parámetros recomendados para el control del compostaje en las cuatro fincas se tiene conocimiento de los mismos y los aplican de forma empírica.

La higiene de las diferentes áreas de las fincas en especial el sitio donde se manipulan los productos finales son de vital importancia en las fincas en estudio donde se da un cierto procesamiento de algunas de las hortalizas de manera que se comercializan en bolsas de hortalizas mixtas y picadas, por lo que, los puntos críticos en este aspecto son el lavado e higiene de las herramientas y los estañones utilizados en el sistema de enjuague de las hortalizas.

Los responsables de las fincas consideran los animales como parte del sistema agrícola, por lo cual estos están sin ninguna restricción dentro del área de producción, esto constituye otro punto crítico identificado en el tema de higiene y manipulación.

Se evidenció durante las visitas y los formularios completados la dificultad que tienen las cuatro fincas en estudio para realizar análisis de agua, abono, suelo y hortalizas que respalden la calidad del producto, de manera que en las cuatro fincas nunca o casi nunca se han realizado dichos análisis.

Las hortalizas analizadas no superan el valor recomendado que es de $<10^4$ UFC/g para coliformes totales y $<10^3$ UFC/g para coliformes fecales de acuerdo al recuento en lechuga, apio, perejil y arúgula para las cuatro fincas en el tiempo en estudio.

La única reglamentación base en Costa Rica para la calidad microbiológica de frutas y hortalizas es el Reglamento Técnico Centroamericano: Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. (RTCA 67.04.50:08), en el cual no hay recomendaciones para hortalizas orgánicas específicamente y la recomendación para coliformes fecales está dada en NMP/g por lo que no es comparable con el método utilizado en el presente estudio que es UFC/g.

Al comparar en una de las fincas hortalizas recién recolectadas, respecto a hortalizas que fueron enjuagadas con agua no se obtiene diferencia importante entre los recuentos de coliformes fecales y totales, por lo que el enjuague realizado no está contribuyendo a disminuir la carga bacteriana presente en las hortalizas.

Al comparar el recuento de coliformes fecales y totales de hortalizas de supermercado respecto a las analizadas en las fincas en estudio no se obtiene una tendencia clara, ya que, para dos de las fincas el recuento es mayor en comparación a las hortalizas del supermercado y en las otras dos fincas ocurre lo contrario.

En lo referente a abono orgánico en Costa Rica la normativa referida a fertilizantes y enmiendas para uso agrícola es el RTCR 485:2016: Sustancias químicas, fertilizantes y enmiendas para uso agrícola. Tolerancias y límites permitidos para la concentración de los elementos nutritivos, metales pesados e impurezas, el cual sólo menciona niveles permitidos para cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr), Arsénico (As), Mercurio (Hg), y no establece límites microbiológicos para abonos orgánicos.

El análisis de abono en dos de las fincas estudiadas permite verificar que las prácticas utilizadas para la elaboración se realizan de acuerdo a lo recomendado para reducir el riesgo de que estos insumos representen una fuente de contaminación para el producto final, esto dado que, los abonos estudiados no sobrepasan el límite recomendado por la normativa internacional.

En Costa Rica no hay una normativa clara que establezca un límite para coliformes totales y fecales específico para agua de nacientes utilizadas para riego, el único reglamento existentes es para cuerpo de agua superficial, denominado Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (Decreto N° 33903-MINAE-S).

De acuerdo con los análisis de agua realizados, el agua para riego utilizada actualmente tanto en la finca de Desamparados como en Coronado no sobrepasa el límite establecido en la reglamentación costarricense para el uso de aguas para riego, no obstante, el agua de lavado utilizado en Desamparados no cumple con la calidad potable recomendada.

Al realizar los análisis de la calidad de agua de la biojardinera de Desamparados y la naciente de Coronado se concluye que como medida preventiva no es recomendable utilizar dichas aguas para el riego de hortalizas.

Es necesario el apoyo técnico por parte del Servicio Fisiosanitario del Estado, de manera que su vinculación con los agricultores orgánicos no se limite únicamente al tema de certificaciones, sino, que realmente se asegure la facilidad para acceder a análisis de laboratorio para monitorear la calidad de los productos.

Es necesario abrir más posibilidades de capacitación para el sector agrícola en donde el tema de salud ambiental sea abordado de manera integral, permitiendo la reducción de riesgos de contaminación en todas las etapas de la producción.

El tema de la inocuidad de las hortalizas e insumos orgánicos es de suma relevancia para la salud ambiental, ya que, desde esta disciplina se puede monitorear todos aquellos

elementos ambientales que inciden en la contaminación de los productos finales y propones mejoras que permitan prevenir enfermedades transmitidas por patógenos presentes en las hortalizas provenientes del ambiente.

De igual forma, al mejorar las condiciones de salud ambiental dentro de las fincas integrales orgánicas, se está incidiendo de forma positiva en la salud de los trabajadores y dueños de las fincas que además de trabajar en dicho sitio en ocasiones habitan dentro de las mismas.

6.2 Recomendaciones a los productores orgánicos

Realizar una revisión de la distribución de las fincas de manera que las posibles fuentes de contaminación de los productos sean reducidas al máximo.

Prestar atención al tema del manejo de residuos sólidos y aguas residuales dentro de las fincas, ya que, estos se pueden constituir en posibles fuentes de contaminación del producto final.

Aplicar las normas de manipulación de alimentos para las fincas en donde se realiza una manipulación más allá del lavado de las hortalizas, así como restringir el acceso de animales principalmente en momentos cercanos a la cosecha.

Autoevaluar las fincas al menos una vez al año siguiendo la propuesta presentada en este documento y la ejecución de las acciones de mejora propuestas a raíz de la evaluación.

Elaborar un plan de monitoreo y mantenimiento de la fuente de agua para el caso de las fincas en las que cuentan con nacimiento.

Establecer puntos críticos dentro de las fincas para lograr enlistar las prioridades de mejora de acuerdo al presupuesto disponible en la finca.

Es necesaria la unión por parte de los agricultores orgánicos para compartir conocimientos acerca de las diversas prácticas agrícolas que se realizan en las fincas, de manera que se pueda tomar como ejemplo aquellas prácticas que reducen el riego de contaminación de los cultivos.

6.3 Recomendaciones a futuros investigadores e investigadoras

Realizar más investigaciones en donde se consideren mayor cantidad y tipo de productos, mayor cantidad de fincas tanto certificadas como no certificadas de manera que se pueda llegar a conclusiones que se puedan extrapolar a una mayor cantidad de fincas.

Para próximos estudios realizar tanto los análisis microbiológicos como físico químicos para evaluar la calidad del agua e identificar contaminantes químicos como plaguicidas, que son de importancia para verificar que no exista contaminación cruzada por fincas adyacentes.

Generar un proceso de validación de los instrumentos planteados en la guía, por medio de las experiencias y recomendaciones de los agricultores que los hayan utilizado y proponer mejoras que faciliten su uso.

Acompañar a un grupo de productores orgánicos en la ejecución de las recomendaciones que plantea la guía propuesta y elaborar un análisis de las hortalizas e insumos antes y después de la puesta en marcha de las mejoras, para comprar los porcentajes de cumplimiento y generar nuevas recomendaciones.

