



Agronomía Costarricense

ISSN: 0377-9424

rac.cia@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica

Costa Rica

Vargas-Hernández, Guillermo; González-Lutz, María Isabel; Durán-Quirós, Alfredo; Mora-Acedo, Dennis

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN SISTEMA PARA CUANTIFICAR RIESGOS DE  
CONTAMINACIÓN Y SU APLICACIÓN PARA IDENTIFICAR PUNTOS CRÍTICOS DE  
CONTROL EN CULTIVOS HORTÍCOLAS EN COSTA RICA

Agronomía Costarricense, vol. 39, núm. 2, 2015, pp. 153-166

Universidad de Costa Rica

San José, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43642603012>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Nota técnica

# DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN SISTEMA PARA CUANTIFICAR RIESGOS DE CONTAMINACIÓN Y SU APLICACIÓN PARA IDENTIFICAR PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN CULTIVOS HORTÍCOLAS EN COSTA RICA<sup>1</sup>

*Guillermo Vargas-Hernández<sup>\*\*</sup>, María Isabel González-Lutz\*,  
Alfredo Durán-Quirós<sup>2/\*\*</sup>, Dennis Mora-Acedo\*\**

**Palabras clave:** Situaciones de riesgo potencial; riesgos de contaminación; puntos críticos de control; productos hortícolas; inocuidad.

**Keywords:** Potential risk situations; contamination risks; critical control points; horticultural crops; harmlessness.

**Recibido:** 13/05/14

**Aceptado:** 16/01/15

## RESUMEN

Se analizó la cadena de procesos y subprocesos de los sistemas de producción de hortalizas para consumo fresco. Se establecieron 44 Situaciones de Riesgo Potencial (SRP), las cuales se estructuraron como preguntas que conformaron una encuesta para entrevistar agricultores, con el fin de establecer el grado de cumplimiento de las medidas de prevención de riesgos de inocuidad en hortalizas de consumo fresco. Se definieron las variables que se deben considerar y la fórmula para cuantificar el riesgo. La encuesta se aplicó a un grupo focal de 70 productores de 13 diferentes zonas productoras del Valle Central en Costa Rica. Se utilizó un panel de expertos que valoraran el nivel de riesgo, para la inocuidad final del producto que podrían generar criterios sobre los distintos aspectos evaluados en la encuesta, para identificar así, los puntos críticos de control. La

## ABSTRACT

**Design of a system to quantify contamination risks and its use in identifying critical control points in horticultural crops in Costa Rica.** An analysis was made of the chain of processes and sub-processes in the production systems of vegetables for fresh consumption. Forty-four potential risk situations (PRS) were established, which were converted into questions and structured as a survey for growers. The variables and the formula that should be considered to quantify the risk were defined. The survey was conducted with a focus group of 70 produce growers in 13 different regions of the Central Valley in Costa Rica. A panel of experts was used to assess the risk level they felt the different survey-evaluated aspects could generate for end-product safety; the results identified the critical control points. From the

1 Parte del Proyecto de investigación “Diagnóstico in situ de la situación de la inocuidad de la producción y manejo de los principales cultivos hortícolas de consumo fresco para exportación y consumo en el país”. Universidad de Costa Rica. 2013.

2 Autor para correspondencia. Correo electrónico: jose.duran@ucr.ac.cr

\* Escuela de Estadística, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica.

\*\* Estación Experimental Fabio Baudrit, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica.

validación estadística de la encuesta mostró que el análisis de factores identificó un único factor que explica el 10% de la variancia. El valor obtenido para el Alpha de Cronbach fue de 0,9150 lo que indica un alto nivel de confiabilidad. Los resultados del índice en escala 0–100 señalan que para la población evaluada, todas las zonas productoras de hortalizas presentan altos niveles de riesgo de contaminación, aunque mostró que Llano Grande de Cartago la que presenta el menor riesgo, con un valor de 49, y la zona Este de Heredia la que presenta el mayor valor, con 71. Los resultados también confirmaron altos valores de riesgo de contaminación en todos los cultivos evaluados, y particularmente el tomate presentó el mayor riesgo, con un valor de 64 y el apio con el menor riesgo ya que mostró un valor de 54.

survey's statistical validation, the factor analysis identified a single factor explaining 10% of the variance. The value obtained for Cronbach's Alpha was 0.9150, so the survey had a high level of reliability. The results on a 0-100 scale indicate that, for the evaluated population, all the produce-growing areas have high contamination risk levels. Llano Grande in Cartago Province has the lowest risk, with a value of 49, and the eastern Heredia Province area has the highest, with a value of 71. The results also confirmed high risk values in all evaluated crops, tomatoes showing the highest risk, with a value of 64; and celery having the lowest risk, with a value of 54.

## INTRODUCCIÓN

La inocuidad de los alimentos es una cuestión fundamental de la salud pública para todos los países. Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) como consecuencia de patógenos microbianos, biotoxinas y contaminantes químicos, representan graves amenazas para la salud de millones de personas (Luna et ál. 2009).

El Centro de Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, estimó el total de casos anuales causados por Salmonelosis en ese país en 1.4 millones, con 16 430 hospitalizaciones y 582 muertes. Del total de casos, el 96% se estima fue causado por alimentos contaminados (FAO 2002).

