



Proceso Análisis de Riesgos del Sistema Nacional de Inocuidad y Calidad Alimentaria

OPINION CIENTÍFICA N°2/2017

“EVALUACIÓN DE RIESGO DE NOROVIRUS EN BERRIES FRESCOS Y CONGELADOS, CHILE”

Elaborado por:

Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile

Solicitado por:

Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria, ACHIPIA / (Licitación ID 688535-3-IE16)

PRESENTACIÓN

La Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria, en marco del Proceso de Análisis de Riesgo (PAR) del año 2016, priorizó la realización de una evaluación de riesgo para Norovirus en *berries* frescos y congelados producidos y procesados en Chile. Esta consultoría fue adjudicada a la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET) de la Universidad de Chile, mediante licitación pública.

Basado en el informe final y otros productos entregados por la FAVET, el Área de Soporte de Análisis de Riesgo de la Agencia ha elaborado la presente opinión científica, que tiene como objetivo divulgar los resultados de las evaluaciones de riesgo u otros estudios que se realicen en el marco del PAR.

Descargo de responsabilidad: Las opiniones o posiciones expresadas en esta publicación no representan necesariamente, en términos legales, la posición oficial de la Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria (ACHIPIA). La ACHIPIA no asume ninguna responsabilidad por los errores o inexactitudes que puedan aparecer.

Agradecimientos:

Queremos agradecer el apoyo del Servicio Agrícola y Ganadero, que a través de la División de Protección Agrícola y Forestal, fue fundamental en la distribución y recopilación de encuestas aplicadas a productores y *packing* de *berries* a lo largo del país. Así mismo, a la Asociación de Empresas de Alimentos A.G. por los contactos con exportadores de *berries* y al Grupo Especialistas de Norovirus de ACHIPIA por sus aportes sobre el estado de situación en la investigación nacional sobre Norovirus.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	2
I. ESTUDIO	4
A. Objetivos del Estudio.....	8
B. Material y Método	8
C. Resultados.....	10
1. Resultados objetivo específico 1	10
2. Resultados objetivo específico 2	22
3. Resultados objetivo específico 3	23
D. Discusión	37
E. Conclusiones	41
F. Recomendaciones.....	41
Referencias bibliográficas	43
II. Anexo	48
<i>Resultado encuestas a predio y packing de berries</i>	48
1. Encuesta a predio (pre cosecha y cosecha).....	48
2. Encuesta a <i>Packing</i>	57

I. ESTUDIO

Evaluación de Riesgo de Norovirus en *Berries* Frescos y Congelados en Chile.

Autores

Christopher Hamilton-West, MV, MSc, PhD ^a

Andrea Moreno, MV, PhD ^b

Stacey Schultz-Cherry, PhD ^c

Randall Singer, MV, MSc, PhD ^d

^a Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile; ^b Universidad Andrés Bello; ^c St. Jude Children's Research Hospital; ^d College of Veterinary Medicine, University of Minnesota.

Resumen

Norovirus (NoV) causan gastroenteritis aguda en seres humanos, siendo las heces humanas, el único reservorio conocido para el NoV humano. Los productos frescos pueden estar contaminados, principalmente por malas prácticas de higiene de los cosechadores de alimentos, o por contaminación de agua de riego o de procesamiento contaminada. Los alimentos listos para el consumo, preparados manualmente, pueden estar contaminados por procesadores y manipuladores de alimentos infectados. Asimismo, es importante la transmisión de persona a persona, ya sea directamente o a través de superficies y objetos contaminados. NoV es responsable del 40-50% de los brotes de diarrea aguda en personas de todas las edades en países desarrollados.

Para la evaluación de riesgo, se desarrolló un modelo cuantitativo, en base a información científica internacional y nacional, además de un levantamiento de información local sobre la producción de *berries*, mediante una encuesta que fue aplicada a nivel de producción primaria, centros de acopio y planta de proceso. Para esto se utilizó el software @Risk, en el cual se modelaron escenarios de producción y carga viral en base a 10.000 iteraciones. La evaluación de riesgo consideró un análisis de la incertidumbre asociada al modelo lo cual permitió identificar brechas de información, resaltando su importancia para futuros estudios.

Los principales resultados indican que, la concentración de NoV en diferentes porciones de *berries* (según se comercializa en supermercados nacionales), estaría bajo la concentración mínima que puede causar enfermedad en humanos. Asimismo, el congelamiento no tendría efecto sobre la concentración de NoV. Variando los escenarios, en función del número de trabajadores enfermos, en ninguno de estos escenarios, se produciría una porción que posea una carga de NoV que pueda producir enfermedad en humanos. Las principales vías de riesgo para la contaminación de *berries* en los predios se asociaron al origen del agua utilizada tanto para riego como para la

aplicación de productos químicos y la manipulación de trabajadores, los que, si bien tienen capacitación en manejo de alimentos, no utilizan elementos como guantes o mascarillas para la cosecha. A nivel de packing existe un mayor control en el uso de elementos para la manipulación de los frutos y de la frecuencia de acciones de limpieza y desinfección. La probabilidad que las porciones evaluadas (hasta los 250g) presenten una carga de NoV que pueda generar enfermedad en humanos es extremadamente baja, incluso en condiciones donde un número elevado de trabajadores a nivel de predio (10 que participen en actividades de cosecha) y en packing (10 personas que manipulen los frutos) estuviesen enfermos.

La evaluación de riesgo de matrices alimentarias requiere de información de buena calidad, proveniente de diversas fuentes (principalmente programas de vigilancia). Lamentablemente, en la actualidad esta información no existe en Chile ni para personas, ni para *berries*, ya que no hay programas de vigilancia epidemiológica específicos para NoV en salud humana. En producción vegetal (de *berries*) tampoco existen programas de vigilancia para este patógeno, ni existe información de la presencia de NoV en las fuentes de agua que se utilizan para riego o para la aplicación de los principios activos utilizados en el proceso de fumigación o de lavado en etapas finales del procesamiento. Se sugiere la coordinación de los diferentes actores, para el desarrollo de programas de vigilancia integrados, que permitan identificar riesgos, gestionar emergencias y generar información que permita realizar evaluaciones de riesgo.

Frente a escenarios de brechas de información, deben considerarse herramientas que permitan subsanar estas limitantes, como la realización de estudios epidemiológicos, que involucren el levantamiento de información representativa y sin sesgos; o la consideración de ensayos de laboratorio.

Existen importantes diferencias en la estructura de producción de los diferentes tipos de *berries* considerados en la consultoría. Donde la producción de *berries* está más industrializada, mientras que frambuesas son producidas principalmente por pequeños agricultores en superficies muy pequeñas de tierra. Asimismo, existiría un importante movimiento de *berries* a través de intermediarios, quienes pueden proveer materiales y almacenar los productos en condiciones poco conocidas. No existe un registro de posibles intermediarios, para levantar información de sus actividades y riesgo de contaminación por NoV.

Summary

Norovirus (NoV) causes acute gastroenteritis in humans, with human feces being the only known reservoir for human NoV. Fresh products may be contaminated, mainly by poor hygienic practices of food harvesters, or by contamination of irrigation water or contaminated processing. Ready-to-eat foods, prepared manually, may be contaminated by infected processors and food handlers. Likewise, the transmission from person to person is important, either directly or through contaminated surfaces and objects. NoV is responsible for 40-50% of outbreaks of acute diarrhea in people of all ages in developed countries.

For the risk assessment, a quantitative model was developed, based on international and national scientific information, as well as local information on the production of *berries* derived from a survey applied at the level of primary production, collection centers and processing plant. For this, the @Risk software was used, in which production and viral load scenarios were modeled based on 10,000 iterations. The risk assessment considered an analysis of the uncertainty associated with the model, which allowed us to identify information gaps, highlighting their importance for future studies.

The main results indicate that the concentration of NoV in different portions of *berries* (as sold in national supermarkets), would be under the minimum concentration that can cause disease in humans. Also, freezing would have no effect on the concentration of NoV. By varying the scenarios, depending on the number of sick workers, in none of these scenarios, a portion with a load of NoV that could cause human disease would be produced. The main risk routes for the contamination of *berries* in farms were associated to the origin of the water used for both, irrigation and application of chemical products as well as the manipulation of workers, who, although have been trained in food handling, do not use elements such as gloves or masks during the harvest. At the packing level, there is greater control in the use of elements for fruits handling and in the frequency of cleaning and disinfection actions. The probability that the portions evaluated (up to 250g) present a load of NoV that could generate disease in humans is extremely low.

The risk assessment of food matrices requires good quality information from different sources (mainly surveillance programs). Unfortunately, to date, this information does not exist in Chile nor for people, neither for *berries*, vegetables and green leaves, since there are no specific epidemiological surveillance programs for NoV in human health. In plant production (of *berries*) there are no surveillance programs for this pathogen, nor is there information on the presence of NoV in water used for irrigation, for the application of products in fumigation or washing in final stages of processing. The coordination of different stakeholders, for the development of integrated surveillance programs, which allow to identify risks, manage emergencies and generate information to carry out risk assessments, is suggested.

To overcome the limitations of information gaps, different tools must be considered, such as epidemiological studies that involve the collection of representative information without bias; or the consideration of laboratory tests. For these, it is suggested to consider a first stage of review of available information, verifying the feasibility of carrying out a risk assessment; and if the necessary information does not exist, the development of proposals for the collection of information considering its associated costs and terms.

There are important differences in the production structure of the different types of *berries* considered in the consultancy. Blueberry production is more industrialized, while raspberries are produced mainly by small farmers. This has some repercussions, for example, that the records and data generated by the agricultural censuses would not consider approximately 80% of the farms that produce raspberries, since their cultivation area is very little. Also, there would be an important movement of *berries* and green leafy vegetables through intermediaries, who can provide materials and store the products in unknown conditions. There is no record of possible intermediaries, that would allow us to collect information on their activities and their risk of contamination by NoV.

A. Objetivos del Estudio

El objetivo general del presente estudio, consiste en evaluar el riesgo para la población nacional de la presencia de Norovirus en *berries* frescos y congelados producidos y procesados en el país, considerándose: (a) Caracterización de la cadena alimentaria, desde la producción al consumo, (b) Caracterización del peligro, (c) Evaluación de la exposición, (d) Caracterización del riesgo, (e) Estimación del riesgo, (f) Análisis de variabilidad, incertidumbre y brechas de información, así como posibles medidas de mitigación.

Los objetivos específicos incluyen:

1. Evaluar de forma cualitativa y/o cuantitativa la naturaleza de los efectos adversos para la salud de las personas, asociadas al peligro representado por Norovirus que pueden estar presentes en *berries* frescos y congelados.
2. Determinar el nivel de la ingesta probable del peligro a través del consumo de *berries* frescos y congelados.
3. Estimar el riesgo, de forma semi-cuantitativa o cualitativa, de la ocurrencia de efectos adversos en una población dada, incluidas las incertidumbres relacionadas, considerando la caracterización del peligro, la evaluación de la exposición e impacto en la salud de las personas.

B. Material y Método

Objetivo específico 1: Evaluar de forma cualitativa y/o cuantitativa la naturaleza de los efectos adversos para la salud de las personas, asociadas al peligro representado por Norovirus que pueden estar presentes en *berries* frescos y congelados.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de las publicaciones científicas existentes en la materia. Complementariamente se contó con la asesoría científica por parte del grupo de investigación del *St. Jude Children's Research Hospital*,

El levantamiento de información para estimar el riesgo de la presencia de NoV en *berries* frescos y congelados, se realizó mediante una caracterización de la producción y distribución de los productores. Esta caracterización fue realizada a través de reuniones/talleres con actores relevantes del sector público (SAG-ACHIPIA), academia y sector privado.

Por otra parte, se diseñó una encuesta orientada a generar información sobre actividades específicas, tanto a nivel de predio como de packing. Dicha encuesta logró ser aplicada sólo a nivel de predios productores de *berries*, en base a los cuales se desarrollaron los resultados. La encuesta permitió la identificación de puntos críticos de contaminación de los productos considerados a través de la cadena de producción. Las entradas y salidas del sistema

fueron modeladas mediante el software @Risk (<http://www.palisade.com/risk/>), el cual simuló estocásticamente distintos escenarios de contaminación.

Objetivo específico 2: Determinar el nivel de la ingesta probable del peligro a través del consumo de *berries* frescos y congelados.

Para el desarrollo de este objetivo se consideró la información existente en la literatura científica generada en el objetivo específico 1. Además, se utilizaron las estadísticas nacionales de consumo de alimentos, estimándose el consumo promedio de *berries* frescos y congelados.

La metodología para la estimación de las probabilidades de contaminación de *berries*, se explica en el objetivo específico 3.

Objetivo específico 3: Estimar el riesgo, de forma semi-cuantitativa o cualitativa, de la ocurrencia de efectos adversos en una población dada, incluidas las incertidumbres relacionadas, considerando la caracterización del peligro, la evaluación de la exposición e impacto en la salud de las personas.

En base a los resultados obtenidos en los objetivos específicos 1 y 2, se procedió a los siguientes análisis:

1. Estimar la probabilidad de contaminación de *berries* con NoV.
2. Identificar la distribución de probabilidades que mejor describan los datos obtenidos.
3. Cuantificar el riesgo de gastroenteritis por NoV según la cantidad de productos consumidos en una población dada.