6.4 Recomendaciones a las instituciones vinculadas con el tema de la agricultura orgánica.

Es recomendable que el Servicio Fisiosanitario del Estado cuente con una base de datos actualizada que facilite la identificación de los agricultores agrícolas existentes en el país, independientemente de si se encuentran certificados o no.

Elaborar talleres para la capacitación en el tema de los factores ambientales que pueden incidir en la contaminación de las hortalizas orgánicas y las opciones para prevenirlo, utilizando como base la guía propuesta en la presente investigación.

Abrir espacios de reunión e integración de conocimiento por parte de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales para compartir avances y esfuerzos en el tema y divulgarlos a los productores orgánicos.

Es importante no limitar el contacto que se tiene con los agricultores a únicamente verificar el cumplimiento de los requisitos de certificación, sino, asesorar y proponer mejorar desde la perspectiva del vínculo existente entre la salud ambiental y la inocuidad alimentaria.

6.5 Recomendaciones para la Escuela de Tecnologías en Salud.

Generar alianzas con las fincas orgánicas para realizar giras a las mismas en donde los estudiantes tengan un proceso de enseñanza basado en la experiencia de los agricultores y a su vez, los agricultores reciban una serie de recomendaciones y apoyo técnico por parte de los estudiantes para mejorar las condiciones de su finca.

Incluir dentro de los cursos de alimentos I y alimentos II, temas vinculados al reconocimiento de los puntos críticos presentes en la producción orgánica y los conocimientos técnicos que permitan al estudiante generar una propuesta de mejora integrada.

Dar herramientas y fomentar el interés de los estudiantes para investigar el tema de la seguridad e inocuidad alimentaria desde la perspectiva de la salud ambiental, y no limitar las investigaciones a una temática en particular.

6.6 Limitaciones del estudio

Ausencia de una base de datos actualizada de los agricultores y/o fincas orgánicas existentes en Costa Rica.

De más de 100 correos y llamadas realizadas para contactar a los agricultores autodenominados como orgánicos, únicamente cinco mostraron interés y compromiso por formar parte de la presente investigación.

La etapa de muestreo coincidió con la tormenta tropical Nate que azotó a Costa Rica en el año 2017, por lo que uno de los agricultores no pudo continuar con la investigación, dado que, perdió completamente la producción, y los cuatro agricultores que sí pudieron continuar también tuvieron pérdidas importantes que generaron atrasos e inconvenientes en cuanto a la cantidad de muestras analizadas.

Bibliografía

- Acevedo, G. (2007). Manual de Salud Pública. Córdoba: Editorial Brujas.
- Aguilera, M., Reynoso, M., Gómez, C., Uresti, R., Ramírez, J. (2014). Los alimentos en México y su relación con la salud. Ciudad de México: Plaza y Valdés Editores
- Arbos, Kettelin Aparecida, Freitas, Renato João Sossela de, Stertz, Sônia Cachoeira, & Carvalho, Lucimar Aparecida. (2010). Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. *Food Science and Technology*, 30(Suppl. 1), 215-220. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000500033>
- Ávila-Quezada, G., Sánchez, E., Muñoz, E., Martínez, L., Villalobos, E. (2008). Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. *Rev. Internacional de Botánica Experimental*, 77: 129-136. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/G_D_Avila-Quezada/publication/236577023_Diagnostico_de_la_calidad_de_frutas_y_hortalizas_en_Chihuahua_Mexico/links/00b7d538b7f79298f6000000.pdf
- Bandera Azul Ecológica. (2016). Manual de Procedimientos. Categoría Agropecuaria. Bandera Azul Ecológica. Recuperado de <http://banderaazulecologica.org/wp-content/uploads/2015/02/Manual-Categor%C3%ADa-Agropecuaria-PBAE-2016.pdf>
- Barquero, M. (2010). Múltiples obstáculos retrasan avance de agricultura orgánica. *La Nación*. Recuperado de http://www.nacion.com/economia/Multiples-obstaculos-retrasan-agricultura-organica_0_1146685473.html
- Barrantes, K., Achí, R., Bolaños, S., Cerdas, M., Cortés, X. (2006). Calidad microbiológica y aislamiento de *Shigella Flexneri* en vegetales frescos del área metropolitana de Costa Rica, 2001- 2002. *Rev. Avances de Investigación en Seguridad Alimentaria y Nutricional*, 42-49. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/avancesan/article/view/1635/1629>
- Bartz, F., Lickness, J., Heredia, N., Fabiszewski de Aceituno, A., Newman, K., Hodge, D., Jaykus, L., García, S., Leon, J. (2017). Contamination of Fresh Produce by Microbial Indicators on Farms and in Packing Facilities: Elucidation of Environmental Routes. *Applied and Environmental Microbiology*, 83 (11), 1-10. Recuperado de <http://aem.asm.org/>
- Bolaños, S. (2002). Recuento microbiológico y presencia de enteropatógenos en vegetales cultivados y comercializados en el área metropolitana. (Proyecto de Graduación, Universidad de

- Costa Rica). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1016/1/21352.pdf>
- Caballero, A, et al. (2008).Temas de Higiene de los Alimentos. Recuperado de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32170181/HIGIENE_DE_ALIMENTOS_.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1477248678&Signature=yDX6q%2Fyd1nJ83pzwK3y8gEWvP7w%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DShort-Term_GDP_Forecasting_Using_Bridge.pdf#page=224
- Calvo, O., Villalobos, T. (2010).Producción de diferentes tipos de abonos, repelentes y fungicidas orgánicos experiencias de productores en la zona sur de Costa Rica. Recuperado de http://www.platicar.go.cr/images/Comunidades_de_Practica/pdf/Abonos-organicos.pdf
- Campitelli, P., Ceppi, S., Velasco, M. y Rubenacker, A. (2014). *Compostaje: obtención de abonos de calidad para las plantas*. 1° ed. Córdoba: Editorial Brujas.
- Campos, M., Manzano, W. (2007). Evaluación de métodos de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo. (Trabajo Final de Graduación, Universidad de el Salvador). Recuperado de http://ri.ues.edu.sv/2015/1/Evaluaci%C3%B3n_de_m%C3%A9todos_de_desinfecci%C3%B3n_para_hortalizas_que_se_consumen_en_crudo.pdf
- Caóet, F., Prades, Gordillo, M., Vega, M. (s.f). Importancia de la calidad y la inocuidad en la producción orgánica de frutas y hortalizas frescas. Recuperado de http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=50&cf_id=24
- Castellanos, P.L. (1988). Los modelos explicativos del proceso salud-enfermedad: Los determinantes sociales. *Sobre el concepto de Salud-enfermedad. Un punto de vista epidemiológico*. Rev. Facultad Nacional de Salud Pública, 11, 81-100.
- Castro, S. (2012). Seguridad Alimentaria y Seguridad Global. Cuadernos de estrategia, (161), 11-23.
- Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. (2015). Elaboración de abonos orgánicos en Costa Rica. Recuperado de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/tarifas/Nota%20tecnica%202014%20Elaboracion%20de%20abonos%20organicos%20en%20Costa%20Rica.pdf>