En el 2011 en Costa Rica, se notificaron ante la Dirección de Vigilancia de la Salud 291 439 casos de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), lo que representó una tasa de incidencia de 6314 casos por cada 100 000 habitantes (Ministerio de Salud, 2011). De este valor Kooper

e Inda (s.f.) estiman que el 30% corresponde a intoxicaciones ocasionadas por alimentos.

Estas enfermedades no sólo repercuten de forma significativa en la salud y bienestar de las personas, sino que tienen consecuencias económicas para los individuos, las familias, las comunidades, las empresas y los países ya que imponen una considerable carga a los sistemas de atención de salud y reducen la productividad económica (Keene 2006).

La agricultura es un sector vital en cualquier economía al ser la fuente fundamental de alimentos para el ser humano pues presenta esta primacía entre los restantes sectores que operan en la economía de un país, sin embargo, el riesgo continúa al tratarse parte de la agricultura (Trujillo y Marrero 2007) y se manifiesta principalmente en las Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA) entre las cuales está la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA).

Según el OIRSA (2001), las prácticas de manejo del cultivo, pueden producir

contaminaciones de distinto orden a lo largo de las diferentes etapas del cultivo, tales como contaminaciones microbiológicas procedentes de zonas de producción pecuaria, áreas de tratamiento de aguas negras y desechos sólidos orgánicos, rellenos sanitarios, basureros, animales domésticos y silvestres, fuentes de agua usadas en la producción, etc.

Por otra parte, Mei et ál. (2013) indican que dentro de los factores ligados al sistema de producción, uno de los más importantes es la intervención humana, ya que es una de las principales fuentes de contaminación que influye de manera independiente en las operaciones e insumos propios del proceso de producción y a su vez, puede modificar el medio para potencializar la contaminación y transmitirla de un lugar a otro (Mei et ál. 2013).

La introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos, puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria de suministro, por lo tanto es esencial un control adecuado a través de la misma y se necesita de los esfuerzos combinados de cada empresa alimentaria y cada proveedor para asegurarla (Centro de Comercio Internacional 2008).

Los riesgos son una gestión de los peligros, si no se gestiona un riesgo, una acción dada puede ocurrir en cualquier momento. Por lo tanto, un peligro pasa a ser un riesgo cuando se gestionan acciones para que no ocurra (Espinoza 2012).

La caracterización del riesgo, como elemento de la Evaluación de Riesgos Microbiológicos (ERM), ha sido definida por la Comisión de Codex Alimentarius (CCA) como: “estimación cualitativa y/o cuantitativa, incluidas las incertidumbres concomitantes de la probabilidad de que se conozca un efecto nocivo, conocido o potencial y de su gravedad para la salud de una determinada población basada en la determinación del peligro, su caracterización y la evaluación de la exposición” (FAO/OMS 2009).

La caracterización del riesgo incluye aspectos tales como la probabilidad que dicho riesgo se presente en un lugar y momento dado, por lo tanto se debe estimar qué tan probable es

que un individuo o población se exponga a un peligro. También se debe establecer la magnitud de la exposición, así como la severidad que dicho riesgo podría alcanzar en la población (Luna et ál. 2009).

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (conocido por sus siglas en español como ARCPG) es el enfoque globalmente reconocido para el desarrollo de un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos. Es en esencia un enfoque preventivo (Centro de Comercio Internacional 2008).

La Evaluación de Riesgos es la primera etapa de un Análisis de Riesgos y es completamente científica y de investigación. En ella se determina la severidad y la probabilidad de daño a la salud humana como efecto de la exposición a un agente cuyo vector es un alimento (Luna et ál. 2009).

Las evaluaciones de los riesgos y sus resultados pueden ser de carácter cualitativo o cuantitativo. En la inocuidad de los alimentos se utilizan distintas metodologías (FAO/OMS 2008).

Durante el último decenio, el análisis de riesgos ha surgido como un modelo estructurado para mejorar nuestros sistemas de control de los alimentos, con el objetivo de lograr una producción más inocua, reducir la incidencia de las enfermedades transmitidas por los alimentos y facilitar el comercio nacional e internacional (Luna et ál. 2009).

Según la OMS (2009), la evaluación de riesgos nos proporciona un marco para organizar todos esos datos e información y comprender mejor la interacción entre microorganismos, alimentos y enfermedades humanas.

Una de las funciones más importantes del manejo de riesgos, además relevante en la evaluación de riesgos, es la elaboración de un perfil de riesgo. El propósito del mismo es generar una decisión sobre lo que hay que hacer a futuro (FAO/OMS 2008).

A escala mundial, el riesgo se determina, en general, a partir de la expresión Peligrosidad por Vulnerabilidad. La peligrosidad hace referencia a la probabilidad que se produzca un determinado fenómeno natural con consecuencias negativas,

y con una determinada extensión, intensidad y duración. La vulnerabilidad hace referencia al impacto del fenómeno sobre la sociedad y es precisamente el incremento de la vulnerabilidad lo que ha llevado a un mayor aumento de los riesgos naturales. (Trujillo y Marrero 2007). El término vulnerabilidad es un concepto ambiguo que se ha utilizado para expresar el grado de susceptibilidad/exposición que posee un sujeto/sustrato (Ejemplo: grupo social, ambiente) a ser afectado por un agente externo adverso (Peraldo y Astorga 2000 citado por Fallas 2002).

Durante el último decenio se ha avanzado hacia un enfoque más integral de la inocuidad de los alimentos, según el cual es preciso tener en cuenta la cadena alimentaria en su conjunto en los esfuerzos encaminados a producir alimentos más inocuos (FAO/OMS 2009).