Para la evaluación de riesgo, se utilizaron como base los escenarios identificados en el objetivo 1. Así, se estimó la probabilidad de contaminación de *berries*, estimando una prevalencia basal de NoV asociada a una distribución de probabilidades.

Finalmente, se consideraron las intervenciones que pueden reducir el riesgo de NoV en *berrie*.

Para identificar el mejor ajuste de las distribuciones, se utilizó el programa estadístico @Risk (Palisade Corporation, Ithaca, NY). Para realizar las simulaciones se utilizaron los programas Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA) y @Risk.

C. Resultados

1. Resultados objetivo específico 1

a) El peligro: *Norovirus (NoV)*

Norovirus (NoV) es un género de virus de la familia *Caliciviridae* (EFSA, 2012), los cuales causan gastroenteritis aguda en seres humanos (CDC, 2006). Son un grupo de virus no envueltos, de 27 a 38 nm de diámetro (Bozkurt et al., 2015), icosaédricos y que cuentan con un genoma de ARN monocatenario de sentido positivo (EFSA, 2012).

El único reservorio conocido para NoV humano son las heces humanas. Los productos frescos pueden contaminarse por malas prácticas de higiene de los cosechadores de alimentos (agua de riego o agua utilizada durante el procesamiento, que esté contaminada). Mientras que los alimentos listos para el consumo, preparados manualmente, pueden contaminarse por procesadores y manipuladores de alimentos infectados. Además de los alimentos o el agua contaminados, es importante la transmisión de persona a persona, ya sea directamente o a través de superficies y objetos contaminados (Greening et al., 2009). De esta manera, los NoV tienen diversas vías de transmisión incluyendo el contacto directo de persona a persona (fecal-oral y vómito-oral), contacto con superficies contaminadas y a través del consumo de alimentos y agua contaminados con materia fecal (EFSA, 2012; Kim et al., 2016). En brotes, múltiples rutas de transmisión pueden ocurrir simultáneamente (Greening et al., 2009).

Basado en la caracterización molecular de las secuencias genéticas de la cápside, los NoV se clasifican en cinco genogrupos: GI (prototipo: virus de Norwalk), GII (prototipo: virus Nieve de la montaña), GIII (prototipo: calicivirus entérico bovino), GIV (prototipos: Alphantron y ft. Lauderdale) y GV (prototipo: norovirus murino). Se ha descrito que cepas de los genogrupos GI, GII y GIV afectan a humanos, mientras que cepas del genogrupo GIII se han asociado a bovinos y GV a ratones (Lopman et al., 2009; Bozkurt et al., 2015).

Entre los genogrupos que se han detectado en humanos, GII es el más predominante y es al cual se asocia más del 73% de las infecciones de NoV humanos (CDC, 2006; Bozkurt et al., 2015). Por su parte GI se divide en 7 genotipos, mientras que, GII en 12 genotipos. Sin embargo, también se han descrito 9 tipos de NoV recombinantes, los cuales presentan regiones de polimerasa y cápside que son derivadas de distintas cepas ancestrales. El Genotipo 4 del genogrupo II (GII.4) fue el más prevalente en la década pasada en Estados Unidos, Europa y Oceanía, causando entre el 70 a 80% del total de brotes de NoV (ISP, 2013).

La capa externa de los virus sin envoltura, tales como NoV, se compone principalmente de proteínas, permitiendo que éstos retengan su infectividad incluso cuando se secan. Esto hace que el NoV sea muy estable en el ambiente y frente a tratamientos de temperatura, ácidos, detergentes, proteasas y secado (Bozkurt et al., 2015; Kim et al., 2016) logrando sobrevivir a procedimientos como congelación y calentamiento a 60°C (140°F) (CDC, 2006).

Tabla 1 Caracterización de *Norovirus*.

Característica	NoV
Clasificación	
Clasificación de Baltimore	Grupo IV
Familia	<i>Caliciviridae</i>
Género	<i>Norovirus</i>
Cápside	
Envoltura	No
Diámetro del virión (nm)	27 - 38
Punto isoeléctrico	5,5 – 6,0
Receptores del hospedero	HBGA, heparán sulfato o células B
Genoma	
Composición	RNA (+) monocatenario
Arquitectura	Lineal
Tamaño (kb)	7,5
Ruta de transmisión	Fecal-oral
Periodo de incubación	24 - 48 horas
Duración infección	12 - 72 horas
Síntomas	Diarrea, náusea, vómitos, dolor abdominal
Características clínicas	Gastroenteritis
Terapia actual	Sin tratamiento específico
Vacuna	No
Método de detección	RT-PCR, ELISA, NASBA, RT-LAMP

Debido a la incapacidad para propagar el NoV infeccioso humano en líneas celulares, en cultivos de tejidos o en animales de laboratorio tradicionales, la investigación sobre la persistencia del NoV humano, la supervivencia del virus y la transmisión en diferentes condiciones ambientales ha sido obstaculizada (Lopman et al., 2009; Cook et al., 2016).

En cuanto a la sobrevivencia del NoV en *berries*, se ha descrito que puede mostrar cierta persistencia en la superficie de éstos. De hecho, evidencias de brotes de NoV han demostrado que éste incluso puede persistir durante un periodo de tiempo prolongado en frambuesas y frutillas congeladas. Sin embargo, el NoV, a diferencia de otros patógenos, no se multiplica en alimentos. De esta manera, las temperaturas de almacenamiento influyen únicamente sobre su persistencia en la superficie de *berries* previamente contaminados (EFSA, 2014a).

Hasta la fecha, se sabe que el NoV es resistente a diversos tratamientos (Tabla 2), que tiene capacidad de sobrevivir en el agua, y que, debido a su estructura sin envoltura, similar a otros virus entéricos humanos, muestra resistencia

a degradación en el medio ambiente frente a situaciones tales como cambios de pH y desecación (Barker, 2014; Mok et al., 2014). La baja temperatura y baja humedad favorecen la supervivencia y transmisión durante la temporada de invierno, lo cual es consistente con el aumento descrito en la tasa de infección por NoV en climas fríos y secos, evidenciándose una estacionalidad de brotes de NoV durante el invierno, ya que los brotes de NoV ocurren principalmente en el rango de temperatura de -5 a 10°C, y el porcentaje de casos positivos aumentan a medida que la temperatura disminuye (Kim et al., 2016).

Tabla 2 Persistencia de NoV en agua, fómites, manos, berries y pH.

Elemento	Descripción	Efecto
Agua	Mineral y cañería (-20°C, 4 °C y 25°C)	Presencia de RNA viral NoV GII a los 80 días
	Superficial (pH 6,9-7,7)	Persistencia de NoV
	Subterránea (pH 5,7-6,5)	
	Estéril (pH 7,0)	
	Embotellada	Persistencia de Genoma equivalente (GE) a los 62 días
	Solución fostato-salina (PBS)	Disminución de GE en <1 log (4°C), ~ 1 (T° amb) y 0,7 log (7°C) después de 5 semanas.
Fomites	Alfombras	Persistencia
	Formica	Persistencia de NoV GI y GII
	Acero inoxidable	
	Cerámica	
	Cloruro de ponivilino (PVC)	
	Superficies de cobre	Pueden inactivar NoV al dañar su cápside viral
Manos	NoV GI y NoV GII	Persistencia al menos durante 2 horas
Berries	4°C	Sin disminución de GE
	10°C	Disminución de GE en <1 log
	21°C	Disminución de GE en <1,2 log.
pH	Valores de pH > 8	Daño en cápside de NoV

En cuanto a la tasa de decaimiento viral, un estudio realizado por Mok et al (2014), utilizó una concentración máxima en aguas residuales y mediante una evaluación determinista de decaimiento viral demostró una reducción de 7 log₁₀ después de 7 días, lo que se consideró suficiente para dar cuenta de la acumulación viral en la superficie de plantas. Los mismos autores, supusieron que la decadencia del virus en el campo presenta una distribución normal. Este supuesto fue hecho a raíz de experimentos con bacteriófagos B40-8 de *Bacteroides fragilis* en lechuga.

En este estudio, también se consideró que el decaimiento viral después de la cosecha era despreciable (Mok et al., 2014). Sin embargo, otros estudios han evidenciado que el NoV persiste en *berries*, verduras y frutas, mostrando una reducción <1 log en 1 a 2 semanas (Cook et al., 2016).

NoV es altamente contagioso, describiéndose que tan sólo 18 (10 a 100) partículas de virus son suficientes para causar infección (CDC, 2006). El período de incubación corresponde a 24 – 48 horas, con una duración de la infección entre 12 a 72 horas, donde los síntomas más usuales corresponden a diarrea, náuseas, vómitos y dolor abdominal. Para el diagnóstico, la identificación del virus es más certera a partir de muestras de heces tomadas dentro de 48 a 72 horas después de la aparición de los síntomas, aunque se pueden obtener resultados positivos mediante el uso de RT-PCR en muestras tomadas incluso 7 días después de la aparición de los síntomas (CDC, 2006). Sin embargo, el RT-PCR en tiempo real no discrimina entre NoV infecciosos y no infecciosos, por lo tanto, presenta un mayor nivel de incertidumbre comparado con la mayoría de las bacterias, pudiendo sobreestimar o subestimar el riesgo (EFSA, 2014a). Debido a lo previamente mencionado y a la limitada disponibilidad de métodos de diagnóstico de laboratorio oportunos y de rutina, a menudo se utiliza un diagnóstico clínico, especialmente cuando otros agentes se han descartado. La facilidad de la transmisión de NoV, debido a tener una dosis infecciosa muy baja, un período de incubación corto, persistencia en el ambiente, y la falta de inmunidad duradera después de la infección, permite que el patógeno pueda propagarse rápidamente a través de poblaciones confinadas (CDC, 2006).

Con respecto a los reportes de brotes de NoV en Chile, durante el año 2005, un estudio realizado en la Región Metropolitana reportó que entre un 45 y 55% de los brotes de gastroenteritis por consumo de mariscos, eran causados por NoV (Vidal et al., 2006). Posteriormente, durante el año 2009, en un estudio llevado a cabo en niños con diarrea, determinó un 18% de casos causados por NoV (O'Ryan et al., 2009). Durante el año 2010, se registró un brote de gastroenteritis aguda en la Región de Antofagasta, notificándose 31.036 casos, identificando al NoV GII como agente causal y atribuido al consumo de hortalizas crudas, contaminadas con aguas servidas que contenían baja concentración de cloro residual (ISP, 2013). De esta manera, la proporción de causalidad de gastroenteritis aguda en Chile fue invirtiéndose y, ya en el año 2011, se reportó una mayor incidencia de infecciones causadas por NoV (27,1%) que por Rotavirus (19,6%), considerándose actualmente a esta etiología viral (NoV) como la principal causa de diarrea en Chile (Montenegro et al., 2014).

b) El alimento: Berries

Los *berries* son frutos pulposos con alto contenido de humedad y azúcar y una piel suave, lo que los hace particularmente susceptibles al daño físico cuyo deterioro se acelera al aumentar la pérdida de agua, proporcionando condiciones que aumentan el riesgo de contaminación microbiana y deterioro durante la producción, cosecha, transporte y almacenamiento (Siro et al., 2006).

En cuanto a la producción nacional de *berries*, la superficie total cultivada para el año 2016 corresponde a 14,284 hectáreas (ODEPA, 2016), con una producción estimada de 110.000 toneladas, lo cual corresponde al 20% de la producción de *berries* a nivel mundial (Rosas, 2016).

El total de toneladas exportadas de *berries* para el año 2016, fue de 118.585 toneladas, siendo Estados Unidos el principal destino (ODEPA 2016). Mientras que las importaciones para el año 2015, correspondieron a 3.100 toneladas, provenientes principalmente de Estados Unidos y Canadá.

c) *Comportamiento de NoV en berries: en el predio*

Los factores de riesgo de daño físico a los *berries* pueden ocurrir durante la actividad de la cosecha, así como por la acción de diversas plagas (roedores, insectos, aves y mamíferos salvajes) y patógenos de las plantas. Todas las situaciones mencionadas pueden conducir a un mayor deterioro microbiano (EFSA, 2014a). Sin embargo, a la fecha existen muy pocas investigaciones de brotes o estudios experimentales que hayan examinado los factores de riesgo para la contaminación de *berries* por NoV durante la producción agrícola. Aun así, a nivel de predio se han identificado cuatro factores:

(1) *Factores ambientales*

Escurrimientos e inundaciones, particularmente cuando el uso de la tierra adyacente está asociado con contaminación por excrementos humanos o animales (EFSA, 2014a). Además, se describe que lluvias fuertes e inundaciones pueden aumentar la exposición de los *berries* a patógenos, si es que la tierra contaminada entra en contacto directo con los frutos (Weaver et al., 2016). Existe prácticamente nula información sobre la adherencia y persistencia de Norovirus en los *berries*, así como tampoco hay información sobre la posibilidad de que NoV se interne dentro de los *berries* o plantas (EFSA, 2014a).