- Chee, C., Hernandez, A., Santoyo, R., Tovar, L., Maldonado, R y Cruz, J. (2011). Calidad microbiológica de abonos orgánicos. Cuadernos de Agroecología 6 (2), Recuperado de www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/.../7292
- Claire, C., Abdullah, A., Grohn, Y., Jackson, P., Worobo, R. (2018). Cadena de suministro poscosecha con viajeros microbianos: un marco de visualización y simulación microbiana de granja a tienda. Appl. Reinar. Microbiol, 84 (17) e00813-18; DOI:10.1128 / AEM.00813-18
- Comisión Multisectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional. (2013). *Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2013-2021*. Obtenido de https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/files/PER%202013%20-%20ENSAN_Estrategia-Nacional-Seguridad-Alime.pdf
- Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. (2015). Marco estratégico mundial para la seguridad alimentaria y la nutrición (MEM). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-av031s.pdf>
- Companioni, N. (s,f). Sistema para la horticultura orgánica. Hidroponía familiar y los huertos intensivos. Recuperado de http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=50&cf_id=24
- Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense [CEDECO]. (2012). Guía del Consumidor. Recuperado de <http://www.cedeco.or.cr/files/GuiadelConsumidor.pdf>
- De Quadros, R., Regina, M., Minéia, C., Titze, C., Jacxsens, L., Uyttendaele, M., João Bender, R., César, E. (2014). Microbiological contamination linked to implementation of good agricultural practices in the production of organic lettuce in Southern Brazil. -164 Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.043>
- De Quadros, R., Regina, M., Minéia, C., Titze, C., Jacxsens, L., Uyttendaele, M., João Bender, R., César, E. (2014). Microbiological contamination linked to implementation of good agricultural practices in the production of organic lettuce in Southern Brazil. -164 Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.01.043>
- Decreto Ejecutivo N° 29782 M.A.G. Reglamento sobre Agricultura Orgánica. La Gaceta N° 179, 18 septiembre, 2001.
- Decreto N° 35242-MAG-H-MEIC. Reglamento para el Desarrollo, promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica. La Gaceta N° 04 de junio, 2009.
- Devine, G. J.; Eza, D., Ogasuku, E., y Furlong, M.J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Rev. Perú. med. exp. Salud Publica [online].25 (1), 74-100.

- Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1726-4634.
- dos Santos Silva, D B; BarufattiGrisolia, A; Oliveira Vaini, J; Endres da Silva, L; Pires de Oliveira, K M; do Amaral Crispim, B; (2012). Biotecnología aplicada a la alimentación y salud humana. Revista Chilena de Nutrición, 39, 94-98. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46923920014>
- Durango, A. (2010). Las Buenas Prácticas Agrícolas y La Inocuidad Alimentaria. Temas Agrarios [Revistas arbitradas] 15(1).
- Eide, A (s.f). El derecho humano a una alimentación adecuada y a no padecer hambre. El Derecho a la Alimentación en la Teoría y en la Práctica. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/W9990S/w9990s00.htm#TopOfPage>
- El-HageScialabba, N y Hattam, C. (2003). Agricultura orgánica y cambios climáticos. Departamento de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s00.htm#Contents>
- Escalona, R. A. (2009). Peligros microbiológicos e inocuidad de alimentos. Córdoba, AR: El Cid Editor | apuntes. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- FAO. (2005).Codex Alimentarius. Alimentos Producidos Orgánicamente. Segunda Edición. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0369s.pdf>
- FAO. (2012). Prevención de la *E. coli* en los alimentos. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf
- FAO. (2013). Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?.Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/017/i1629s/i1629s.pdf>
- FIBL & IFOAM – Organics International. (2016). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016. Recuperado de <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2016.html>
- García, F. I. (2010). Alimentos seguros: guía básica sobre seguridad alimentaria. Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- García, J. (2009). Consideraciones básicas sobre la agricultura sostenible. Recuperado de <http://web.ua.es/es/giecryal/documentos/otrosdocs/docs/xxx-agricultura-sostenible-consideraciones-basicas-mayo-2009.pdf>

- García, J., Salazar, E., Orona, I., Fortis, M., Idilio, H. (2010). Agricultura Orgánica, Tercera parte. Primera Edición. UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO: México.
- García, M. (2013). La influencia del cambio climático en la seguridad alimentaria. Cuadernos de estrategia, (161), 67-89.
- Gliessman, S. (2002). Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. LITOCAT: Turrialba, Costa Rica.
- Gómez, M. (2011). Elementos de estadística descriptiva. 3ra ed. Costa Rica: Editorial EUNED.
- Gómez, Y., González, M., Chiroles, S. (2004). Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. 4 (7). Recuperado de <http://ama.redciencia.cu/articulos/7.01.pdf>
- González, C. (2014). Estudio microbiológico de muestras de hortalizas comercializadas. Minerva Revista en línea CIC-UES, 4, 13-23. Obtenido de <http://www.minerva.cic.ues.edu.sv/makeupwebsitetemplate/articulos/Ciencias%20de%20la%20Salud/Minervahortalizas.pdf>
- González, L. (2014). Gestión Municipal del agua potable y el saneamiento en Santa Barbara de Heredia. (Trabajo Final de Graduación, Universidad de Costa Rica). Recuperado de Navarro-Garro, A; Araya-Rodríguez, F; Pérez-Murillo, D; Moreira-Segura, C; Estrada Ugalde, M. (2013). Vulnerabilidad de los sistemas de acueductos rurales: cómo identificarla. Tecnología en Marcha, 26 (3), 63-74. Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2733/1/37688.pdf>
- Heinisch, C. (2013). Soberanía alimentaria: Un análisis del concepto. In (p. Comercialización y soberanía alimentaria).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6ta ed. México: McGRAW-HILL.
- Hernández, S., Escoto, W. (2016). Evaluación microbiológica de hortalizas orgánicas empacadas por la planta procesadora ACOPO de R.L. Los Planes, La palma, Chalatenango. (Trabajo de Maestría, Universidad del Salvador). Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/12516/1/16103690.pdf>