Trujillo y Marrero (2007) plantean para el cálculo del riesgo, la introducción de la respuesta de la población frente al riesgo; considerándose que cuanto mejor sea esta respuesta, menor será el riesgo. Es por ello que esta respuesta se evalúa mediante un criterio numérico y posteriormente se resta su valor al producto de peligrosidad por vulnerabilidad. Estos mismos autores también plantean que la peligrosidad o amenaza de un riesgo resulta del producto de 2 factores:

- Probabilidad de que ocurra: donde la probabilidad puede ser muy baja, próxima a 0, o muy alta, próxima a 1 (una probabilidad 1 significa que el suceso se va a producir con seguridad).
- La Magnitud del daño derivado de un fenómeno o acción: la cual puede ser inmensa evaluada con un 3 o despreciable evaluada con un 1.

El objetivo general del presente estudio fue elaborar, un perfil de puntos críticos de control (PCC) y con ellos un sistema de cuantificación de riesgos de inocuidad, para la producción de productos hortícolas para consumo fresco, así

como establecer su aplicabilidad en las diferentes etapas de la cadena de producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el periodo comprendido entre mayo 2013 y diciembre 2014, se realizó la investigación que consistió en elaborar un perfil de los puntos críticos de control de los sistemas de producción hortícola, en el Valle Central de Costa Rica. Adicionalmente, se elaboró un Sistema de Cuantificación de Riesgos que permitió calificar el nivel de riesgo de distintas zonas y cultivos evaluados.

### **Definición de los Puntos Críticos de Control (PCC) a nivel de campo en la cadena de producción de productos hortícolas para consumo fresco**

Se realizó un análisis general de la cadena de producción de campo a nivel de los procesos y subprocesos de los sistemas de producción de hortalizas para consumo fresco, por medio de los principios de aplicación de la norma conocida en español (López 1999) como ARCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos).

Como parte de este análisis del peligro de contaminación microbiológica y por residuos de plaguicidas de los productos frescos, se establecieron entonces las Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) para la contaminación microbiológica y por plaguicidas del producto hortícola en la cadena completa de producción, desde siembra hasta empaque (Cuadro 1). A la vez se determinaron los Puntos Críticos de Control (PCC) asociados a cada una de las Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) y se clasificaron en tópicos comunes dentro de la cadena de producción.

Se diseñó y estructuró un instrumento para la recolección de información en el campo en la modalidad de encuesta e inspección de finca, constituido por 44 preguntas que corresponden a cada una de las SRP, con las opciones reales de respuesta que corresponden cada una, a un PCC asociado.

Cuadro 1. Número de Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) determinados para las fincas productoras de hortalizas del Valle Central de Costa Rica, 2014.

TEMA	Nº de Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) Definidos
Uso de materia orgánica y su manejo	4
Fuentes de contaminación, calidad y protección del agua y riego	6
Condiciones sanitarias para el personal de campo	9
Manejo de la fitoprotección	6
Condiciones de cosecha y manejo del producto	8
Condiciones de empaque	5
Condiciones sanitarias para el personal de empaque	6
Total	44

### Etapa de observación del riesgo a nivel de campo

Se procedió a aplicar la encuesta a un “grupo focal” de 70 productores de hortalizas y corroborar los resultados de la encuesta con los hechos reales, de esta forma se procedió a validar la efectividad del instrumento en la captura de información y la utilidad del sistema de cuantificación de riesgo desarrollado, para medir esta problemática para distintas situaciones de zona y de cultivo.

Se entrevistaron productores de: lechuga, culantro, apio, repollo, brócoli o coliflor, chile dulce, tomate, hojas para ensaladas (perejil, espinaca, albahaca, etc.).

Los sitios de producción evaluados fueron: Heredia este, Heredia norte, Alajuela noroeste, Alajuela sur, Alajuela norte, Alajuela oeste, Turrialba, Cartago sur-este, Cartago norte, Cartago este, Cartago sur, Llano Grande y San José oeste.

La recolección de la información se realizó por medio de una entrevista conducida por entrevistadores profesionales en agronomía que fueron los encargados de trasladar la información al cuestionario. El proceso fue muy lento, con una duración promedio de por lo menos una hora por entrevistado. Finalizada la entrevista, se procedió a realizar una inspección visual de cada sistema de producción con el fin de comprobar

si el sistema de producción y las evidencias de su manejo concordaban con lo expresado por el dueño durante la entrevista. En pocos casos se encontró problemas de concordancia entre lo expresado por el productor y el resultado de la inspección visual. Cuando esto ocurrió, se modificaron los datos de la encuesta basados en la realidad observada.

### Sistema de cuantificación de riesgo

Con el fin de poder analizar los resultados de las encuestas y las observaciones de los encuestadores en las fincas, se procedió a diseñar un sistema de cuantificación de riesgos de contaminación del producto fresco durante la cadena de producción, para que las respuestas cualitativas de los agricultores sobre la presencia, en sus sistemas de producción, de las SRP y los PCC, se pudieran transformar en números que representan el valor numérico de la cuantificación del riesgo presente en la finca.

Se decidió utilizar el riesgo como parámetro de evaluación, por cuanto las consecuencias finales de los problemas de contaminación de productos de consumo fresco, afectan la salud de las personas, llegando a tener consecuencias graves o incluso la muerte. De esta forma se estructuró, tal como lo plantea FAO/OMS 2009, un sistema de medida o cuantificación que permitiera poder comparar cultivos, zonas, sistemas

de producción y fincas o unidades de producción para poder emitir más adelante recomendaciones sobre bases objetivas, respaldadas por números.