(2) *Enmiendas orgánicas (estiércol, lodos, compost, lodos de tratamiento de aguas residuales y aguas residuales) y agua utilizada durante la producción (riego, pesticidas, fertilizantes y lavados)*

El uso de estiércol sólido o líquido no tratado puede ser un factor de riesgo para la contaminación de *berries* con patógenos (Jiang and Shepherd, 2009). Los seres humanos infectados con NoV excretan el patógeno en cantidades elevadas. Así, es probable que el virus esté presente en efluentes de aguas residuales y efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales tratadas, particularmente durante los periodos del año con alta incidencia de la enfermedad en la población humana (EFSA, 2012). Además, hay un riesgo de contaminación de *berries* con Norovirus precosecha si es que el fruto es regado con sistema de aspersión o, si es que los pesticidas aplicados fueron diluidos con agua con contaminación fecal (Mäde et al., 2013; Verhaelen et al., 2013b).

Cabe mencionar los requisitos para el agua destinada a consumo humano, establecidos en la NCh 409 (INN, 2005), ya que el uso de agua no potable en instalaciones sanitarias de predios agrícolas o en el procesamiento de productos,

aumenta la probabilidad de contaminación microbiana utilizando a los manipuladores como vectores. Al respecto, la NCh 409 establece la presencia de coliformes fecales como un indicador de calidad microbiológica del agua, permitiendo presencia o concentraciones específicas de estos microorganismos de acuerdo con la cantidad de muestras tomadas. Para *Escherichia coli* todas las muestras analizadas deben estar exentas de este patógeno.

La calidad microbiana se mide generalmente por el uso de microorganismos indicadores bacterianos tales como coliformes fecales y *E. coli*, pero éstos no pueden reflejar de manera precisa la presencia de virus entéricos en el agua, ya que los virus entéricos tienen una tasa de supervivencia mayor en el agua, en las superficies de alimentos, en plantas y suelos, respecto a las bacterias. No se ha encontrado correlación consistente entre la presencia de microorganismos indicadores y virus (Koopmans and Duizer, 2004; De Keuckelaere et al., 2013; Kokkinos et al., 2016). Un estudio realizado en países de Europa por Kokkinos et al (2016), evaluó la calidad virológica del agua de riego utilizada en productos frescos (hortalizas y *berries*). Se analizaron indicadores de contaminación fecal humana y animal (adenovirus humanos y porcinos y virus del poliovirus bovino), además de virus patógenos humanos (hepatitis A y E; NoV GI y GII). Ambos grupos de estudio (indicadores y patógenos) fueron encontrados en agua de riego para la producción de hortalizas verdes y de *berries*. Estos datos demuestran que el agua de riego utilizada en la producción primaria es un importante vehículo de contaminación viral de los productos frescos.

(3) Equipos

El riesgo de contaminación a partir de los equipos puede ocurrir en cualquier punto del continuo del predio a la mesa, así como también, es posible la contaminación cruzada de superficies que entran en contacto con los alimentos, a partir de trabajadores que manipulan *berries* contaminados (EFSA, 2014a). Stals *et al.* (2013) demostraron que el Norovirus GII4 podría ser transferido de los guantes a una superficie de acero inoxidable y luego a los alimentos, y viceversa. Estos riesgos pueden ser reducidos al empaquetar los *berries* en recipientes listos para el consumo, los cuales no se lavarán hasta su uso final. Esto minimiza la posibilidad de daños y contaminación microbiana a través de pasos de manipulación adicionales (EFSA, 2014b, a).

(4) Salud e higiene de los trabajadores (capacitación a los trabajadores) (EFSA, 2014b, a).

Se ha identificado como posible fuente de contaminación las malas prácticas higiénicas de los trabajadores agrícolas en el campo (incluyendo fugas de baños portátiles a campos y defecación en el campo) (Suslow et al., 2003). Las buenas prácticas de higiene durante las actividades pre cosecha, cosecha y postcosecha son esenciales. Dado que los *berries* listos para el consumo generalmente se cosechan manualmente y, por lo tanto, se manipulan mucho durante la cosecha, la higiene personal, incluida la atención a la ropa y los guantes, es crítica. Así, una falla en la adherencia a la higiene de manos y a las buenas prácticas de higiene, es uno de los mayores riesgos de contaminación con NoV (y otros patógenos) (EFSA, 2012). Sharps *et al.* (2012) reportaron que el 60% de NoV humano en las yemas de los dedos con guantes podrían ser transferidos a los frutos.

d) *Comportamiento de NoV en berries: Procesamiento primario y secundario*

Los *berries* generalmente no son lavados. Si es que son lavados, la calidad del agua es clave. Cuando se lavan los *berries*, esto tendrá algún efecto en la reducción de la flora microbiana (incluyendo patógenos), pero también puede resultar en contaminación cruzada si la calidad microbiana del agua no se controla usando un tratamiento desinfectante. El principal objetivo del uso de agentes de desinfección será evitar la contaminación cruzada entre diferentes lotes de *berries*. Los compuestos derivados del cloro son los desinfectantes más utilizados durante el lavado en instalaciones comerciales (EFSA, 2014b). Por otra parte, tal como se mencionó en los factores de riesgos en predio, el riesgo de contaminación con NoV por parte de los trabajadores que excretan el virus es particularmente importante, así como la posible contaminación cruzada de superficies por parte de los trabajadores que manipulan productos contaminados (EFSA 2014a, b).

La presencia de NoV en frambuesas y frutillas congeladas se ha relacionado con brotes de gastroenteritis en Finlandia (Sarvikivi et al., 2012) y Alemania (Mäde et al., 2013). Estos brotes, ambos ocurridos por el consumo de *berries* congelados, demuestra la capacidad de NoV de sobrevivir la congelación y seguir siendo infecciosos después de someterse a este proceso. Incluso, se ha descrito la resistencia de NoV a ciclos de congelación y descongelación (Richards et al, 2012).

e) *Evaluación de los efectos adversos para la salud*

(1) *Características de la enfermedad*

Incubación: comienzan 1 a 2 días después del consumo de alimento o agua contaminada y persisten entre 1 a 8 días (Bozkurt et al., 2015).

Síntomas: La infección por NoV en humanos es caracterizada como una infección gastrointestinal autolimitada (Bozkurt et al., 2015), cuyos síntomas se caracterizan por náuseas, vómito de inicio agudo y diarrea acuosa no sanguinolenta con calambres estomacales. Además, generalmente se reporta mialgia, malestar, dolor de cabeza y, sólo en la mitad de los casos, fiebre de bajo grado. La deshidratación es la complicación más común. Se ha descrito que hasta un 30% de las infecciones puede ser asintomática (CDC, 2006).

Tratamiento: Actualmente no existe vacuna disponible para NoV y no hay un tratamiento específico para la infección más que el tratamiento sintomático contra la deshidratación, mediante la reposición oral o intravenosa (CDC, 2006). No hay drogas antivirales aprobadas para uso humano para la prevención o tratamiento de infecciones debidas a NoV. Sin embargo, ensayos en humanos han demostrado resultados prometedores, por lo que se espera que en los próximos 5 a 10 años existan vacunas disponibles (Bozkurt et al., 2015).

Periodo de diseminación: Se ha reportado que el virus puede seguir excretándose a través de las heces incluso 2 semanas después de la mejora de los síntomas (CDC, 2015), pudiendo considerarse a las personas afectadas, como una importante fuente de contagio.

(2) *Dosis respuesta*

Los virus transmitidos por alimentos generalmente son sin envoltura y con frecuencia tienen una baja dosis infecciosa, donde tan sólo 10 partículas virales pueden producir enfermedad (Bozkurt et al., 2015). En cuanto a NoV, este es altamente contagioso, describiéndose que tan sólo 18 (10 a 100) partículas de virus son suficientes para causar infección (CDC, 2006). Sin embargo, no hay límite umbral de infectividad detectado por PCR. La probabilidad de infectarse aumenta con la dosis, pero también depende de las características del organismo, la matriz del alimento y factores propios del hospedero. Por otra parte, cabe mencionar que la relación entre el número de partículas de virus infecciosas y el número de copias de genoma de virus detectado por PCR cuantitativo no es una constante (EFSA, 2012).

(3) *Población susceptible*

El NoV es un patógeno considerado altamente contagioso, donde la inmunidad a la infección y enfermedad es de corta duración (entre 2 y 6 meses). Asimismo, la protección heterotípica es limitada. Debido a estos factores, es posible presumir que casi todos los niños habrán tenido al menos una infección por NoV al cumplir los cinco años. Sin embargo, las infecciones y las enfermedades pueden producirse durante toda la vida a medida que la inmunidad desaparece y se van encontrando nuevos tipos antigénicos. De hecho, el NoV está en constante evolución, con el grupo más común de virus (genogrupo II genotipo 4) está bajo presión selectiva positiva – mediante lo cual se seleccionan variantes de escape inmunitario (lo que se considera como un rasgo de adaptación). Así, nuevas variantes con cambios antigénicos pueden escapar de la inmunidad de la población. La aparición de tales variantes se ha demostrado que se asocia con un aumento sustancial de casos en todo el mundo (Lopman et al., 2009). Pese a lo anteriormente descrito, se ha reportado que las infecciones por NoV se pueden observar en todos los grupos de edad, donde varios estudios señalan que NoV es responsable del 40-50% de los brotes de diarrea aguda en personas de todas las edades en países desarrollados. Aun así, se han reportado resultados más severos y de mayor duración entre personas de mayor edad, pudiendo registrarse complicaciones médicas adicionales, hospitalizaciones prolongadas, y rara vez muerte, en personas hospitalizadas inmunocomprometidas o con otras afecciones (CDC, 2006).

f) *Información de focos en Chile y Vigilancia en salud humana*

(1) *Norovirus en Chile*

En Chile, se considera que la principal etiología viral de diarreas en niños son los rotavirus (RV). Sin embargo, a comienzos del año 2000, comenzaron a aparecer los diagnósticos por calicivirus, encontrándose una prevalencia de 8% (Montenegro et al., 2014). Durante el año 2005, un estudio realizado en Santiago, reportó que entre un 45 y 55% de los brotes de gastroenteritis por consumo de mariscos, eran causados por NoV (Vidal et al., 2006). Posteriormente, durante el año 2009, en un estudio llevado a cabo en niños con diarrea, determinó un 18% de casos causados por NoV (O'Ryan et al., 2009).

Luego, durante el año 2010, un brote de gastroenteritis aguda se registró en la Región de Antofagasta, notificándose 31.036 casos, donde el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) determinó como causal al NoV GII debido a evidencia de su presencia tanto en muestras clínicas como en muestras ambientales. Luego de una investigación epidemiológica, se pudo establecer que el brote estaba asociado al consumo de hortalizas crudas contaminadas con aguas servidas que contenían baja concentración de cloro libre residual (ISP, 2013). Así, la proporción de causalidad de gastroenteritis aguda en Chile, fue invirtiéndose y ya en el año 2011 se reportó una mayor incidencia de infecciones causadas por NoV (27,1%) que por RV (19,6%) considerándose esta etiología viral (NoV) como la actual principal causa de diarrea en Chile (Montenegro et al., 2014).

Desde al año 2006, al menos 9 alertas en el RASFF (Sistema de Alerta Rápida Para Alimentos y Piensos) se han relacionado a productos originarios de Chile, los cuales han indicado contaminación por virus transmitidos por alimentos, ya sea NoV o hepatitis A virus (VHA). Así, el 8 de febrero del año 2016, una alerta se encendió indicando la contaminación con NoV en frambuesas exportadas desde Chile <http://ceeram.blogspot.cl/2016/02/norovirus-in-raspberries-from-chile.html>.

(2) *Brotos*

Se ha estimado que el NoV es el agente causal de más de 21 millones de casos de gastroenteritis al año, solo en Estados Unidos, representando aproximadamente el 60% de todos los casos de gastroenteritis aguda de patógenos conocido en dicho país (CDC, 2006).

En la mayoría de los Estados miembros de la Unión Europea (UE) no ha habido un monitoreo de rutina o regular de la presencia de NoV en *berries*, y en la literatura científica, la información disponible sobre la prevalencia del patógeno es muy limitada en cuanto a la contaminación de *berries* por NoV (cuando no están implicados en brotes de origen alimentario). Sin embargo, los focos asociados a NoV en frambuesas y frutillas congeladas constituyen un riesgo emergente para la salud pública. Algunos hitos que han marcado lo descrito en la UE han sido los siguientes (EFSA, 2014a):

Periodo 2007 – 2011:

- Reporte de 27 brotes de gastroenteritis causada por NoV asociado a frambuesas (19 brotes implicaron frambuesas congeladas. Sin embargo, no hay información adicional en cuanto a los otros 8 focos).
- Reporte de un foco asociado a frutillas en UE.
- Reporte de un foco que incluyó 9 casos en Finlandia.

Año 2012:

- Reporte de un gran foco de 10.952 casos de NoV en Alemania asociado al consumo de frutillas congeladas importadas. Este ha sido el mayor foco de origen alimentario reportado en Alemania (Mäde et al., 2013).

No se sabe si estos focos de contaminación por NoV se produjeron en alguna etapa del procesamiento, o bien si ocurrió durante la producción primaria (EFSA, 2014a).