- Hirtum, M., Goewie, E., Getachew, Y., Veenhuizen, R. (2002). Transición a una Agricultura Urbana Ecológica: un Desafío. Rev. Agricultura Urbana (6). Recuperado de http://www.ruaf.org/sites/default/files/06compleet_1.pdf
- IBS Soluciones Verdes. (2013). Estudio sobre el entorno nacional de la agricultura orgánica en Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/bibliotecavirtual/prog-nac-agric-org-entorno.pdf
- Instituto de Salud Pública. Ministerio de Salud (s.f). Inocuidad Alimentaria. Gobierno de Chile. Recuperado de HYPERLINK "<http://www.ispch.cl/inocuidad-alimentaria>" <http://www.ispch.cl/inocuidad-alimentaria>.
- Izquierdo, J., Rodríguez, A. (s.f). Enfocando una agricultura orgánica sostenible frente al desafío de la mega-urbanización en América Latina y el Caribe. Recuperado de http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=50&cf_id=24
- Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., Gutiérrez, G. (2009) Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Informe Técnico sobre Ingeniería Agrícola y Alimentaria. Recuperado de HYPERLINK "<http://www.fao.org/3/a-i0480s.pdf>" <http://www.fao.org/3/a-i0480s.pdf>
- Larrea, J., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N. y Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Rev. CENIC, 44 (3). Recuperado de <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/articulos/bacterias-indicadoras-de-contaminaci%C3%B3n-fecal-en-la-evaluaci%C3%B3n-de-la-calidad-de-las-aguas>
- Ley N° 8591. Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica. 14 de agosto, 2007.
- Lonigro, A., Rubino, P., Lacasella, V., Montemurro, N. (2016). Manejo de agua agrícola. Agricultural Water Management, 194, 66-73. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/science/article/pii/S0378377416300385?via%3Dihub>
- Ley N° 7575. Ley Forestal. La gaceta, La Uruca, San José, Costa Rica 13 de febrero del 1996.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013).
- López, A. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas Del campo al mercado. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO 121. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y4893S/y4893S00.pdf>

- Maffe, D. Alverega, V. & San'tAna, A. (2016). Assessing the effect of washing practices employed in Brazilian processing plants on the quality of ready –to eat- vegetables. *Food Science and Technology*, 69, 474-481. Recuperado de <https://www.journals.elsevier.com/lwt>
- Martino, Tamara K, Lemus, Diadelys, Leyva, Virginia, Tejedor, René, de los Reyes, Maritza, & Soto, Perla. (2008). Incidencia de *Listeria spp*: en hortalizas frescas. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34(4) Recuperado en 06 de noviembre de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000400009&lng=es&tlng=pt.
- Mathews, K. (2014). Chapter 9: Leafy Vegetables. En Matthews, K., Sapers, G., Gerba, C. (2° Ed), *The produce contamination problem, causes and solutions*. (187-206). United States: Elsevier. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-404611-5.00009-9>
- Mdluli, F., Thamaga-Chitja, J., y Schmidt, S. (2013). Appraisal of Hygiene Indicators and Farming Practices in the Production of Leafy Vegetables by Organic Small-Scale Farmers in uMbumbulu (Rural KwaZulu-Natal, South Africa). *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 10 (9), 4323-38. Obtenido de <https://search-proquestcom.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/docview/1468936483?accountid=28692>
- Medin, S., Medin, R., & Rossotti, D. (2015). *Alimentos seguros: manipulación* (2a. ed.). Buenos Aires, AR: Fundación Proturismo - Ediciones Turísticas. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- MINECO. , CONACYT., MIFIC. , SIC., MEIC. (2009) Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Anexo de resolución No. 243-2009. Recuperado de <http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/Servicios/NuevoRenovacion%20RegistroSanitario/2014/RTCA%20Criterios%20Microbiol%C3%B3gicos.PDF>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2008). Buenas prácticas agropecuarias. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00136.PDF>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. (2008). MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS. Recuperado de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/produccion%20sostenible/MANUAL%20BPA%20PARA%20T%C3%89CNICOS%20VERSION%203%20abril08.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). Plan Estratégico 2015-2018. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00334.pdf>

- Monge, Claudio, Chaves, Carolina, & Arias, María Laura. (2011). Comparación de la calidad bacteriológica de la lechuga (*Lactuca sativa*) producida en Costa Rica mediante cultivo tradicional, orgánico o hidropónico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(1), 69-73. Recuperado en 25 de junio de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222011000100009&lng=es&tlng=pt.
- Monge, R., Chinchilla, M., Reyes, L. (1995). Estacionalidad de parásitos y bacterias intestinales en hortalizas que se consumen crudas en Costa Rica. *Rev.Biol.Trop* 44(2): 369-375. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/21621/21864>
- Montenegro, E., Martínez, D. (2012). Efecto de la aplicación del abono tipo bocashi sobre el rendimiento productivo en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* mill), bajo riego, San Isidro, I semestre, 2012. (Tesis grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA). Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/7161/1/6592.pdf>
- Montes, J. (2001). Medio Ambiente y Desarrollo Sostenido. España: Universidad Pontificia Comillas.
- Mora, F. (1994). Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 5: 171-183. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v05n01_171.pdf
- Moreira, D, & Castro, C. (2016). Prácticas Agroecológicas. En la producción de hortalizas y vegetales. Proyecto Euroclima-IIICA. Recuperado de http://www.euroclima.iica.int/sites/default/files/documentos/un_dia_en_la_finca/AGROECOLOG%C3%8DA.pdf
- Muñoz, C. (2011).Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 2da ed. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Muñoz, J., Muñoz, J., Montes, C. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. *Rev. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 13 (1): 73-82. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a09.pdf>
- Navarro-Garro, A; Araya-Rodríguez, F; Pérez-Murillo, D; Moreira-Segura, C; Estrada Ugalde, M. (2013). Vulnerabilidad de los sistemas de acueductos rurales: cómo identificarla. *Tecnología en Marcha*, 26 (3), 63-74. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835725>

- Norma Mexicana (NMX-FF-109-SCFI-2007). Humus de lombriz (lombricomposta) - especificaciones y métodos de prueba vermicompost (worm casting). Recuperado de <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf>
- Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 11 004-02 sobre requisitos básicos para la inocuidad de productos y subproductos de origen vegetal. Recuperado de <http://www.fao.org/forestry/13077-080f4b8f4d394c6310dcd33278641579e.pdf>
- Observatorio de Internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible. (2009). Metodologías Participativas. Manual. Recuperado de http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/manual_2010.pdf
- Oliveira, M., Usall, J., Viñas, I., Anguera, M., Gatiús, F., Abadías, M. (2010). Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.fm.2010.03.008
- Ordóñez, G. (2000) Salud ambiental: conceptos y actividades. RevPanam Salud Publica 7(3), 137-147. Recuperado de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Salambconactint.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Cambio Climático y Seguridad Alimentaria. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (1948). Constitución de la Organización Mundial de la Salud Recuperado de http://www.who.int/gb/bd/PDF/bd46/s-bd46_p2.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías para la calidad del agua potable. Recuperado de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2009). Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75142/9789243562636_spa.pdf;jsessionid=88EE0234E350064F0893D9F12FA17885?sequence=1