Se asumieron como referencia los aspectos planteados por diferentes autores en particular Luna et ál. 2009, Fallas 2002 y Trujillo y Marrero 2007, para determinar los distintos parámetros que deben ser considerados para evaluar el riesgo de contaminación en la producción agrícola, así como un análisis de pertinencia dentro de la realidad local de la producción de hortalizas para consumo fresco y se procedió a definir los parámetros para la evaluación del riesgo para darles valores y así cuantificar y estructurar con ellos, una fórmula numérica que permitiera evaluar diversas Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) y sus correspondientes Puntos Críticos de Control (PCC) detectados en las encuestas y las inspecciones de finca, para cumplir así con las sugerencias referidas por la literatura (FAO/OMS 2008 y 2009) para facilitar la toma de decisiones y la evaluación científica del tema.

Producto de este trabajo se establecieron los parámetros que se definen seguidamente:

**Capacidad de respuesta (C):** se refiere a la capacidad que tiene el sistema de producción para manejar el peligro de contaminación que representa determinada situación de riesgo.

**Vulnerabilidad (V):** se refiere a la existencia o no de soluciones prácticas que se puedan aplicar para disminuir de inmediato el

peligro de contaminación y por lo tanto el riesgo.

**Probabilidad (P):** se refiere a la probabilidad de que suceda la situación de riesgo de contaminación.

**Magnitud del problema (M):** se refiere a la magnitud del riesgo, que considera que se propague la contaminación entre todo o solo una determinada proporción del producto comercializado.

**Peligrosidad (PE):** se refiere a la multiplicación del valor de la Probabilidad (P) por el valor de la Magnitud del Problema (M).

A través estos parámetros se desarrolló la siguiente fórmula diseñada por los autores del proyecto, para calcular el riesgo de una determinada práctica o de una actividad productiva.

$$R = (PE \cdot V) \cdot C$$

Donde :

R: Riesgo

PE: Peligrosidad

V: Vulnerabilidad

C: Capacidad de respuesta

Luego de definir los parámetros, los autores también definieron las ponderaciones de las distintas variables, según se define en el Cuadro 2, a partir del principio de otorgar mayor valor en puntos conforme la situación se torna más grave o riesgosa para la salud humana.

Cuadro 2. Parámetros utilizados para calificar el riesgo de contaminación en las fincas hortícolas y puntajes asignados a cada una de las situaciones planteadas. Costa Rica, 2014.

Capacidad de Respuesta del Sistema	Manejo posible	Puntos otorgados
Sin control o capacidad de respuesta	Sin control	1
Con control	Moderado	2
Con control	Elevado	3
Vulnerabilidad del Sistema	Soluciones	Puntos otorgados
Alta	Sin soluciones	3
Media	Soluciones parciales	2
Baja	Protegidos	1
Magnitud del Problema	Efecto	Puntos otorgados
Alta	Fuerte, crítico	3
Media	Moderada	2
Baja	Débil, sin relevancia	1
Probabilidad que Ocurra	Frecuencia	Puntos otorgados
Muy Alta	1 vez/semana	5
Alta	1 vez/mes	4
Media	1 vez/trimestre	3
Baja	1 vez/semestre	2

### Establecimiento de las ponderaciones de cada parámetro de los PCC

Una vez diseñado el sistema de cuantificación de riesgos y elaborado el instrumento modalidad encuesta, se planteó la problemática de cómo calificar el grado de importancia del riesgo de cada uno de los Puntos Críticos de Control dentro de la cuantificación total de riesgo de una unidad de producción. Para definirlo se siguieron las sugerencias de Luna et ál. 2009 y además se conformó un grupo de expertos de diferentes disciplinas, a los cuales se les solicitó que calificaran cada uno de los ítems de la encuesta que representa a las SRP y sus correspondientes PCC, por medio del sistema de cuantificación del riesgo descrito en el Cuadro 1 aunado a los valores numéricos del riesgo que le asignaron los expertos según su conocimiento y experiencia profesional.

Además con las sugerencias de Luna et ál. 2009 se decidió aplicar las calificaciones de riesgo de al menos 10 expertos, razón por la cual se

invitó a participar a 20 profesionales expertos, de los cuales 11 colaboraron y llenaron el cuadro de calificaciones de riesgo que se les remitió.

El panel de expertos profesionales en el tema de inocuidad alimentaria, se formó a partir de los siguientes criterios:

- Agrónomos con entrenamiento formal en inocuidad alimentaria y experiencia de campo en el tema.
- Profesionales en microbiología con especialidad en alimentos.
- Tecnólogos de alimentos con experiencia en productos frescos de origen vegetal o microbiología de alimentos.
- Profesionales en agronomía o tecnología de alimentos, que ocupan puestos de jefes o gerentes de plantas de empaque de productos agrícolas para consumo fresco.

Se contó con las calificaciones de 4 ingenieros agrónomos, 3 gerentes de planta de

empaque, 2 microbiólogos de alimentos y 2 tecnólogos de alimentos y que cumplieron los requisitos anteriores.