En países de Sudamérica, se han reportado altas frecuencias de infección por NoV en niños menores a 2 años: 33,4% en Brasil, 24% en Argentina, 21,3% en Perú y 13% en Venezuela (Montenegro et al., 2014)

(3) *Estudios de caso-control y factores de riesgo*

El CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) de EE.UU. ha reportado que NoV es responsable del 96% de los brotes de gastroenteritis viral secundarios a infección alimentaria (Montenegro et al., 2014). Estudios internacionales recientes documentan presencia de NoV en 5-31% de los pacientes hospitalizados por gastroenteritis y en el 5-36% de las personas que visitan un centro hospitalario (Glass et al., 2009).

En Bélgica, NoV es el agente más detectado en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, seguido por *Salmonella* (Baert et al., 2009). Un estudio realizado en Corea del Sur, investigó la prevalencia de la infección por NoV en los manipuladores de alimentos asintomático. Se analizaron 6.441 individuos, de los cuales 66 (1,02%) fueron positivos a la infección por NoV confirmados mediante RT-PCR, de ellos, los genogrupos GII-12 y GII-4 fueron los prevalentes (Jeong et al., 2012).

La Tabla 3 a continuación resume los resultados obtenidos de diversos estudios, donde se determinó la prevalencia de NoV en pacientes con gastroenteritis (por diferentes causas) y en controles sanos, durante mínimo 12 meses, utilizando para su detección RT-PCR.

Tabla 3 Estudios que determinan la prevalencia de NoV en pacientes con gastroenteritis esporádicas y en controles saludables (Adaptado de Glass et al., 2009).

Estudio	País	Duración del estudio (meses)	Grupo etario (años)	Casos de Gastroenteritis		Controles sanos	
				Total (N.º)	NoV (+) N.º(%)	Total (N.º)	NoV (+) N.º(%)
<i>Comunidad y ambulatorios</i>							
Pang <i>et al.</i>	Finlandia	21	< 2	1477	264 (18)	47	0
Monica <i>et al.</i>	India	36	< 5	500	38 (8)	173	7 (4)
Bon <i>et al.</i>	Francia	26	< 13	414	49 (12)	50	0
De Wit <i>et al.</i>	Países Bajos	12	Todas	709	114 (16)	669	34 (5)
De Wit <i>et al.</i>	Países Bajos	36	Todas	857	43 (5)	574	5 (1)
Amar <i>et al.</i>	Inglaterra	12	Todas	2422	871 (36)	2205	358 (16)
<i>Departamento de emergencias</i>							
O`Ryan <i>et al.</i>	Chile	17-25	< 5	248	23 (9)	80	1 (1)
Monica <i>et al.</i>	India	36	< 5	350	53 (15)	173	7 (4)
O`Ryan <i>et al.</i>	Chile	17-25	< 5	162	8 (5)	50	0
Parashar <i>et al.</i>	Perú	24	< 5	233	72 (31)	50	2 (4)
Oh <i>et al.</i>	Alemania	12	< 16	217	45 (21)	50	2 (4)

g) Estrategias de manejo del riesgo

Distintos tratamientos inactivan el NoV, tanto al actuar sobre su cápside, su genoma, o ambos (Cook et al., 2016). Comúnmente en la industria de alimentos los productos frescos cosechados reciben un tratamiento muy limitado con el fin de eliminar patógenos. Por lo general los productos recolectados desde el campo son transportados a instalaciones de procesamiento donde el producto a granel se sumerge en tanques de lavado para eliminar peligros físicos tales como tierra, piedras y material leñoso. A menudo, este tanque de inmersión también puede contener cloro. Sin embargo, en estos tanques de lavado la industria está limitada al uso de menos de 200 ppm de cloro, cantidad que se ha descrito como ineficaz para la eliminación de NoV humano, a diferencia de su eficacia en bacterias tales como *Escherichia coli* y *Salmonella* (DiCaprio et al., 2015). De hecho, una investigación en NVM-1 y CVF demostró que el uso de 200 ppm de cloro para eliminar virus de productos frescos logró menos de 1 log de reducción en el título viral (Predmore and Li, 2011), mientras que otros estudios han demostrado que ni la utilización de cloro ni la utilización de tampón fosfato salino son eficaces en la eliminación de ARN de NoV humano en brotes y raíces de lechuga, sugiriéndose además que el NoV humano puede ser más difícil de eliminar de las raíces de lechuga que sus sustitutos NVM-1 y TV (DiCaprio et al., 2015). Así, estudios recientes han indicado que el NoV humano es más robusto que los sustitutos (Cook et al., 2016).

En la Tabla 4 se presenta la respuesta de Norovirus frente a diferentes medios químicos, físicos y acciones de manejo.

Tabla 4 Respuesta de Norovirus frente al uso de medios químicos, físicos y acciones de procesamiento (Cook et al., 2016)

Procesamiento	Respuesta
Ciclos de congelación y descongelación	Resistente
Hipoclorito de sodio	Permitieron desinfección de alimentos y superficies en contacto con alimentos
Hipoclorito de calcio	
Dióxido de cloro	
Presión hidrostática alta	
Temperaturas altas	
Radiación UV	
Peróxido de hidrógeno	Desinfectantes ineficaces
Compuestos de amonio cuaternario	
Desinfectantes a base de etanol	
Antisépticos	
Lavado de hierbas y productos	Eficaz en reducción, pero no en eliminación de NoV en la mayoría de los productos
Lavado de manos con jabón	Reducción de NoV en <2log

Con el fin de desarrollar estrategias para eliminar los virus de productos frescos, se debe establecer la interacción entre el virus y los productos frescos. Varias posibilidades podrían estar siendo responsables de la dificultad en la eliminación de virus de los productos frescos. Primero, el virus podría unirse específicamente a los productos frescos si la superficie del producto contiene restos que se asemejan mucho al receptor viral en la célula. Otra posibilidad es que el virus se una de forma no específica a productos frescos debido a las interacciones iónicas de proteínas de la cápside y la superficie de productos frescos. En tercer lugar, la persistencia de los virus en los productos podría ser debido al pequeño tamaño del virus, lo que permitiría que entren en pequeñas grietas y espacios en la superficie de los productos y, por lo tanto, sean protegidos de la eliminación o inactivación. Por último, los virus pueden ser internalizados a través de raíces y/o hojas, y difundir a otras partes de las plantas, lo que haría que las estrategias tradicionales de desinfección fuesen ineficaces contra estos virus internalizados (DiCaprio et al., 2015).

Las características físicas de los vegetales pareciesen tener un rol importante en la protección de los virus respecto a su eliminación. La evidencia sugiere que las moléculas HBGA pueden tener un papel en la unión del NoV humano a productos frescos. Esto se puede observar en estudios en que se encontraron que el VLP (*recombinant norovirus*

like particle) de NoV humano se une a extractos de lechuga romana, cilantro, lechuga iceberg y a las espinacas (Gandhi et al., 2010). Del mismo modo, otros investigadores reportaron la unión de VLP de NoV humanos a partes específicas de la hoja de lechuga y también a material de la pared celular. Se observó que hervir los extractos de lechugas para desnaturalizar las proteínas tenía poco o ningún efecto sobre el nivel de unión del NoV humano, lo que indica que las proteínas podrían no estar involucradas en la unión. Sin embargo, el pre-tratamiento con peryodato de sodio para oxidar hidratos de carbono disminuyeron la unión específica del VLP de NoV humano a los extractos de lechuga. Estos resultados indican que la unión específica a las fracciones de carbohidratos, similar a los HBGAs, podrían desempeñar un papel en la unión del VLP de NoV humano a la lechuga romana (Esseili et al., 2012; DiCaprio et al., 2015).

Evitar el uso de aguas residuales contaminadas durante todas las etapas de la cadena de producción, es una estrategia importante de mitigación para reducir el riesgo de contaminación (EFSA, 2014a). Además, los potenciales impactos que la inaccesibilidad a servicios de suministro de agua potable puede tener en la transmisión de NoV, no deben subestimarse, especialmente en comunidades rurales donde aún no existe acceso a servicios de abastecimiento de agua potable, en las cuales se obtiene agua subterránea local, la cual podría no estar libre de contaminación fecal o viral (Kim et al., 2016).

Los centros sanitarios que sufren brotes de gastroenteritis por NoV pueden experimentar costos significativos relacionados con las precauciones de aislamiento y equipos de protección personal, cierres de sala, limpieza del medio ambiente suplementario y formación de cohortes de personal (CDC, 2006).

2. Resultados objetivo específico 2

Se encuestaron un total de 65 productores de *berries*¹ y 14 centros de *packing*. La encuesta recolectó variables de ubicación geográfica, productivas, comercialización, manejos realizados y medidas o implementos de bioseguridad aplicados/utilizados durante el proceso productivo. En cuanto a los productores, las hectáreas dedicadas al cultivo correspondieron a un promedio de 18,8 ha por predio, con una producción promedio de 152.165 kilos/temporada. El total de los productores utilizan sistemas de riego por goteo, lo cual disminuye el riesgo de contaminación de los *berries*, al evitarse el contacto directo entre el agua y el fruto. Todos los predios contaban con lavamanos y servicios sanitarios suficientes para los trabajadores y en el 96,9% de los casos, los trabajadores eran capacitados en cuanto al manejo de *berries*. Un 4,6% realiza cosecha directa al pote, mientras que otros lavan o desinfectan las bandejas utilizadas. En cuanto a los centros de *packing*, en la totalidad se realizan actividades de sanitización al interior de la planta y cuentan con lavamanos y servicios sanitarios suficientes al interior del recinto. Con respecto al secado de manos, todos utilizan algún material no reutilizable por una segunda persona (secador eléctrico o toalla

¹ Principalmente de arándanos.

de papel), disminuyendo el riesgo de una posible contaminación a otros operarios. El uso de implementos de bioseguridad correspondió a un 78,6% en el caso de guantes, 85,7% para mascarillas, 92,9% para delantal y 100% para cofia. Sólo 1 de los 14 *packing* mencionó lavar los *berries*, los cuales posteriormente serían congelados.

El detalle de esta información se encuentra en el anexo 1.

3. Resultados objetivo específico 3

a) *Supuestos del Modelo*

Para el desarrollo del modelo matemático, se estableció un escenario base considerando las etapas que fueron identificadas en las reuniones con expertos y datos levantados mediante la encuesta, para las etapas de precosecha y cosecha de *berries* a nivel de la unidad de producción, como también aquellos identificados a nivel de *packing* (Fig. 1). Para las variables que no existe información local, se consideró la referencia de estudios realizados en el extranjero. Para el desarrollo del modelo se consideraron los siguientes supuestos:

Precosecha

- El agua potable tiene 0 concentración de NoV
- Se asumirá una prevalencia de NoV en el agua no potable, utilizada para dilución del plaguicida del 100%
- El agua de regadío se define como toda aquella fuente de agua distinta a la potable.
- La adición de 200 ppm de cloro en el agua no potable utilizada para dilución de plaguicidas tiene un poder de reducción sobre NoV de 1 Log₁₀. La normativa chilena de aguas establece como límite residual de cloro para el agua de regadío de 100 ppm. Por lo tanto, se modeló el poder de reducción del cloro como 0,5 Log₁₀.
- Al no existir información respecto de cuánto volumen de agua es capaz de retener la superficie de un *berrie*, se utilizó como aproximación el volumen de agua que puede retener una frambuesa (Jaxcsens, 2017).
- Para el desarrollo del modelo cuantitativo se asumió que el riego no sería una fuente de contaminación ya que la totalidad de los productores encuestados en Chile utilizan un sistema de riego por goteo, por lo cual, no se establece un contacto directo del agua con los frutos, y no existen evidencias que indiquen que el NoV pudiese contaminar el fruto de forma interna.