- Organización Mundial de la Salud. (2013). CÓDIGO DE PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA LAS FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS (CAC/RCP 53-2003). Recuperado de http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/alinorm03a.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2015). Inocuidad de los alimentos. Obtenido de Nota descriptiva N°399: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017a).Temas de Salud. Salud Ambiental. Recuperado de http://www.who.int/topics/environmental_health/es/
- Organización Mundial de la Salud. (2017b). Inocuidad de los alimentos. Recopilado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>
- Organización Panamericana de la Salud., Organización Mundial de la Salud (2014). Plan de Acción sobre la Salud en todas las Políticas. Recuperado de <http://capacitasalud.com/biblioteca/wp-content/uploads/2016/08/CD53-10-s.pdf>
- Palomino, P., Grande, M., Linares, M. (2014). La salud y sus determinantes sociales. Desigualdades y exclusión en la sociedad del siglo XXI. *Revista Internacional de Sociología*, 72(1), 71-91.
- Park, Y., Pachepsky, Y., Shelton, D., Jeong, J & Whelan, G. (2016). Survival of Manure-borne *Escherichia coli* and Fecal Coliforms in Soil: Temperature Dependence as Affected by Site-Specific Factors. doi:10.2134/jeq2015.08.0427
- Patel, J., Yossa, I., Macarisin, D., Millner, P. (2015). Physical Covering for Control of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in Static and Windrow Composting Processes. *Applied and Environmental Microbiology*, 81 (6), 2063-2074. Recuperado de <http://aem.asm.org/>
- Pérez, D., Diago, Y., Corona, B, Espinosa, R, & González, J. (2011). Enfoque actual de la salud ambiental. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 49(1), 84-092. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000100010&lng=es&tIng=es.
- PNUMA. (2015). El medio ambiente y la seguridad alimentaria y nutricional. Nota 7 del sobre la agenda de desarrollo. Recuperado de: <http://www.unep.org/post2015/Portals/50240/Documents/spanish/UNEP%20Post%202015%20Note%207%20A%20Sustainable%20Food%20Systems%20Approach%20240414%20S.pdf>

- Porcuna, J., Gaude, M., Castejón, P., Roselló, J. (2010). Guía de agricultura ecológica de cultivos hortícolas al aire libre. Recuperado de http://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2010/12/Guia_Hortícolas_aire_libre-fecoav.pdf
- Puig Peña, Yamila, Leyva Castillo, Virginia, Suárez, Armando, Carrera Vara, José, Molejón, Pedro L, Muñoz, Yoldrey, & Dueñas Moreira, Odeite. (2014). Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(1), 111-119. Recuperado en 05 de noviembre de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000100013&lng=es&tlng=es.
- Puig, Y., Leyva, V., Suárez, A., Carrera, J., Molejón, P., Muñoz, Y., y Dueñas, O. (2014). Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13(1), 111-119. Recuperado en 23 de marzo de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000100013&lng=es&tlng=es.
- Ramos Agüero., David, & Terry Alfonso, Elein. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Recuperado en 09 de septiembre de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=es.
- Ramos, David, Terry, Elein, Soto, Francisco y Cabrera, Juan. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97. Recuperado en 10 de septiembre de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362014000200012&lng=es&tlng=es.
- Red de Agricultura Sostenible, A.C. (2017). Módulos Técnicos. Módulo 3: conservación de los recursos naturales. Recuperado de https://documentop.com/modulo-3-conservacion-de-los-recursos-naturales-amazon-web-_598466351723ddb40462720a.html
- Reglamento de Agricultura Orgánica. Decreto N° 29782-MAG. Del 18 de septiembre, 2001. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/legislacion/2001/de-29782.pdf>
- Reglamento para la calidad del Agua Potable. Decreto N° 38924-S del 29 de julio del 2015. Recuperado de _____ de _____

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=101480&strTipM=TC

Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales. Decreto Ejecutivo N° 33903 MINAE-S del 09 de marzo del 2007. Recuperado de <http://www.digeca.go.cr/legislacion/decreto-33903-reglamento-para-la-evaluacion-y-clasificacion-de-la-calidad-de-cuerpos-de>

Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Decreto ejecutivo 35485 del 19 de noviembre del 2009. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=66277&nValor3=77870¶m2=2&strTipM=TC&lResultado=11&trSim=simp

Rodríguez Q, Marisol, Zapata S, María Estrella, Solano M, Marco Antonio, Lozano B, Daniel, Torrico, Faustino, & Torrico R, Mary Cruz. (2015). Evaluación de la contaminación microbiológica de la lechuga (*lactuca sativa*) en la cadena alimentaria, provincia de Quillacollo, Cochabamba, Bolivia 2015. *Gaceta Médica Boliviana*, 38(2), 31-36. Recuperado en 25 de junio de 2018, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662015000200006&lng=es&tlng=es.

Rodríguez, M., Zapata, 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. *Gaceta Médica Boliviana*, 38(2), 31-36. Recuperado en 29 de marzo de 2018, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662015000200006&lng=es&tlng=es.

Rosegrant, M., Koo, J., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M., Cox, C., Garrett, K., Pérez, N., y Sabbagh, P. (2014). Seguridad Alimentaria en el mundo creciente. Escasez de Recursos Naturales. Recuperado de <http://www.casafe.org/publicaciones/>

RTCR 485:2016. Sustancias químicas. Fertilizantes y enmiendas para uso agrícola. Tolerancias y límites permitidos para la concentración de los elementos nutritivos, metales pesados e impurezas. Decreto N° 27069-MAG-MEIC del 11 de setiembre de 1998. Recuperado de

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=30055&nValor3=108608&strTipM=TC

Ruano, D, Trejo, A. (2014). Evaluación de abono orgánico de residuos agropecuarios en cultivos de Pisumsativum y Solanum phureja. Rev. agron. 22(1): 44 – 57, Recuperado de [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia22\(1\)_5.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia22(1)_5.pdf)

Samayoa, S. (2013). Guía Para la elaboración de abono orgánico líquido, en el Instituto de Educación Básica por Cooperativa, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_4404.pdf

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. (2011). Buenas prácticas de producción de hortalizas frescas y mínimamente procesadas. Recuperado de https://www.inti.gob.ar/certificaciones/pdf/Guia_BPA_Hortalizas.pdf

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. (2011). Buenas prácticas de producción de hortalizas frescas y mínimamente procesadas. Recuperado de https://www.inti.gob.ar/certificaciones/pdf/Guia_BPA_Hortalizas.pdf

Servicio Agrícola y Ganadero de Chile. (2013). Agricultura Orgánica Nacional Bases Técnicas y Situación Actual. Recuperado de http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actu_al_2013.pdf

Servicio Fitosanitario del Estado (2012). Guía Técnica para Fincas y Viveros de productos agrícolas para la Exportación. Recuperado de https://www.sfe.go.cr/GuiasTecnicasExportaciones/FE02_GT_para_Fincas_y_viveros_de_productos_agricolas_exportacion.pdf

Soto, G. (2003). Memoria del taller: Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>

Tombini, L., Sopeña, L., Titze, C., Fösch, A., Allende, A., Tondo, E. (2017). Microbial quality of irrigation water used in leafy green production in Southern Brazil and its relationship with produce safety. Food Microbiology, 25, 105-113. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2017.02.003>

Uyttendaele, M., Jaykus, L., Amoah, P., Chiodini, A., Cunliffe, D., Jacxsens, L., Holvoet, K., Korsten, L., Lau, M., McClure, P., Medema, G., Sampers, I & Jasti, P. (2015). Microbial Hazards in Irrigation Water: Standards, Norms, and Testing to Manage Use of Water in

Fresh Produce Primary Production. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, .14, 336-356. doi: 10.1111/1541-4337.12133

- Vallejo-Quintero, Victoria Eugenia. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. Colombia Forestal, 16(1), 83-99. Retrieved February 08, 2017, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000100006&lng=en&tlng=es.
- Vargas, G., Durán, A., González, M., Mora, D. (2015). Perfil de riesgos de contaminación microbiológica y química en la cadena de producción de nueve productos hortícolas para consumo fresco, de un grupo de empresas agrícolas del valle central de Costa Rica. Agronomía Costarricense 39(2): 105-119. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39n2/0377-9424-ac-39-02-00105.pdf>
- Vera, A., Venegas, A., Pertuz-Cruz, S., y Angulo, R. (2014). Análisis de los factores medioambientales condicionantes de la inocuidad de hortalizas cultivadas y consumidas en el área rural de Tenjo, Colombia. Rev. Fac. Med. 63 (1), 57-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v63n1.41098>
- Zamora, M. & Monzón, A. (2012). *Análisis de las prácticas de manejo en la producción de café en la finca Chelol, como base para la implementación de BPA* (I Diplomado en Calidad, Inocuidad y Trazabilidad de Productos Agroalimentarios). Universidad Nacional Agraria.