Una vez recibidas las calificaciones de riesgo que dieron los 11 expertos panelistas, se procedió a usar el sistema de cuantificación descrito y la metodología que se describe a continuación para el procesamiento estadístico de los resultados generados por el panel de expertos, con el fin de pasar de las 11 calificaciones, a una sola calificación final de riesgo de cada uno de los Puntos Críticos de Control (PCC) agrupados en las Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) que se detallarán posteriormente. Finalmente los resultados se llevaron a números en base 100 para mejor comprensión, por lo tanto, el número 100 siempre representa el mayor riesgo y se usó como referencia.

### **Metodología de la obtención del puntaje de riesgo para cada uno de los PCC determinados**

Para la asignación del valor de riesgo con base en el criterio de expertos, se requería que las valoraciones de los profesionales escogidos para cada práctica, se pudieran refundir en un solo valor, con alguna medida resumen de todas las opiniones. Para lograrlo se aplicaron las medidas de tendencia central (moda, mediana aritmética, promedio) que provee la estadística con esa finalidad. Para escoger una de ellas se tomó en consideración la forma como se distribuían los datos y su variabilidad. Se consideraron 3 casos o situaciones posibles que se ilustran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de posibles situaciones de respuesta de los expertos profesionales consultados, según los puntajes otorgados por ellos a una situación de inocuidad determinada.

Caso	Agrupación de experto por casos												Moda	Mediana	Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2	15	20	15	20	20	15	20	15	15	100	100	15	20	20	32
3	15	60	25	50	20	35	45	90	75	85	10	No hay	35	46	

En el caso 1, el acuerdo es perfecto, las 3 medidas son iguales porque no hay variabilidad. El riesgo asignado a la práctica específica es de 75%. Cuando ocurrió algo similar en los datos, se utilizó el promedio como medida de riesgo.

En el segundo caso hay 2 valores extremos, 2 expertos que consideraron muy alto el riesgo de la práctica en contraposición a la mayoría que lo consideraron relativamente bajo. Nótese como en este caso, el promedio es afectado por los valores extremos en mayor proporción que la mediana. En los datos reales, cuando aparecen 1 o 2 valores extremos y no hay una moda muy definida se utilizó la mediana. Cuando hubo una moda muy definida, fue seleccionada.

En el tercer caso las opiniones son dispares, no hay un valor modal y no se puede decir que la mediana o la media representen la valoración de riesgo de los expertos. En los casos como éste, se decidió utilizar el riesgo más alto por considerar que se trata de prácticas que tienen incidencia sobre la salud pública.

De esta forma, mediante el uso de un panel de expertos, se pudo establecer el valor de cuantificación de riesgo que se usa para darle valor numérico en el análisis global de los resultados de las encuestas, a cada una de las respuestas de los productores encuestados, sobre el estado en su unidad de producción, de los PCC de cada una de las SRP en la producción de hortalizas para

consumo fresco. Evidentemente el valor de riesgo de cada PCC determinado por el panel de expertos también los prioriza de acuerdo con el valor del riesgo para la salud pública.

Un detalle del mayor valor de riesgo para cada uno de los PCC de cada una de las SRP de la producción hortícola de productos frescos, se presenta en Resultados y Discusión.

La suma de todos los valores de riesgo para cada respuesta a las preguntas de la encuesta define después de un simple cálculo aritmético con base 100, que el valor de riesgo total de cada unidad de producción estudiada mediante la entrevista a su propietario, permite mediante análisis estadístico estudiar la situación específica de cultivos o de zonas de producción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis realizado en los sistemas de producción de hortalizas a nivel de Costa Rica por medio de la metodología del ARCPG permitió determinar un total de 44 Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) y 178 Puntos Críticos de Control (PCC) que se pueden presentar en el proceso de producción, cosecha y empaque de un producto hortícola de consumo fresco.

Al realizar las 70 encuestas distribuidas en distintas zonas y cultivos hortícolas, no se

encontró a lo largo de todo el proceso de producción, ninguna Situación de Riesgo Potencial (SRP) o Punto Crítico de Control (PCC) que no estuviera contemplado dentro del perfil elaborado previamente, lo cual deja de manifiesto el apego a la realidad que tiene el instrumento elaborado. Este resultado es acorde con lo indicado por el Centro de Comercio Internacional (2008), en el sentido de que la introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos, puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria de suministro, por lo que es preciso tener en cuenta la cadena alimentaria en su conjunto (Luna et ál. 2009), tal como se hizo en este estudio.

Una vez aplicado el proceso de validación estadística de la encuesta, los resultados indican que el análisis de factores identifica un único factor que explica el 10% o más de la variancia, lo cual es la condición deseable. El valor obtenido para el Alpha de Cronbach es de 0,9150. En consecuencia la encuesta presentó un alto nivel de confianza en cuanto a su efectividad como instrumento para la recolección de la información.

Las 44 Situaciones de Riesgo Potencial (SRP) determinadas en los sistemas de producción de hortalizas para consumo fresco, se indican en el Cuadro 4, junto con la valoración otorgada por los especialistas a través del sistema de cuantificación de riesgos diseñado.

Cuadro 4. Puntajes asignados por los expertos para cada situación de riesgo de contaminación de productos hortícolas de consumo fresco. Costa Rica, 2014.