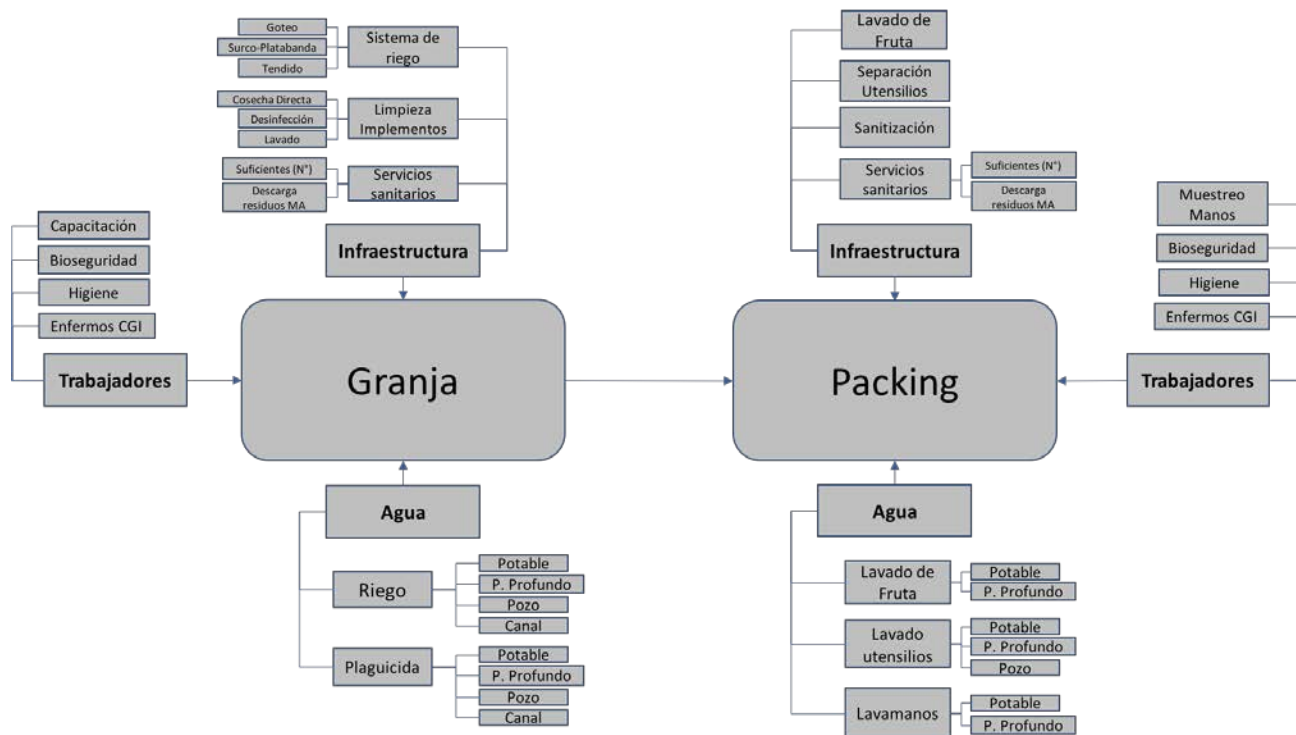


Fig. 1 Modelo base de la producción de *berries* frescos y congelados.

Cosecha

- Se modeló considerando 25 trabajadores (en promedio) por predio para la cosecha.
- Se asumió que la probabilidad para que los trabajadores se laven las manos y utilicen jabón luego de ir al baño es igual a 1.
- Se asume que existe 1 contacto entre la mano del trabajador y el *berries*.

Packing

- Se modeló en base a 51,67 trabajadores.
- Se asumió también 1 trabajador enfermo a este nivel
- La proporción de *berries* que tienen contacto con un trabajador enfermo se estimó en 1,94.

b) *Descripción del Modelo.*

(1) *Precosecha*

El modelo comienza con el input Concentración de NoV en agua usada para dilución de plaguicida. Dicha concentración, se modeló en base a antecedentes internacionales ya que no existe información en Chile, considerándose la carga en 3,01 log UFP/L, la que se modeló mediante una distribución normal. Según los datos de la encuesta, la frecuencia de aplicación de plaguicidas es de 10,9 veces por temporada, la que fue modelada con una distribución Gamma. Las fuentes de origen a partir de la cual se obtiene el agua para diluir los plaguicidas varían entre los distintos productores y según los datos de la encuesta, un 20% representa a aquellos productores que utilizan agua potable para la dilución del plaguicida y un 80% utiliza agua de regadío para el mismo fin.

El agua potable no presentaría carga de NoV ya que por definición y normativa debiese ser inocua para el consumidor, lo que se asegura por los diferentes tratamientos que en ella se aplican. De la misma manera, para el caso de aquellos productores que utilizan otra agua distinta a agua potable, se consideró lo señalado en la Norma Chilena de aguas, donde las distintas clasificaciones de ésta deben contener un límite máximo residual de cloro (ppm). Para efectos del modelo, se asumió que el agua utilizada tenía el límite recomendado de cloro, teniendo éste un efecto estimado reductor en la concentración de NoV, de 0,5 Log10. Así, la concentración de NoV en el agua luego del efecto reductor del cloro es de 2,51 UFP/L. Según Jacxsens et al (2017), el agua que logra retener la superficie de una frambuesa es de 0,0001275 litros, valor modelado con una distribución Beta. Finalmente, la integración de los valores antes mencionados junto con la cantidad de veces en promedio en que se aplica el plaguicida entre los distintos productores da como output a nivel de Precosecha 0,45317 UFP NoV/*berrie*.

En la Tabla 5 se indican las variables y valores utilizadas para modelar la etapa de precosecha.

Tabla 5 Variables y distribuciones consideradas en la etapa de precosecha, para la evaluación de riesgo de NoV en *berries*.

Variable	Descripción	Unidad	Distribución o fórmula o valor fijo	Referencia
V01	Concentración de NoV en agua usada para diluir pesticida.	Log10 UFP/L	RiskNormal (3,01;0,89)	Jacxsens, 2017
V02	Prevalencia de NoV en agua usada para diluir pesticida.	%	100	Supuesto
V03	Reducción de UFP/L NoV por efecto del cloro residual en agua de regadío según norma chilena.	Log10 UFP/L	0,5	Predmore and Li, 2015
V04	Concentración de NoV en agua utilizada para plaguicida en productores que usan cloro.	Log10 UFP/L	2,51	Calculado
V05	Cantidad de agua retenida en la superficie de un <i>berrie</i> (base <i>berrie</i>).	L/ <i>berrie</i>	RiskBetaGeneral (2,3976;2,1805;0,0000364321; 0,00021032)	Jacxsens, 2017
V06	Cantidad de veces en que se aplica plaguicidas durante toda la temporada.	Frecuencia	RiskGamma (1,3894;8,1125; RiskShift (-0,28774))	Encuestas, 2017
V07	Porcentaje de agricultores que utilizan agua potable para dilución de plaguicida.	%	20	Encuestas, 2017
V08	Porcentaje de agricultores que utilizan agua de regadío para dilución de plaguicida.	%	80	Encuestas, 2017
OP1	Output Precosecha: Concentración de NoV en la superficie de un <i>berrie</i> luego de la aplicación de pesticidas	UFP/ <i>berrie</i>	(10V04) x V05 x V08	

(2) Cosecha

En la fase de cosecha, se evaluó la contaminación generada por el contacto entre el *berrie* y los cosechadores, asumiendo un nivel determinado de trabajadores portadores. Según literatura, se describe que una persona infectada con NoV, en sus heces tiene una carga viral de 5,6 log NoV (g^{-1}) (modelado con distribución *Pert*). Por otra parte, se estima que una persona puede cargar 0,001 gramos de heces por mano (modelado con distribución Beta). Así, el producto de ambas variables entrega la concentración de NoV en la mano de un trabajador infectado, siendo dicho valor 464,16 partículas de NoV por mano. Para este caso, también se asume que existe un (1) contacto entre la mano del trabajador y el *berrie*. Se incluyó en el modelo el efecto de la reducción de carga de norovirus en las manos, debido al lavado de manos con agua y jabón y el uso de guantes. Se describe que el efecto de reducción debido al lavado de manos con agua y jabón es de 2,4 log (modelado con distribución Normal) y que el 60% de NoV humano

en las yemas de los dedos con guantes podrían ser transferidos a *berries*, es decir, un 40% de la carga de NoV se mantiene en la mano del trabajador. Con dicha información, se calculó la concentración de NoV en una mano posterior al lavado con agua y jabón, disminuyendo esta de 464,16 a 198,82 partículas de NoV. Posteriormente, se calculó la concentración de NoV en la mano con el uso de guantes (una vez que la mano fue lavada), disminuyendo esta concentración a 119,29 UFP NoV/mano.

El 100% de los predios encuestados contaban con lavamanos y capacitación en buenas prácticas de higiene. Por otra parte, de acuerdo con la encuesta, sólo un 12% de los casos utiliza guantes durante la cosecha. Además, según revisión literaria, se determinó que se necesitan 7,5 trabajadores por hectárea para realizar la labor de cosecha, teniendo las hectáreas cultivables por predio un promedio de 18,5 ha (modelado con distribución Exponencial). Al considerar 25 trabajadores por predio y de estos que uno (1) este enfermo, se estima en un 4% los trabajadores que porta norovirus en sus manos. Finalmente, al integrar la concentración de NoV en la mano de un trabajador luego del efecto reductor del jabón sin usar guantes, y la concentración de NoV en la mano luego del lavado y utilizando guantes, junto con la tasa de transferencia efectiva desde la mano al *berrie*.

En las siguientes tablas se indican las variables, *outputs* y valores utilizadas para modelar la etapa de cosecha.

Tabla 6 Variables consideradas en la etapa de cosecha, para la evaluación de riesgo de NoV en *berries*.

Variable	Descripción	Unidad	Distribución o fórmula o valor fijo	Referencia
V09	Trabajadores necesarios para cosechar una hectárea de <i>berries</i> .	Trabajadores/hectáreas	RiskTriang (5; 7,5; 10)	Darr School of Agriculture
V10	Hectáreas cultivables para <i>berries</i> por productor según datos encuesta.	Hectáreas	RiskExpon (18,533; RiskShift (-0,035124))	Encuesta, 2017
V11	Cantidad de trabajadores necesarios para cosechar predios promedios en Chile.	Trabajador/predios	25	Calculado
V12	Carga viral de una persona infectada con NoV.	Log (g-1)	RiskPert (2;6; 8)	Mohktari, 2009
V13	Gramos de heces que carga una persona en las manos.	g/mano	0,001	Jacxsens, 2017
V14	Concentración de NoV en la mano de un trabajador infectado.	UFP	(10V12) x V13	
V15	Número de veces en que el trabajador toca el <i>berrie</i> .	Frecuencia	1	Jacxsens, 2017
V16	Efecto de reducción debido al lavado de manos con agua y jabón.	Log	RiskNormal (2,4238; 1,574)	Jacxsens, 2017
V17	Efecto de reducción debido al uso de guantes.	%	40	Sharps et al, 2011
V18	Concentración de NoV en la mano de un trabajador posterior a la desinfección.	UFP	V14 – (10V16)	
V19	Concentración de NoV que puede ser transferida utilizando guantes.	UFP	V14 x (1 – V17)	
V20	Cantidad NoV en la mano de un trabajador post lavado y utilizando guantes que puede ser transferida	UFP	V18 x (1 – V17)	
V21	Número de trabajadores eliminando NoV	Frecuencia	1	Supuesto
V22	Porcentaje de uso de guantes por trabajadores.	%	100 – V22	Encuesta, 2017
V23	Porcentaje de no uso de guantes por trabajadores.	%	V21 / V11	Encuesta, 2017
V24	Proporción de <i>berrie</i> contactado por trabajadores enfermos.	Frecuencia	1	Supuesto
V25	Tasa efectiva de traspaso de NoV al contactar el <i>berrie</i> con la mano.	%	RiskTriang (0,3; 0,3; 28,841)	Jacxsens, 2017

Tabla 7 Outputs consideradas en la etapa de cosecha, para la evaluación de riesgo de NoV en *berries*.

Outputs	Descripción	Unidad	Fórmula
OP2a	Output Cosecha: Concentración de NoV en <i>berrie</i> sin uso de guantes.	UFP/ <i>berrie</i>	$V18 \times V25$
OP2b	Output Cosecha: Concentración de NoV en <i>berrie</i> con uso de guantes.	UFP/ <i>berrie</i>	$V20 \times V25$
OP2c	Output Cosecha: Proporción de <i>berries</i> con NoV sin uso de guantes.	%	$V23 \times V24$
OP2d	Output Cosecha: Proporción de <i>berries</i> con NoV con uso de guantes.	%	$V22 \times V24$
OP2e	Output Cosecha: Proporción de <i>berries</i> no contaminados con NoV.	%	$1 - ((V23 \times V24) + (V22 \times V24))$

(3) *Packing*

Finalmente, se estimó la concentración de NoV en *berrie* luego del *packing*, donde se utilizó el mismo esquema de trabajadores utilizado en la cosecha, con la diferencia de que en *packing*, el 100% de los encuestados, mencionó utilizar guantes. Debido a la ausencia de información en cuanto al número de trabajadores en los *packing*, se asumió una distribución triangular con un valor de 5 trabajadores mínimo, 100 trabajadores máximo y 50 trabajadores como valor más probable. También se asumió un contacto entre el trabajador y el *berrie* al ser empacado. Con dicha información, considerando un trabajador enfermo, se obtuvo un output a nivel de *packing* de 0,0000885 UFP NoV/*berrie*. La carga final de NoV en los *berries*, al término del proceso sería de 0,00136 UFP NoV/*berrie*.

Al evaluar la concentración descrita en el párrafo anterior en diferentes porciones de *berries*, identificadas en base a las comercializadas en supermercados nacionales, de 85g (53 *berries*), 100g (62 *berries*) y 250g (155 *berries*), en todos los casos la concentración de NoV estaría bajo la concentración mínima que puede causar enfermedad en humanos (10 a 100 partículas virales). El congelamiento no tendría efecto sobre la concentración de NoV.

En las siguientes tablas se indican las variables, *outputs* y valores utilizadas para modelar la etapa de cosecha.

Tabla 8 Variables y outputs consideradas en la etapa de packing, para la evaluación de riesgo de NoV en *berries*.