Anexos

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud

Anexo 1: Lista de Chequeo

Nº de boleta: /_/_/_/_/

Fecha: /_/_/_/_/

1. Datos generales de la finca:

Nombre de la finca	
Ubicación (provincia, cantón, distrito):	
Nombre del gerente o encargado:	

2. Distribución de la planta física:

Ítem	Puntos a observar	Si	No	NA	Observaciones
1	Las instalaciones de los procesos de elaboración de abono, almacenaje y				

	manipulación de productos ¿cuentan con techo?				
2	Las instalaciones de los procesos de elaboración de abono, almacenaje y manipulación de productos ¿cuentan con piso de cemento?				
3	Las instalaciones de los procesos de elaboración de abono, almacenaje y manipulación de productos ¿cuentan con drenajes que permita la recolección de los lixiviados?				
4	¿Existe una distancia suficiente entre las diferentes áreas o procesos que minimice el impacto de los olores?				
5	¿Se cuenta con lavamanos, servicio sanitario y pilas que permitan la higiene de instrumentos, trabajadores e instalaciones?				
6	¿Los viveros y enraizadores tienen un diseño que minimiza el ingreso de plagas?				
Sumatoria de ítems					
Total de cumplimientos					

Total de incumplimientos	
Promedio	

3. Disposición de residuos sólidos y líquidos

Ítem	Puntos a observar	Si	No	NA	Observaciones
7	¿Existe un sitio específico para la disposición de residuos sólidos que no represente un riesgo para el ambiente y la producción?				
8	¿Se cuenta con contenedores con tapa, higiénicos y rotulados para la disposición de los residuos?				
9	¿Los desechos orgánicos se mantienen cubiertos o bajo techo para evitar que la lluvia traslade contaminantes hasta los mantos acuíferos o los terrenos utilizados en la producción?				
10	¿Las instalaciones se encuentran libres de residuos sólidos?				
11	¿Se disponen las aguas residuales de acuerdo con la Ley General de Salud?				
12	¿Se realizan análisis de calidad microbiológica de vertidos de aguas residuales?				

Sumatoria de ítems	
Total de cumplimientos	
Total de incumplimientos	
Promedio	

4. Uso y calidad del agua

Señale el tipo de fuente de agua de irrigación, si es otro, especifique:
 Estanque_____Arroyo_____Pozo_____Municipal_____Otro_____ Especifique el sistema de riego de los cultivos:_____

El agua de riego se distribuye desde su fuente al cultivo de manera: Subterránea_____Sobre el suelo_____Entubada_____

Ítem	Puntos a observar	Si	No	NA	Observaciones
13	Al agua de uso agrícola ¿se le realizan análisis de laboratorio al menos una vez al año?				
14	Las tuberías y conexiones del sistema de riego ¿No presentan fugas o permiten la infusión de posibles contaminantes?				
15	¿Se lleva a cabo un programa de mantenimiento a la fuente de agua y a su red de abastecimiento?				

16	¿Se evita el uso de aguas residuales sin tratar en el riego?				
17	¿Se evita el uso de agua no potable en el lavado final de hortalizas?				
Sumatoria de ítems					
Total de cumplimientos					
Total de incumplimientos					
Promedio					

5. Manejo de suelos y aplicación de abono

Especifique la actividad de los terrenos adyacentes:					
Especifique si el abono empleado es producido en la finca o cual es el proveedor:					
Especifique cuáles son los insumos para el compost:					
Especifique con cuánto tiempo de madurez es aplicado el abono:					
Especifique cuál es la forma y tiempos en la que aplica los abonos o fertilizantes:					
Ítem	Puntos a observar	Si	No	NA	Observaciones
18	¿Cuándo existe actividad agrícola en los terrenos adyacentes al cultivo se toman medidas para minimizar la contaminación cruzada?				

19	¿Se realizaron análisis de laboratorio para determinar presencia de contaminantes?				
20	¿Se realiza limpieza y erradicación de estancamientos de agua y acumulación de desechos en el caso de que se utilicen drenajes?				
21	¿Los insumos del abono cumplen con el reglamento N° 29782-MAG y la relación C/N?				
22	¿Se cumple con el tiempo de madurez al aplicar el abono?				
23	¿Se controla la temperatura, los volteos y la humedad en la producción de abono?				
24	¿El tamaño de la pila es intermedio de manera que no dificulte la aireación y el proceso?				
25	¿Se evita el uso de estiércol crudo como enmienda del suelo y en caso de ser necesario se utiliza 90 a 120 días antes de la cosecha del producto?				
Sumatoria de ítems					
Total de cumplimientos					
Total de incumplimientos					
Promedio					

6. Higiene y manipulación

Ítem	Puntos a observar	Si	No	NA	Observaciones
26	¿Se limpian con agua a presión los equipos que hayan sido utilizados para el movimiento de desechos orgánicos, antes de que éstos sean utilizados en labores en las áreas de producción?				
27	¿Se limpia periódicamente las diversas áreas de producción?				
28	¿Se toman en cuenta los aspectos referentes a la manipulación e higiene de alimentos?				
29	¿Se realizan labores de higiene y saneamiento de las áreas de cultivo, acopio, y procesamiento de los productos agropecuarios para evitar que se generen condiciones favorables para el establecimiento de plagas?				
30	¿Se cuenta con un plan para controlar el acceso de los animales domésticos y silvestres a las áreas de producción así como a la infraestructura y medios para el				

	acopio y procesamiento de los productos?				
31	¿Se controlan los malos olores?				
Sumatoria de ítems					
Total de cumplimientos					
Total de incumplimientos					
Promedio					

Fuente: Elaboración propia basado en Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2008 y Zamora y Monzón, 2012: 20-33.

Anexo 2: Apoyo del Laboratorio de Microbiología de Alimentos para la realización de los análisis de laboratorio.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

FACULTAD DE
MICROBIOLOGIA

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA
E INMUNOLOGIA
SECCION DE MICROBIOLOGIA DE
ALIMENTOS Y AGUAS

10 de Febrero, 2017.