Situación de riesgo de contaminación	Mayor Riesgo* asignado por el panel de expertos a los PCC que le corresponden
1 Fuente de materia orgánica aplicada al suelo	30
2 Tratamiento que reciben los materiales orgánicos antes de aplicarlos al suelo	50
3 Proceso que se le da a los desechos del cultivo	15
4 Control de temperatura y humedad en el proceso de compostaje	100
5 Presencia de animales domésticos en la plantación	50
6 Disponibilidad de servicio sanitario en el campo	65
7 Fuente de agua para los trabajadores de campo	40
8 Procedimientos de limpieza de los trabajadores de campo	55
9 Disponibilidad de materiales para limpieza de los trabajadores de campo	75
10 Direccionamiento de las aguas residuales	50
11 Medidas de protección para evitar que el agua almacenada se contamine	5
12 Fuentes de contaminación cerca de la fuente de agua	65
13 Fuente de agua que utiliza para el riego del cultivo	45
14 Sistema de riego disponible	30
15 Transporte del agua para el riego a lo interno de su finca	35
16 Recipientes o contenedores usados para realizar la cosecha	25
17 Almacenamiento de los recipientes para cosechar	35
18 Procedimiento de lavado que reciben los recipientes para cosechar	45
19 Procedimientos de limpieza del personal antes de iniciar la cosecha	50
20 Utilización de guantes en cosecha	30
21 Contacto del producto cosechado con el suelo	45
22 Supervisión del procedimiento de cosecha	30
23 Trabajo de los cosechadores en campo y empaque	25
24 Ropa de las personas que trabajan en empaque	25
25 Lavado y desinfección de la ropa usada en cosecha y empaque	15
26 Limpieza del producto luego de la cosecha y antes del empaque	50
27 Sitio destinado para realizar el empaque del producto	20
28 Instalaciones sanitarias para personal de empaque	40
29 Equipo para lavado para personas que trabajan en empaque	60
30 Capacitación sobre higiene para personal de empaque	40
31 Instrucciones de limpieza a personal de empaque	60
32 Almacenamiento de los productos empacados	35
33 Transporte interno del producto cosechado hasta el sitio de empaque	35
34 Transporte del producto desde el empaque hasta el lugar de venta	35
35 Tratamiento de limpieza del vehículo para transportar el producto empacado	40
36 Capacitación para manipular los plaguicidas	35
37 Facilidades para medir las dosis de plaguicidas	50
38 Conocimiento del periodo de carencia	50
39 Respeto del periodo de carencia de la última aplicación de agroquímicos	80
40 Dosificación de los plaguicidas	35
41 Procedimientos de calibración de un plaguicida	15
42 Control de la salud de los trabajadores de la empresa	75
43 Procedimientos ante enfermedades de los trabajadores	70
44 Conocimiento de las BPA por parte de los empleados	50

\* Se refiere al mayor valor de riesgo con que calificó el panel de expertos a los PCC de esa determinada situación de riesgo.

En relación con el uso del sistema de cuantificación de riesgo diseñado por los autores, que define los 5 parámetros de mayor influencia sobre el riesgo, a saber a) capacidad de respuesta ante un problema de contaminación, b) peligrosidad del problema, c) probabilidad de que determinada situación de contaminación suceda, d) magnitud del peligro y e) grado de vulnerabilidad ante el problema, se demostró, en la primera etapa de este estudio con 70 productores de diversos cultivos hortícolas y diversas zonas de producción, que permite analizar las respuestas de los entrevistados para la cuantificación del riesgo y en consecuencia valorar numéricamente en cada unidad de producción, cultivo y zona, el estado de las 44 SRP con sus 178 PCC determinados en este estudio.

Los resultados de la etapa de validación de los instrumentos diseñados se presentan a

continuación y no representan un diagnóstico de la situación nacional sino una comprobación de la eficacia, validez y utilidad de las metodologías diseñadas. Este resultado, como lo indica la OMS (2009) proporcionará un marco para comprender mejor la interacción entre microorganismos, alimentos y enfermedades humanas, así como otros posibles contaminantes.

En relación con la cantidad de entrevistas por cultivo, en la Figura 1 se puede observar el detalle del número de encuestas realizadas. Como se observa, se incluyeron un total de 17 cultivos hortícolas diferentes, sin embargo, en este análisis inicial se consideró la importancia relativa de cada uno, de modo que se priorizó de acuerdo con el nivel de consumo del cultivo, entonces con prioridad a tomate, chile dulce, lechuga, apio y apio, aunque también se incluyeron productores de otras hortalizas de menor consumo.

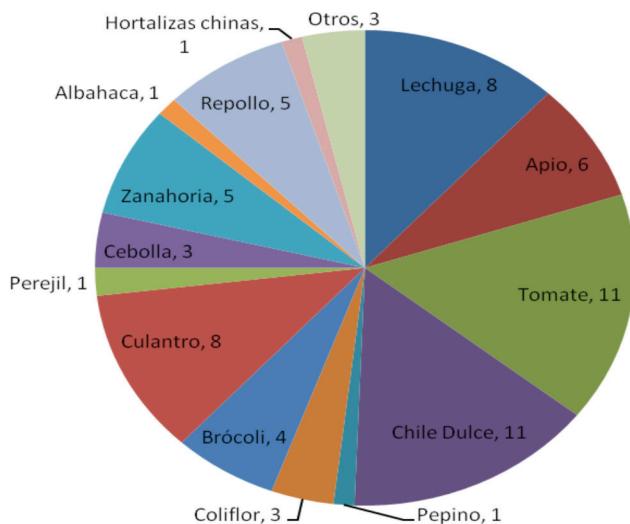


Fig. 1. Número de productores encuestados sobre diferentes cultivos durante la etapa inicial de validación del nivel de inocuidad de la producción de hortalizas frescas. Costa Rica, 2014.