Variable	Descripción	Unidad	Distribución o fórmula	Referencia
V26	Cantidad de trabajadores en un packing de <i>berries</i> .	Trabajadores/packing	RiskTriang (5; 50; 100)	Encuestas, 2017
V27	Carga viral de una persona infectada con NoV.	Log	RiskPert (2; 6; 8)	Mohktari, 2009
V28	Gramos de heces que carga una persona en las manos.	g/mano	0,001	Jacxsens, 2017
V29	Concentración de NoV en la mano de un trabajador infectado.	UFP	(10V27) x V28	
V30	Número de veces en que el trabajador toca un <i>berrie</i> .	Frecuencia	1	Jacxsens, 2017
V31	Efecto de reducción debido al lavado de manos con agua y jabón.	Log	RiskNormal (2,4238; 1,574)	Jacxsens, 2017
V32	Cantidad de NoV en la mano de un trabajador post desinfección con jabón.	UFP	V29 – (10V31)	
V33a	Reducción NoV por Uso de guantes	%	40	Sharps et al, 2011
V33b	Concentración de NoV en la mano de un trabajador posterior a la desinfección.	UFP	V32 x (1 – V33a)	
V34	Número de trabajadores eliminando NoV.	Frecuencia	1	Supuesto
V35	Proporción de <i>berrie</i> que tienen contacto con trabajadores enfermos.	Proporción	V34 / V26	
V36	Tasa efectiva de traspaso de NoV al contactar el <i>berrie</i> con la mano.	%	RiskTriang (0,3; 0,3; 28,841)	Sharps et al, 2011
V38	Uso de guantes	%	12	Encuestas, 17
V39	No uso de guantes	%	100 – V38	

Tabla 9 Outputs consideradas en la etapa de packing, para la evaluación de riesgo de NoV en *berries*.

Output	Descripción	Unidad	Fórmula
OP3a	Output Packing: Concentración de NoV en <i>berrie</i> sin uso de guantes.	UFP/ <i>berrie</i>	V32 x V36
OP3b	Output Packing: Concentración de NoV en <i>berrie</i> con uso de guantes.	UFP/ <i>berrie</i>	V33 x V36
OP3c	Output Packing: Proporción de <i>berries</i> con NoV sin uso de guantes.	%	V38 x V35
OP3d	Output Packing: Proporción de <i>berries</i> con NoV sin uso de guantes	%	V39 x V35
OP3e	Output Cosecha: Proporción de <i>berries</i> no contaminados con NoV.	%	1 – ((V38 x V35) + (V39 x V35))

c) *Desarrollo del Modelo*

Para el desarrollo del modelo, se estableció un escenario base considerando los factores de mayor riesgo identificados en las etapas de precosecha y cosecha de *berries* a nivel de la unidad de producción, como también aquellos identificados a nivel de *packing*.

(1) *Precosecha*

El modelo comienza con los peligros de contaminación en la precosecha, considerándose como factor de riesgo, el agua utilizada para la dilución de plaguicidas. No se consideró como factor de riesgo el agua utilizada para el regadío, puesto que la totalidad de los productores indicaron utilizar un sistema de riego de goteo, en el cual el agua no tiene contacto directo con el *berrie*. En base a la información recolectada en la encuesta y lo que se describe en la literatura, se utilizaron las variables concentración de NoV en agua utilizada para la dilución de plaguicidas, frecuencia de uso de plaguicidas durante la temporada, fuente de origen del agua utilizada para la dilución de plaguicidas, efecto del cloro y cantidad de agua retenida en un *berrie*. Para cada una de las variables, se consideró su respectiva distribución, la cual fue ingresada al software @Risk para obtener un resultado final de carga de Norovirus en un *berrie*, al final de la **precosecha, de 0,00107 UFP NoV (OP1)**.

(2) *Cosecha*

Posteriormente, se evaluó la contaminación generada por el contacto entre el *berrie* y los cosechadores en la etapa de cosecha, asumiendo un nivel determinado de trabajadores portadores. Las variables incluidas en esta etapa fueron cantidad de trabajadores por hectárea, hectáreas cultivables para *berries* por predio, concentración de NoV en trabajador infectado, gramos de heces en las manos, número de contactos entre las manos de un trabajador y un *berrie*, efecto del lavado de manos y uso de guantes en el traspaso de NoV desde una mano infectada hacia un *berrie* y tasa efectiva de traspaso de NoV entre mano y *berrie*. Cada variable fue descrita según su respectiva distribución, obteniéndose *outputs*: **OP2a** que corresponde a la cantidad de norovirus en la superficie de un *berrie* respecto del contacto con trabajadores que no utilizan guantes, teniendo este un valor de **19,51 UFP NoV/Berrie**; y **OP2b** que corresponde a la cantidad de NoV en la superficie de un *berrie* considerando aquellos trabajadores que tuvieron contacto con *berries* utilizando guantes, con un valor final de **11,71 UFP NoV/Berrie**.

d) *Packing*

Para el caso de *Packing*, las variables utilizadas fueron prácticamente las mismas empleadas a nivel de cosecha, dado que éstas son identificadas como las variables de mayor riesgo de contaminación por NoV. Así entonces, la forma en la que se obtuvieron los resultados para cada variable y la interacción de ellas entre sí para obtener los *outputs* finales a este nivel, siguen la misma lógica anteriormente descrita para cosecha. De esta manera, se logra obtener el **output OP3a** que representa la cantidad de NoV en la superficie de un *berrie* respecto de aquellos

trabajadores sin guantes, con un **valor de 19,51 PFU/Berrie**; y el **output OP3b**, que relaciona la cantidad de NoV en función de aquellos que, si utilizan guantes, teniendo este un valor final de **11,71 PFU/Berrie**. Si bien en ambos niveles – Cosecha y Packing – se obtienen resultados iguales, la variación radica en **la proporción de berries no contaminados**. Para cosecha la proporción es del **96% (OP2e)** mientras que en Packing es del **98,06% (OP3e)**.

e) *Análisis de sensibilidad*

El análisis de sensibilidad (Fig. 2) indica que el **mayor efecto** se asocia a la concentración de norovirus en los trabajadores infectados (**V27**), y al efecto de mitigación que genera el correcto lavado de manos con jabón (**V31**).

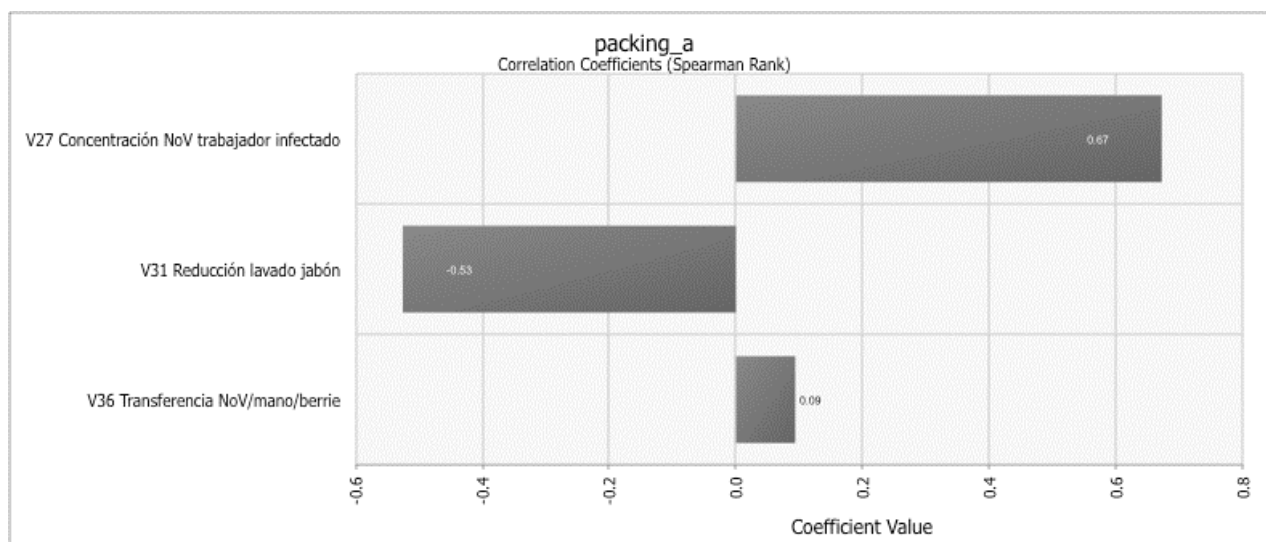


Fig. 2 Resultados de análisis de sensibilidad del modelo construido para la evaluación de riesgo de NoV en *berries*.

f) *Probabilidad de ocurrencia de contaminación por Norovirus para lotes de berries (Modelo predio-packing)*

Para la estimación de la probabilidad asociada a que un lote de *berries* egrese contaminado o no por Norovirus desde un predio, se caracterizó la cadena de producción, en términos prácticos, como un proceso de naturaleza binomial. En ese sentido, los supuestos utilizados se describen a continuación:

- Los lotes promedio generados por cada productor (kg) según la encuesta aplicada, se convirtieron en *n* porciones de 250g de *berries*, dado que esta es la presentación más habitual de comercialización.
- Cada porción tiene dos posibles resultados (Contaminada y No contaminada).

- La probabilidad para que una porción se contamine es igual a p y se mantiene constante en cada egreso desde el predio.
- Cada resultado entre cada proceso (porciones generadas) es independiente.
- x corresponde al número de veces que se observa un resultado positivo (porción contaminada) en función de las n porciones generadas durante la temporada de cosecha.

En la tabla siguiente se indican las variables utilizadas para estimar la probabilidad de contaminación de un lote de *berries*.

Tabla 4. Variables utilizadas para estimar la probabilidad de ocurrencia de contaminación por NoV para lotes de *berries*.

Variable	Descripción	Unidad	Valor	Ref.
Vp1	Producción promedio de <i>berries</i> por productor en temporada	kg	152165,2	Calculado
Vp2	Duración promedio de temporada de cosecha	Días	63,8	Encuesta, 2017
Vp3a	Lote de producción de <i>berries</i> promedio por productor	kg/Día	2385,03	Calculado
Vp3b	Lote de producción de <i>berries</i> promedio por productor	Porciones/250 g	95401,38	Calculado
Vp4	Prevalencia de norovirus descrita en muestras recolectadas de <i>berries</i> disponibles en el retail	%	15,5	Leutreul et al., 2014

Considerando la producción promedio por temporada por cada productor, se calculó un lote de 2385,03 kg/día (Vp3a) de egreso, lo que permite generar 95401 porciones de 250g (Vp3b). Para establecer el valor de p , y debido a la importante brecha de información existente, se utilizó como aproximación los valores de prevalencia descritos en muestras analizadas de *berries* a nivel de retail. En ese sentido, se optó por modelar la distribución de probabilidad con el valor máximo descrito, siendo éste de 15,5%. Con esta información se modeló el número de sucesos favorables (Porciones de 250g de *berries* contaminadas) y se obtuvieron valores para n , p y x ().

Tabla 10 Resultados estimación del número de porciones de 250 gramos de *berries*,

Variable	Valor o fórmula	Variable	Valor o fórmula
n	95401	Porciones NoV (+)	14787
p	0,155	Porciones Nov (-)	80614
x	14787	Distribución	RiskBinomial (95401; 0,155)

Estos valores fueron utilizados posteriormente para volver a modelar y ajustar la probabilidad, p , de porciones contaminadas Nov(+) mediante una distribución beta ($p = \text{Beta}(x+1, n-x+1)$). Así, se estimó que la probabilidad de ocurrencia para que una porción de 250g de *berries* seleccionada al azar que egresa de un predio y esté contaminada es de 0,16. Continuando la cadena de producción, se estimó la probabilidad para que una porción de 250g no contaminada que ingresa a packing se contamine con la carga de NoV asociada a ese nivel de acuerdo con la Fig. 3.

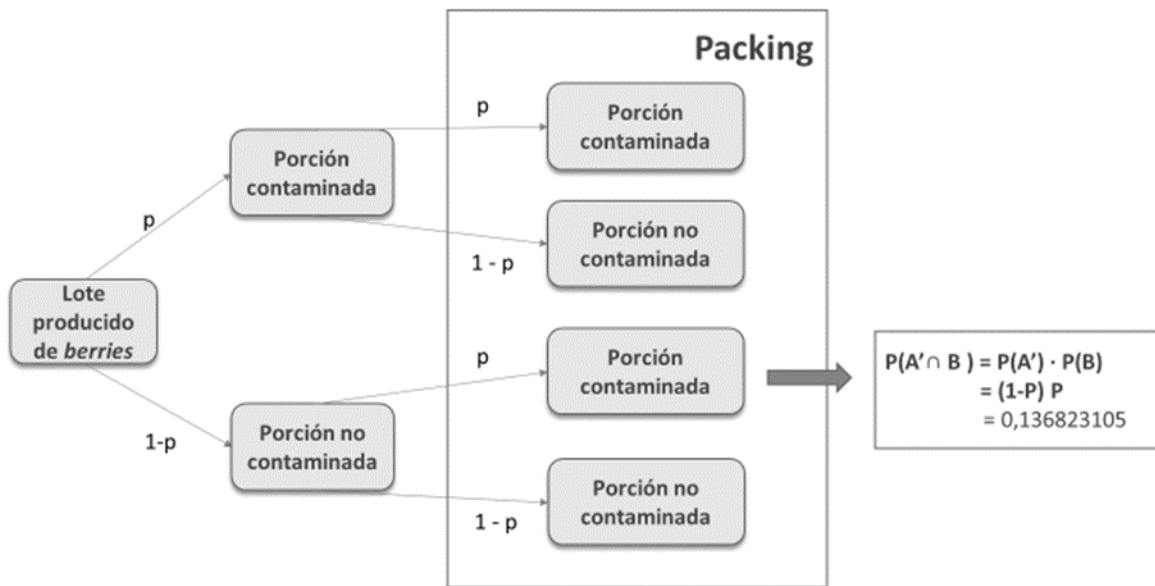


Fig. 3 Diagrama de probabilidad de ocurrencia modelo predio-packing.