Lic. Judith Umaña
Coordinadora
Comisión de Revisión de Trabajos Finales de Graduación
Escuela de Tecnologías en Salud

Estimada señora:

Reciba un cordial saludo de mi parte. Mi nombre es Mauricio Redondo Solano y actualmente laboro como docente-investigador en la Sección de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Microbiología. En una comunicación anterior le había confirmado mi disposición para fungir como asesor del Trabajo Final de Graduación de la estudiante Francinie Esquivel Arrieta (carné B12400) con el título "Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en tres fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en Costa Rica desde la perspectiva de la Salud Ambiental". La investigación de Francinie incluye trabajo de análisis microbiológico de muestras ambientales y de alimentos. Por medio de esta carta, le quería confirmar que el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas de la Universidad de Costa Rica se hará cargo del costo de los análisis de las muestras que la estudiante desarrolle durante su investigación. Este apoyo cuenta con el aval de la Coordinadora de mi Sección la Dra. María Laura Arias Echandi. Agradezco su apoyo a las diligencias que Francinie ha realizado para sacar adelante el proyecto. No dude en contactarme en caso de existir alguna duda.

Sin más por el momento, suscribe atentamente:

Mauricio Redondo Solano Ph.D.

139

Telfax: (506)2511-86-66

microbiologiaeinmunologia.fm@ucr.ac.cr
Ext. 2511-8641



Anexo 3: Autorización para realizar Trabajo Final de Graduación en las fincas en estudio.

3.1 Finca de Desamparados

Anexo 4: Consentimiento de elaboración del Trabajo Final De Graduación en las fincas en estudio.

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud

25 de 04 del 17

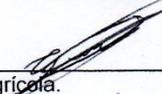
Estimados Señores:

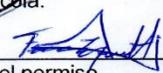
Por este medio, la estudiante Francinie Esquivel de la carrera de Salud Ambiental de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, hace de su conocimiento que el trabajo titulado "Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en cuatro cantones distintos de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el I y II semestre 2017" forma parte del trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura. El mismo pretende realizar un estudio sobre las distintas prácticas agrícolas implementadas en 4 fincas orgánicas del país, con el fin de caracterizar desde la perspectiva de la salud ambiental la infraestructura y técnicas de cultivo en finca, experiencias o conocimientos del agricultor y calidad microbiológica de los productos cultivados.

Para lo anterior, se realizará visitas a las fincas con el fin de evaluar mediante una lista de chequeo aspectos de infraestructura y técnicas agrícolas, además, se tomará muestras tanto de los abonos utilizados en la producción como de los cultivos, para lo cual se solicita el permiso de tomar fotos de ser necesario a la infraestructura, cultivos y abono de la finca.

De igual forma se realizará una devolución participativa de los resultados obtenidos, con el fin de documentar las reacciones y opiniones de los agricultores respecto a estos, para esto se solicita respetuosamente su participación y grabar el audio de la sesión a realizarse. Por tanto, se le solicita llenar el siguiente espacio:

Yo Gabriel Brava Ducheco representante de la finca El Tablazo he leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a brindar el permiso solicitado para efectos de la elaboración del trabajo final de graduación de la estudiante Francinie Esquivel Arrieta.

Gabriel Brava 1-1272-0157  25/04/17
Nombre, Cedula, y firma del productor agrícola. Fecha

Francinie Esquivel 207160431  25/04/17
Nombre, Cedula, y firma de la solicitante del permiso. Fecha

3.2 Finca Cartago

Anexo 4: Consentimiento de elaboración del Trabajo Final De Graduación en las fincas en estudio.

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud

21 de 11 del 2017

Estimados Señores:

Por este medio, la estudiante Francinie Esquivel de la carrera de Salud Ambiental de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, hace de su conocimiento que el trabajo titulado "Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en cuatro cantones distintos de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el I y II semestre 2017" forma parte del trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura. El mismo pretende realizar un estudio sobre las distintas prácticas agrícolas implementadas en 4 fincas orgánicas del país, con el fin de caracterizar desde la perspectiva de la salud ambiental la infraestructura y técnicas de cultivo en finca, experiencias o conocimientos del agricultor y calidad microbiológica de los productos cultivados.

Para lo anterior, se realizará visitas a las fincas con el fin de evaluar mediante una lista de chequeo aspectos de infraestructura y técnicas agrícolas, además, se tomará muestras tanto de los abonos utilizados en la producción como de los cultivos, para lo cual se solicita el permiso de tomar fotos de ser necesario a la infraestructura, cultivos y abono de la finca.

De igual forma se realizará una devolución participativa de los resultados obtenidos, con el fin de documentar las reacciones y opiniones de los agricultores respecto a estos, para esto se solicita respetuosamente su participación y grabar el audio de la sesión a realizarse. Por tanto, se le solicita llenar el siguiente espacio:

Yo Fabian Marin Rivas representante de la finca huerfana gira al sol he leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a brindar el permiso solicitado para efectos de la elaboración del trabajo final de graduación de la estudiante Francinie Esquivel Arrieta.

Fabian Marin Rivas 309280836  21-11-17
Nombre, Cedula, y firma del productor agrícola. Fecha

Nombre, Cedula, y firma de la solicitante del permiso. Fecha

3.3 Finca Grecia

Anexo 4: Consentimiento de elaboración del Trabajo Final De Graduación en las fincas en estudio.

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud

12 de 04 del 17

Estimados Señores:

Por este medio, la estudiante Francinie Esquivel de la carrera de Salud Ambiental de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, hace de su conocimiento que el trabajo titulado "Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en cuatro cantones distintos de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el I y II semestre 2017" forma parte del trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura. El mismo pretende realizar un estudio sobre las distintas prácticas agrícolas implementadas en 4 fincas orgánicas del país, con el fin de caracterizar desde la perspectiva de la salud ambiental la infraestructura y técnicas de cultivo en finca, experiencias o conocimientos del agricultor y calidad microbiológica de los productos cultivados.

Para lo anterior, se realizará visitas a las fincas con el fin de evaluar mediante una lista de chequeo aspectos de infraestructura y técnicas agrícolas, además, se tomará muestras tanto de los abonos utilizados en la producción como de los cultivos, para lo cual se solicita el permiso de tomar fotos de ser necesario a la infraestructura, cultivos y abono de la finca.

De igual forma se realizará una devolución participativa de los resultados obtenidos, con el fin de documentar las reacciones y opiniones de los agricultores respecto a estos, para esto se solicita respetuosamente su participación y grabar el audio de la sesión a realizarse. Por tanto, se le solicita llenar el siguiente espacio:

Yo María Felicia Rodríguez González representante de la finca Organica San Luis he leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a brindar el permiso solicitado para efectos de la elaboración del trabajo final de graduación de la estudiante Francinie Esquivel Arrieta.

María Felicia Rodríguez 2629 253 12/04/17
Nombre, Cedula, y firma del productor agrícola. Fecha

Francinie Esquivel 207160431 F. Esquivel 12/04/17
Nombre, Cedula, y firma de la solicitante del permiso. Fecha

3.4 Finca Coronado

Anexo 4: Consentimiento de elaboración del Trabajo Final De Graduación en las fincas en estudio.

Universidad de Costa Rica
Facultad de Medicina
Escuela de Tecnologías en Salud

18 de mayo del 2017.