En la Figura 2 se pueden observar las diferentes zonas, las cuales se localizan en las partes altas de las provincias de Cartago, Alajuela,

Heredia y San José que son las zonas más importantes en donde se da la producción de hortalizas en el país.

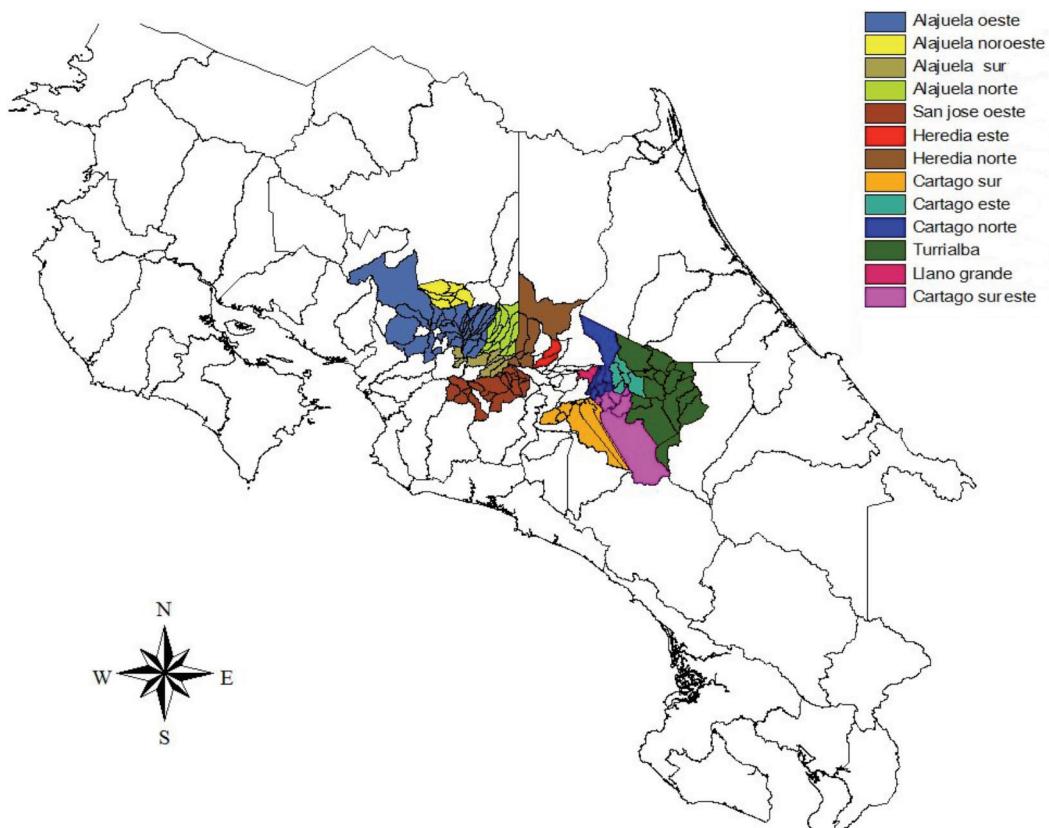


Fig. 2. Mapa de zonas geográficas donde se realizaron las encuestas sobre inocuidad de la producción de hortalizas para consumo fresco. Costa Rica, 2014.

En cuanto a la distribución de las entrevistas por sistema de producción, se realizaron a productores con 3 modalidades de sistemas de producción: al aire libre que representaron el 47,8%, en ambiente protegido el 44,0% y los que utilizan ambos sistemas que fueron el 7,8% de los entrevistados.

Durante la entrevista y a manera de resultado cualitativo de esta evaluación, se comprobó que en la mayoría de los casos, el entrevistado conoce del tema de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y su relación con la inocuidad del producto. Se pudo identificar además, que el

productor tiene conciencia del problema y su importancia, aunque los resultados indican que no se percibe la voluntad por aplicar las BPA para proteger a su producto de la contaminación.

Con respecto a los valores de riesgo de contaminación microbiológica y por plaguicidas generados de la muestra de 70 empresas en las distintas zonas evaluadas, en el Cuadro 5 se observa que todas las zonas muestran niveles elevados de riesgo por falta de inocuidad; y además muestra que la zona Este de Heredia la que presenta el mayor valor con 71 y Llano Grande la que presenta el menor riesgo con un valor de 49.

Cuadro 5. Resultados del valor de riesgo promedio de contaminación para cada sector evaluado. Costa Rica, 2014.

Zona	Valor de riesgo promedio de contaminación
Heredia Este	71
Alajuela Noroeste	65
Turrialba	64
Carago Sur Este	64
Alajuela Sur	62
Cartago Norte	61
Alajuela Norte	60
Cartago Este	60
Cartago Sur	59
Heredia Norte	58
San José Oeste	56
Alajuela Oeste	55
Llano Grande	49

En relación con los valores de riesgo de contaminación por cultivo, en la Figura 3 se observan los resultados obtenidos para aquellos cultivos que presentaron mayor cantidad de encuestas. Como se observa, estos resultados también confirman altos valores de riesgo en estos cultivos, teniéndose al tomate como el cultivo con el mayor riesgo de inocuidad con un