Este modelo asume que la probabilidad de contaminación p para una caja de *berries* se mantiene constante durante todo el proceso, dado que no existe información respecto a la probabilidad de contaminación asociada a nivel de *packing*. También se asume que no existe contaminación entre porciones en el *packing* al momento de seleccionar una porción al azar. Vale decir, se estima la probabilidad condicional para que una porción de 250g se contamine (B) dado que la porción de *berries* que ingresó a *packing* está libre de NoV (A'). **El resultado final del evento $P(A' \cap B)$ bajo ese escenario es de 0,13.**

g) *Incertidumbres y brechas de información*

A nivel global se es posible identificar cinco importantes brechas de información:

1. Existen limitaciones técnicas para detección de Norovirus en alimentos, ya que hasta hace poco no se contaba con herramientas para realizar el cultivo celular del virus, y las técnicas de diagnóstico disponibles en la actualidad, como el qPCR, solo permiten cuantificar la carga viral, sin ser capaces de determinar la viabilidad viral. Esta situación no solo ha dificultado el estudio de la virología básica de los NoV, sino que también dificulta los estudios sobre la persistencia medioambiental de estos virus y la eficacia de medidas de control, tales como desinfección, congelamiento y cocción. Recientemente se ha publicado una técnica de cultivo celular de NoV, pero aún no se genera la información que pueda permitir evaluar la presencia y concentración de virus que puedan causar infección en las diferentes matrices incorporadas en la presente evaluación de riesgo.
2. Los microorganismos sustitutos de NoV no son buenos indicadores. Debido a las limitaciones en las técnicas de cultivo celular para NoV, se han utilizado microorganismos sustitutos para validar procesos de conservación de alimentos. Sin embargo, hasta la fecha los resultados han sido decepcionantes, ya que en la mayoría de los casos los microorganismos sustitutos no imitan al NoV humano en cuanto a supervivencia o persistencia en diversas condiciones ambientales o procedimientos de elaboración. Esto es relevante al considerar que la mayor parte de nuestra comprensión acerca de la estabilidad y la persistencia del NoV humano en alimentos proviene del estudio de virus sustitutos. Hasta ahora, tres calicivirus animales cultivables se han utilizado ampliamente como sustitutos de NoV; (i) calicivirus felino (CVF), (ii) calicivirus canino (CVCA) y norovirus murino (NVM-1).
3. Existe información limitada acerca de la cinética de inactivación térmica de virus entéricos transmitidos por los alimentos. Los mejillones son la única muestra de alimento en la literatura, para la cual se han realizado estudios de inactivación térmica de NoV humanos.
4. A la fecha, existen muy pocas investigaciones de brotes o estudios experimentales que hayan examinado los factores de riesgo para la contaminación de *berries* y hortalizas de hojas verdes por NoV durante la producción agrícola. Hay datos disponibles a partir de brotes asociados al consumo de *berries*, pero con otros agentes

infecciosos. De esta manera, los factores de riesgo que se han considerado en evaluaciones de riesgo realizadas en Europa generalmente no pueden ser apoyados por evidencia epidemiológica o experimental.

5. Existe prácticamente nula información sobre la adherencia y persistencia de NoV en *berries*, y tampoco existe información sobre la posibilidad de que NoV se interne dentro de los *berries* o de hortalizas de hojas verdes, durante el cultivo.

A nivel nacional, también fue posible identificar importantes brechas de información. Desatacando los siguientes cinco elementos:

1. En Chile no existen programas de vigilancia que midan la presencia de NoV en las distintas matrices alimentarias consideradas en la presente consultoría. Asimismo, las acciones para identificar las causas de gastroenteritis en humanos, no incorpora la detección de NoV dentro de los patógenos que se analizan de forma regular, sino que su diagnóstico se realiza de forma esporádica e irregular, por lo que no es posible atribuir un número de casos o focos de gastroenteritis por NoV en Chile, asociadas al consumo de hortalizas de hojas verdes o a *berries* frescos o congelados. Tampoco existe información de la presencia de NoV en las distintas fuentes de agua que se utilizan para riego o para la aplicación de los principios activos utilizados en el proceso de fumigación, o de lavado en etapas finales del procesamiento.

Esta información es de extrema importancia para poder realizar evaluaciones de riesgo, ya que permitiría dar cuenta de los genotipos y genogrupos circulantes, ya que se reconoce que el único reservorio conocido para el NoV humano son las heces humanas. Los productos frescos pueden estar contaminados por malas prácticas de higiene de los cosechadores de alimentos, agua de riego o de procesamiento contaminada. Asimismo, los alimentos listos para el consumo, preparados manualmente, pueden estar contaminados por procesadores y manipuladores de alimentos infectados. Además de los alimentos o el agua contaminados, es importante la transmisión de persona a persona, ya sea directamente o a través de superficies y objetos contaminados. Hasta la fecha, se ha descrito que cepas de los genogrupos GI, GII y GIV afectan a humanos. Por su parte GI se divide en 7 genotipos, mientras que, GII en 12 genotipos. Sin embargo, también se han descrito 9 tipos de NoV recombinantes, los cuales presentan regiones de polimerasa y cápside que son derivadas de distintas cepas ancestrales. Por consiguiente, la información referente a los genogrupos y genotipos circulantes en Chile es relevante para poder estimar diferencias en riesgo en diferentes sistemas productivos o en diferentes zonas geográficas.

2. Existen importantes diferencias en la estructura de producción de los diferentes tipos de *berries* considerados en la consultaría. Donde la producción de *berries* está más industrializada, mientras que frambuesas son producidas principalmente por pequeños agricultores. Esto repercute en que los registros y datos generados por los censos agropecuarios no considerarían aproximadamente al 80% de los predios que producen frambuesas, ya que su superficie de cultivo es muy baja.

3. No existe un registro de productores de *berries*, desde los cuales se pueda establecer un marco muestral que garantice aleatoriedad y representatividad, frente a la necesidad de levantar información necesaria para realizar una evaluación de riesgos.
4. Aunque existe normativa que regula las condiciones de riego para las frutas y hortalizas que crecen a nivel del suelo, la fiscalización de su cumplimiento es débil.
5. Existiría un importante movimiento de *berries* y hortalizas de hojas verdes a través de intermediarios, quienes pueden proveer materiales y almacenar los productos en condiciones desconocidas. No existe un registro de posibles intermediarios, para levantar información de sus actividades y riesgo de contaminación por NoV.

D. Discusión

La infección por norovirus (NoV) es considerada como la principal causa de gastroenteritis viral en el mundo, afectando a personas de diferentes edades. En Estados Unidos de América se estima que anualmente causa 23 millones de casos de gastroenteritis (CDC, 2006). Mientras que, para países en desarrollo, se reconoce una importante falencia en información sobre el rol etiológico de NoV, estimándose que sería la causa principal de más de 1,1 millones de hospitalizaciones al año. La transmisión de NoV se produce principalmente por la vía fecal-oral, aunque también se produce por contacto directo con individuos enfermos, por el contacto con superficies contaminadas, o por consumo de alimentos o agua contaminados. Los NoV son extremadamente contagiosos, debido a que la dosis infectante se considera muy baja (≈ 18 partículas virales dosis infectantes) y a los altos niveles de excreción $>1 \times 10^{10}$ copias de RNA por gramo de heces (EFSA, 2012; Kim et al., 2016).

Casos de NoV se han asociado a brotes causados por consumo de lechuga, ensaladas frescas cortadas, cebollas verdes y varios tipos de *berries* (DiCaprio et al., 2015). Esta contaminación en alimentos se debe a una contaminación indirecta a través de fecas humanas que portan NoV. Se reconoce la presentación de brotes que afectan a personas de diferentes edades, y se describen como grupos de alto riesgo a ancianos y personas inmunocomprometidas. Asimismo, se identifica que muchas veces los brotes ocurren en instituciones de cuidado de personas, como hogares de ancianos u hospitales. Complementariamente, debe destacarse que la infección no genera inmunidad a largo plazo, por lo que una persona puede infectarse en repetidas ocasiones en su vida. Los NoVs se clasifican en cinco genogrupos. Los virus del genogrupo II.4 (GII.4) han sido los predominantes durante los inicios del siglo XXI en Estados Unidos, Europa y Oceanía, causando aproximadamente el 80% de los brotes de NoVs (Lopman et al., 2009; Bozkurt et al., 2015).

En Chile, se considera que la principal etiología viral de diarreas en niños son los rotavirus (RV). Sin embargo, a comienzos del año 2000, comenzaron a aparecer los diagnósticos por calicivirus, encontrándose una prevalencia de 8% (Montenegro et al., 2014). Durante el año 2005, un estudio realizado en Santiago reportó que entre un 45 y 55%

de los brotes de gastroenteritis por consumo de mariscos, eran causados por NoV (Vidal et al., 2006). Posteriormente, durante el año 2009, en un estudio llevado a cabo en niños con diarrea, determinó un 18% de casos causados por NoV (O'Ryan et al., 2009).

Luego, durante el año 2010, un brote de gastroenteritis aguda se registró en la Región de Antofagasta, notificándose 31.036 casos, donde el Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) determinó como causal al NoV GII debido a evidencia de su presencia tanto en muestras clínicas como en muestras ambientales. Luego de una investigación epidemiológica, se pudo establecer que el brote estaba asociado al consumo de hortalizas crudas contaminadas con aguas servidas que contenían baja concentración de cloro libre residual (ISP, 2013). Así, la proporción de causalidad de gastroenteritis aguda en Chile fue invirtiéndose y ya en el año 2011 se reportó una mayor incidencia de infecciones causadas por NoV (27,1%) que por RV (19,6%) considerándose esta etiología viral (NoV) como la actual principal causa de diarrea en Chile (Montenegro et al., 2014).

Actualmente, en Chile no hay programas de vigilancia epidemiológica específicos para NoV en salud humana, y los brotes se registran en caso de detección según el reglamento 158 del MINSAL. En producción vegetal (de *berries* y hortalizas) tampoco existen programas de vigilancia para este patógeno, por lo que la información es escasa. En este estudio, se encuestó a 65 predios que producen *berries*, de los que la mayor parte se ubicó en la región del Bío-Bío.

Berries y hortalizas son alimentos que se consumen en forma directa o con un mínimo de procesamiento. En Chile, la producción de algunos tipos de *berries*, principalmente la producción de *berries* es industrializada y mayormente destinada a mercados internacionales; en cambio, frutillas, frambuesas y moras son producciones menos industrializada y destinadas al consumo nacional. Similarmente, en otras regiones, la producción de *berries* es también muy diversa, dependiendo del origen geográfico y del desarrollo económico de los productores (EFSA, 2014a).

Berries son normalmente cosechados en forma manual, para ser luego separados por tamaño, empaquetados y almacenados para ser vendidos a los consumidores o distribuidos a los mercados de venta (EFSA, 2014a).

La estimación del riesgo a la salud pública que posee la presencia de norovirus en *berries* y en hortalizas, depende de muchos factores, entre los que hay un vacío de información tanto nacional, como internacional, como las brechas reportadas en este informe en la sección de resultados. En el caso particular de *berries*, se han identificado factores de riesgo que incluyen 1) factores ambientales (lluvias), 2) el uso de aguas no potable para regadío o para aplicación de tratamientos y 3) contaminación cruzada durante el proceso de cosecha y posteriores manejos en la sala de packing (Bouwknegt et al., 2015).

Agua que ha sido contaminada con bacterias y virus, y que luego se utiliza en la preparación de alimentos, puede causar la contaminación de los *berries*, representando un riesgo de contaminación similar al descrito durante el procesamiento. Se ha demostrado que los virus (incluyendo el Norovirus) pueden ser transferidos de líquidos contaminados a las superficies de *berries* (Rodríguez-Lázaro et al., 2012). En cuanto a los equipos, existe la posibilidad de que la contaminación de Norovirus por varios productos alimenticios se propague a través de la contaminación cruzada a través del contacto con las superficies de procesamiento o preparación de alimentos tal como se discutió anteriormente, donde se describió la transferencia del virus a superficies y acero inoxidable (Stals et al., 2013; EFSA, 2014a).