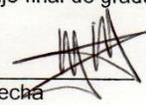
Estimados Señores:

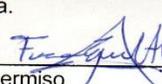
Por este medio, la estudiante Francinie Esquivel de la carrera de Salud Ambiental de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica, hace de su conocimiento que el trabajo titulado "Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en cuatro cantones distintos de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el I y II semestre 2017" forma parte del trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura. El mismo pretende realizar un estudio sobre las distintas prácticas agrícolas implementadas en 4 fincas orgánicas del país, con el fin de caracterizar desde la perspectiva de la salud ambiental la infraestructura y técnicas de cultivo en finca, experiencias o conocimientos del agricultor y calidad microbiológica de los productos cultivados.

Para lo anterior, se realizará visitas a las fincas con el fin de evaluar mediante una lista de chequeo aspectos de infraestructura y técnicas agrícolas, además, se tomará muestras tanto de los abonos utilizados en la producción como de los cultivos, para lo cual se solicita el permiso de tomar fotos de ser necesario a la infraestructura, cultivos y abono de la finca.

De igual forma se realizará una devolución participativa de los resultados obtenidos, con el fin de documentar las reacciones y opiniones de los agricultores respecto a estos, para esto se solicita respetuosamente su participación y grabar el audio de la sesión a realizarse. Por tanto, se le solicita llenar el siguiente espacio:

Yo Mauricio Osorio Iturruga representante de la finca FINCA SAPELICO he leído o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y éstas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a brindar el permiso solicitado para efectos de la elaboración del trabajo final de graduación de la estudiante Francinie Esquivel Arrieta.

Mauricio Osorio Iturruga 115200114932  18/5/17
Nombre, Cedula, y firma del productor agrícola. Fecha

Francinie Esquivel 207160431  18/05/17
Nombre, Cedula, y firma de la solicitante del permiso. Fecha

Anexo 4: Devolución de resultados para cada una de las fincas en estudio.

Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en distintos cantones de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el año 2017.

Resultados

Análisis realizados en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas de la Universidad de Costa Rica

Cuadro I: Coliformes totales y fecales en hortalizas de la finca de Desamparados en el segundo semestre 2017.

Hortaliza	Coliformes Totales (35°C) UFC/10g	Coliformes Fecales (44,5 °C) UFC/10g
Lechuga	4x10 ²	2x10 ¹
Apio	11x 10 ¹	5x10 ¹
Perejil	41x 10 ²	6 x10 ²
Arúgula	2x10 ¹	0
Promedio	12x10 ³	2x10 ²

Cuadro II: Número más probable de coliformes fecales, totales y *E. coli* en muestras de agua de la finca de Desamparados en el segundo semestre 2017.

Muestra	Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes fecales NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP NMP/100 mL
Agua de Naciente	5,1	5,1	5,1
Agua de Biojardinera	2,2	2,2	2,2

Cuadro III. Número más probable de coliformes fecales, totales y *E. coli* en muestras de abono orgánico (Bocashi) de la finca de Desamparados en el segundo semestre 2017.

Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes fecales NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP NMP/100 mL
24	12	12

Áreas con nota mayor a 80%

1. Manejo de suelos y aplicación de abonos.

Áreas con nota menor a 80%

1. Distribución de planta física
2. Disposición de residuos sólidos y líquidos
3. Uso y calidad del agua
4. Higiene y manipulación



Consultar recomendaciones y resultados en el documento final de la tesis

Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en distintos cantones de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el año 2017.

Resultados

Análisis realizados en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas de la Universidad de Costa Rica

Cuadro I: Coliformes totales y fecales en hortalizas de la finca de Coronado.

Hortaliza	Coliformes Totales (35°C) UFC/10g	Coliformes Fecales (44,5 °C) UFC/10g
Lechuga (Sin lavar)	10x10 ²	0
Apio (Sin lavar)	24x 10 ¹	1x10 ¹
Perejil (Sin lavar)	24x 10 ¹	2 x10 ¹
Arúgula (Sin lavar)	25x10 ²	0
Lechuga (Lavado)	10x10 ²	0
Apio (Lavado)	4x 10 ¹	1x10 ¹
Promedio	1x10 ²	3x10 ¹

Cuadro II: Número más probable de coliformes fecales, totales y *E. coli* en muestras de agua de la finca de Coronado.

Muestra	CT NMP/100 mL	CF NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP NMP/100 mL
Agua de naciente (Después de las Tilapias)	540	23	13
Agua de AyÁ (riego y lavado)	No detectable	No detectable	No detectable
Agua naciente (Antes de las Tilapias)	95	95	95
Agua naciente (En su origen)	41	17	17

Cuadro III. Número más probable de coliformes fecales, totales y *E. coli* en muestras de abono orgánico de la finca de Coronado.

Muestra	Coliformes Totales NMP/100 mL	Coliformes fecales NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP NMP/100 mL
Bocashi	28	21	21
Lombricompost	5	2	2

Áreas con nota mayor a 80%

1. Manejo de suelos y aplicación de abonos
2. Uso y calidad del agua.
3. Higiene y manipulación

Áreas con nota menor a 80%

1. Distribución de planta física
2. Disposición de residuos sólidos y líquidos



Consultar recomendaciones y resultados en el documento final de la tesis



Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en distintos cantones de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental en el año 2017.



Resultados

Análisis realizados en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas de la Universidad de Costa Rica

Cuadro I: Coliformes totales y fecales en hortalizas de la Finca de Cartago

Hortaliza	Coliformes Totales (35°C) UFC/10g	Coliformes Fecales (44,5 °C) UFC/10g
Lechuga	0	0
Apio	13x 10 ²	0
Perejil	14x 10 ²	0
Arúgula	51x10 ²	0
Promedio	2,0x10 ³	0

Áreas con nota mayor a 80%

1. Uso y calidad del agua.

Áreas con nota menor a 80%

1. Distribución de planta física
2. Disposición de residuos sólidos y líquidos
3. Manejo de suelos y aplicación de abonos
4. Higiene y amnipulación



Consultar recomendaciones y resultados en el documento final de la tesis



Estudio de las prácticas agrícolas implementadas en cuatro fincas agroecológicas de producción de abonos y hortalizas orgánicas en distintos cantones de Costa Rica, desde la perspectiva de la Salud Ambiental.



Resultados

Análisis realizados en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas de la Universidad de Costa Rica

Cuadro I: Coliformes totales y fecales en hortalizas de la Finca de Grecia.

Hortaliza	Coliformes Totales (35°C) UFC/10g	Coliformes Fecales (44,5 °C) UFC/10g
Lechuga	14x10 ²	0
Apio	16x 10 ²	0
Perejil	29x 10 ²	0
Arúgula	49x10 ²	0
Promedio	3x10 ³	0

Área con un cumplimiento mayor al 80%

Área con un cumplimiento mayor al 80%

1. Manejo de suelos y aplicación de abonos.
2. Higiene y manipulación.

1. Distribución de planta física
2. Disposición de residuos sólidos y líquidos
3. Manejo de suelos y aplicación de abonos
4. Uso y calidad del agua



Consultar recomendaciones y resultados en el documento final de la tesis.