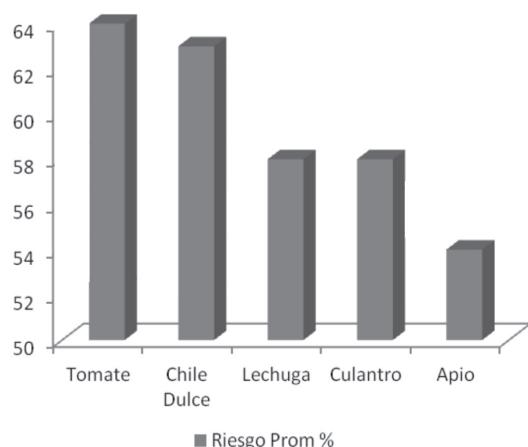


Fig. 3. Resultados de los valores de riesgo de contaminación promedio generados para los distintos cultivos hortícolas analizados. Costa Rica, 2014.

valor de 64 y al apio con el menor riesgo con un valor de 54.

Los resultados anteriores, aunque son iniciales, confirman el hecho de que la producción de hortalizas en Costa Rica presenta altos niveles de riesgo de contaminación, motivado sobre todo por el hecho de la falta de fuentes de agua limpias para riego, junto con el abuso en la aplicación de plaguicidas y la poca utilización de las Buenas Prácticas Agrícolas.

Adicionalmente, los resultados obtenidos demuestran que la metodología desarrollada e implementada, permite establecer diferencias entre zonas productoras, entre cultivos, entre sistemas de producción e inclusive, entre productores, lo cual la convierte en una herramienta importante para poder definir las prioridades de acción que deben seguir los organismos relacionados con el manejo de la inocuidad en los alimentos, tal como lo propone FAO/OMS 2008, cuando indica que el propósito del perfil de riesgo es generar una decisión sobre lo que hay que hacer a futuro. En ese sentido, los resultados obtenidos confirman que la herramienta generada puede ser confiable para establecer los valores de riego de inocuidad y su aplicación en un estudio más amplio, permitirá establecer los lineamientos futuros para las autoridades de los sectores agrícolas y de salud del país.

## LITERATURA CITADA

- CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL UNCTAD/OMC. 2008. ISO 22000 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Lista de verificación para las PYME. Empresa Gráfica Mosca, Uruguay. 131 p.
- ESPINOZA F. 2012. Procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión de mantenimiento industrial. Revista Chilena de Ingeniería 20(2):242-254.
- FALLAS J. 2002. Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea en Costa Rica: Una aproximación utilizando el modelo DRASTIC y Sistemas de Información Geográfica. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Resúmenes XLVIII REUNIÓN ANUAL PCCMCA (Programa Centroamericano Cooperativo de

- Mejoramiento de Cultivos y Animales). Costa Rica, p. 139.
- FAO. 2002. Risk assessments of salmonella in eggs and broiler chickens - interpretative summary. Serie Evaluación de Riesgos Microbiológicos N° 2. Consultado 25/10/13. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/y4393e/y4393e07.htm#bm07.4>
- FAO/OMS. 2008. Evaluación de la exposición a peligros microbiológicos en los alimentos: Directrices. Serie Evaluación de Riesgos Microbiológicos N° 7. 163 p.
- FAO/OMS. 2009. Caracterización de Riesgos de Peligros Microbiológicos en los Alimentos: Directrices. Serie Evaluación de Riesgos Microbiológicos N° 17. 127 p.
- KEENE W.E. 2006. Lessons from investigation of foodborne disease outbreaks. JAMA, 281, 19:1845-1847.
- KOOPER G. Y INDA A. S.F. Estimación del impacto socio-económico de las enfermedades transmitidas por alimentos en Costa Rica. Consultado 20/10/13. Disponible en <http://www.uci.ac.cr/descargas/MIA/Articulo%20CACIA%20impacto%20ETA%20rev.pdf>
- MINISTERIO DE SALUD, COSTA RICA. 2011. Memoria Institucional. Consultado 5/12/13. Disponible en [http://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre\\_ministerio/memorias/memoria2012/UMI\\_memoria\\_institucional\\_2011.pdf](http://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/memorias/memoria2012/UMI_memoria_institucional_2011.pdf)
- LÓPEZ J.L. 1999. Calidad Alimentaria: riesgos y controles en la agroindustria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 316 p.
- LUNA J., SIGNORINI M., DÍAZ R., ORDOÑEZ L. 2009. Evaluación de riesgos en alimentos. International Life Sciences Institute (ILSI), Impresión por Black Light Group. México. 45 p.
- MEI S., JAN B., RICHARD N. 2013. Perceptual and Actual Risks and How We Comunicate Them, pp. 189-208. In: S. Mei, B. Jan and N. Richard (eds.). Managing Food Safety Risks in the Agri-Food Industries. CRC Press.
- ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (OIRSA). 2001. Manual para el control y aseguramiento de la calidad e inocuidad de frutas y hortalizas frescas. Coordinación Regional de Inocuidad de Alimentos. El Salvador. 63 p.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (OMS). 2009. Caracterización de Riesgos de Peligros Microbiológicos en los Alimentos. Consultado 29/4/13. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/ag/agn/jemra/17s.pdf>
- TRUJILLO C.M., MARRERO Y. 2007. La estimación de pérdidas agrícolas en condiciones de riesgo. Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias. Memoria. La Habana, Cuba, p. 38.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a [rac.cia@ucr.ac.cr](mailto:rac.cia@ucr.ac.cr)