Como las vías de transmisión de NoV están ligadas a su fuente de reservorio que son heces humanas (Kim et al., 2016). Por lo que el agua y los trabajadores juegan un rol principal en la contaminación de *berries* y hortalizas. Es por esta razón que la producción primaria de *berries* y hortalizas deben estar alejadas de plantas de tratamiento de aguas servidas. Al ser el único reservorio de NoV, el ser humano, la contaminación con heces humanas, ya sea por uso de aguas contaminadas o contaminación durante el procesamiento son factores que deben ser primordiales para la prevención de la contaminación con NoV en las matrices alimentarias, especialmente en frutas y verduras frescas, ya que en su gran mayoría son consumidos sin posterior procesamiento (Borchardt et al., 2012). Por esta razón es que es una medida efectiva de mitigación el uso exclusivo de agua potable durante la producción de *berries* y hortalizas. Junto con esto, es primordial que los productores tengan planes correctivos en caso de que la calidad microbiológica del agua no es satisfactoria.

El personal que cosecha, procesa, distribuye y prepara estos alimentos son importantes fuentes de contaminación por NoV, ya que las manos podrían actuar como vectores del virus a los alimentos, superficies y utensilios utilizados para la producción de *berries* y hortalizas (EFSA, 2014a). Normas de buenas prácticas como la exclusión de personal con síntomas de gastroenteritis y las prácticas de higiene (lavado correcto de manos) son importantes medidas de mitigación.

En las encuestas realizadas, se relacionaron los factores de riesgo descritos en la literatura, con las respuestas de las encuestas, donde es posible identificar que la cosecha dura en promedio 63,7 días, lo que representa el periodo de riesgo al que están expuestos los *berries* a la contaminación por parte de quienes realizan la cosecha, siendo la producción promedio de 152 toneladas por predio. En cuanto al agua utilizada para el riesgo, esta proviene principalmente de canales y de pozos.

Sobre la aplicación de plaguicidas, en promedio se realizan 11 aplicaciones por temporada. El agua utilizada en esta actividad tiene el mismo origen que el agua de riego, describiéndose también el uso de agua potable. Por lo que podría representar un riesgo de contaminación. Se destaca que la mayor parte de los productores realiza análisis microbiológico del agua, aplicando acciones correctivas en caso de identificarse la presencia de microorganismos,

destacando el uso de cloro en el 32% de los casos. Sin embargo, el cloro se utiliza en caso de que la muestra contenga coliformes fecales, no por detección de norovirus.

Durante la cosecha, la mayor parte de los predios indica que no se utilizan guantes ni mascarillas ni delantales, los que podrían reducir el riesgo de contaminación por parte de quienes manipulan los frutos, sobre todo porque el humano es el reservorio. Sin embargo, prácticamente en todos los predios se realizan capacitaciones al personal para el manejo de alimentos.

En cuanto a la infraestructura, prácticamente la totalidad de los predios cuentan con lavamanos y baños en número adecuado para los trabajadores, lo que facilita la producción higiénica de alimentos.

La ausencia de trabajadores por enfermedades gastrointestinales en la última temporada fue prácticamente nula en los predios encuestados, aunque debe considerarse que no todas las personas afectadas por cuadros gastrointestinales buscan asistencia médica.

A nivel de packing se recibieron 14 encuestas. En todos ellos existen servicios sanitarios e implementos para el lavado de manos en cantidad adecuada para el número de trabajadores. En promedio se trabaja en dos turnos por día de 8,6 horas, realizándose sanitización (con productos en base a cloro) diaria o al finalizar el turno. Asimismo, los utensilios utilizados son lavados diariamente, con agua potable o de pozo, efectuándose un registro de las actividades de limpieza.

En cuanto a los implementos utilizados por el personal del packing, destaca el uso de guantes, mascarilla y delantal, prácticamente en la totalidad de las instalaciones encuestadas. Estos materiales son cambiados al menos una vez durante la jornada.

En ningún packing se registró ausencia de trabajadores por enfermedades gastrointestinales, y en un alto porcentaje se realizan exámenes periódicos de las manos de los trabajadores para identificar patógenos (microbianos).

En el futuro, con nuevas metodologías para detectar viabilidad viral, se podrán identificar la presencia viral, lo que asociado a factores ambientales y de manejo podrán reducir el riesgo de transmisión de NoV en estas matrices.

Menos del 5 % de las porciones de *berries* podrían presentar contaminación al final de los procesos de precosecha y cosecha, con una carga de NoV en los *berries*, de 0.453 PFU NoV/*berrie*. Mientras que al salir del proceso de packing, menos de un 2% de las porciones de 250gr podrían contaminarse. Por lo que porciones hasta los 250g no presentarían una carga de NoV que pueda generar enfermedad en humanos en los escenarios descritos.

E. Conclusiones

Norovirus es un patógeno de relevancia a nivel global, ya que es identificado como la principal etiología viral de casos de gastroenteritis infecciosa. Sin embargo, la información disponible, tanto en aspectos virológicos como epidemiológicos es escasa.

El consumo de hortalizas de hojas verdes y *berries* frescos o congelados, han sido identificados como unas de las matrices de riesgo para la infección de personas.

Actualmente, en Chile no hay programas de vigilancia epidemiológica específicos para NoV en salud humana, y los brotes se registran en caso de detección según el reglamento 158 del MINSAL. En producción vegetal (de *berries* y hortalizas) tampoco existen programas de vigilancia para este patógeno, por lo que la información es escasa. Asimismo, no existe información sobre la presencia (prevalencia) de NoV humanos en agua de riego o en aquella que se utiliza en el proceso de fumigación. Por este motivo la evaluación de riesgo se hace extremadamente difícil, debiendo ser realizada en base a diversos supuestos y en base a información generada en otros países.

La producción de *berries* se da en diferentes regiones de Chile. Muchas veces la normativa vigente tiene baja fiscalización. Asimismo, no existen registros completos que permitan identificar a la totalidad de los predios que producen las diferentes variedades de *berries*, ni de la participación de otros actores en la cadena de distribución de los productos, como son los intermediarios.

Las principales vías de riesgo para la contaminación de *berries* en los predios se asocian al agua de riego (principalmente de canales o pozo) y la manipulación de trabajadores, los que, si bien tienen capacitación en manejo de alimentos, no utilizan elementos como guantes o mascarillas para la cosecha. A nivel de *packing* existe un mayor control en el uso de elementos para la manipulación de los frutos y de la frecuencia de acciones de limpieza y desinfección.

La probabilidad que las porciones evaluadas (hasta los 250g) presenten una carga de NoV que pueda generar enfermedad en humanos es extremadamente baja, incluso en condiciones donde un número elevado de trabajadores a nivel de predio (10 que participen en actividades de cosecha) y en *packing* (10 personas que manipulen los frutos) estuviesen enfermos.

F. Recomendaciones

Se recomienda propiciar el desarrollo de programas de vigilancia de norovirus en diferentes matrices alimentarias, e insumos de su producción, como es el agua. Dicha información es relevante para poder estimar con un menor grado de incertidumbre el riesgo de la presencia de NoV en las matrices de interés, junto con la identificación de

los genotipos y genogrupos que circulan en diferentes zonas de Chile. Esta información es de particular interés, al describirse diferentes propiedades de resistencia en las diferentes variantes del patógeno.

La existencia de registros de productores, con información sobre la superficie cultivada, rendimientos productivos, medidas de gestión sanitaria sería un elemento de gran aporte, para poder levantar información representativa de la forma de producción de diferentes matrices. Estos registros pueden ser desarrollados por el sector privado, estableciendo las cadenas de comercialización y distribución de los productos

Complementariamente, se recomienda considerar a norovirus como uno de los patógenos que investigue de forma obligatoria en los casos de gastroenteritis que derivan en los servicios de salud. De esta forma se podrá estimar si representa un porcentaje importante de las gastroenteritis en Chile, como sucede en otros países del mundo.

El sector privado, debe monitorear y actualizar los protocolos de bioseguridad en los procesos críticos de cosecha y manejo de la fruta a nivel de packing, ya que son los puntos en que se puede producir la contaminación de los productos. El verificar que trabajadores enfermos no estén en contacto con los frutos y que las fuentes de agua estén libres de patógenos es un elemento clave.

Finalmente, se recomienda actualizar los procesos de evaluación de riesgo, en función de nuevos antecedentes científicos y tecnológicos que aumenten el conocimiento de la virología y epidemiología de este agente infeccioso.

Referencias bibliográficas

- Baert, L., Uyttendaele, M., Stals, A., Van Coillie, E., Dierick, K., Debevere, J., Botteldoorn, N., 2009. Reported foodborne outbreaks due to noroviruses in Belgium: the link between food and patient investigations in an international context. *Epidemiology and Infection* 137, 316-325.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Altunakar, B., Mejía-Lorío, D.J., 2005. Freezing of fruits and vegetables: An agribusiness alternative for rural and semi-rural areas. *Food & Agriculture Org.*
- Barker, S.F., 2014. Risk of norovirus gastroenteritis from consumption of vegetables irrigated with highly treated municipal wastewater—evaluation of methods to estimate sewage quality. *Risk Analysis* 34, 803-817.
- Borchardt, M.A., Spencer, S.K., Kieke Jr, B.A., Lambertini, E., Loge, F.J., 2012. Viruses in nondisinfected drinking water from municipal wells and community incidence of acute gastrointestinal illness. *Environmental Health Perspectives* 120, 1272.
- Bouwknegt, M., Verhaelen, K., Rzeżutka, A., Kozyra, I., Maunula, L., von Bonsdorff, C.-H., Vantarakis, A., Kokkinos, P., Petrovic, T., Lazic, S., 2015. Quantitative farm-to-fork risk assessment model for norovirus and hepatitis A virus in European leafy green vegetable and berry fruit supply chains. *International Journal of Food Microbiology* 198, 50-58.
- Bozkurt, H., D'Souza, D.H., Davidson, P.M., 2015. Thermal inactivation of foodborne enteric viruses and their viral surrogates in foods. *Journal of Food Protection* 78, 1597-1617.
- Butot, S., Putallaz, T., Amoroso, R., Sanchez, G., 2009. Inactivation of enteric viruses in minimally processed berries and herbs. *Applied and Environmental Microbiology* 75, 4155-4161.
- Butot, S., Putallaz, T., Sanchez, G., 2008. Effects of sanitation, freezing and frozen storage on enteric viruses in berries and herbs. *International Journal of Food Microbiology* 126, 30-35.
- Cannon, J.L., Papafragkou, E., Park, G.W., Osborne, J., Jaykus, L.-A., Vinjé, J., 2006. Surrogates for the study of norovirus stability and inactivation in the environment: a comparison of murine norovirus and feline calicivirus. *Journal of Food Protection* 69, 2761-2765.
- CDC, 2006. *Norovirus in healthcare facilities fact sheet*. Atlanta, GA: National Center for Preparedness, Detection, and Control of Infectious Diseases.
- CDC, 2015. *Norovirus*.
- Cook, N., Knight, A., Richards, G., 2016. Persistence and elimination of human norovirus in food and on food contact surfaces: a critical review. *Journal of Food Protection* 7, 1273-1294.
- De Keuckelaere, A., Baert, L., Duarte, A., Stals, A., Uyttendaele, M., 2013. Evaluation of viral concentration methods from irrigation and processing water. *Journal of Virological Methods* 187, 294-303.
- Deboosere, N., Pinon, A., Caudrelier, Y., Delobel, A., Merle, G., Perelle, S., Temmam, S., Loutreul, J., Morin, T., Estienney, M., 2012. Adhesion of human pathogenic enteric viruses and surrogate viruses to inert and vegetal food surfaces. *Food Microbiology* 32, 48-56.
- Dennis, C., 1976. *The microflora of the surface of soft fruits. Microbiology of aerial plant surfaces*. Edited by CH Dickinson and TF Preece. Academic Press, London, UK, 419-432.

- DiCaprio, E., Purgianto, A., Ma, Y., Hughes, J., Dai, X., Li, J., 2015. Attachment and localization of human norovirus and animal caliciviruses in fresh produce. *International journal of food microbiology* 211, 101-108.
- DICTA, 2005. Guía tecnológica de frutas y vegetales. El cultivo de la mora.
- Djurkovic, M., 2012. SWOT analysis of Serbia's raspberry sector in the competitive marketplace. Master Thesis. Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, 130 pp. Available at: [http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/187406/Djurkovic% 20Marina% 202012. pdf](http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/187406/Djurkovic%20Marina%202012.pdf).
- EFSA, 2012. (Panel on Biological Hazards) Scientific Opinion on Norovirus (NoV) in oysters: methods, limits and control options. *EFSA Journal* 10.
- EFSA, 2013. (BIOHAZ) Scientific opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). *EFSA Journal* 11, 3025.
- EFSA, 2014a. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella and Norovirus in berries). *EFSA Journal* 12, 95.
- EFSA, 2014b. Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella and Norovirus in leafy greens eaten raw as salads). 12 3.
- Esseili, M.A., Wang, Q., Saif, L.J., 2012. Binding of human GII. 4 norovirus virus-like particles to carbohydrates of romaine lettuce leaf cell wall materials. *Applied and environmental microbiology* 78, 786-794.
- Ettayebi, K., Crawford, S.E., Murakami, K., Broughman, J.R., Karandikar, U., Tenge, V.R., Neill, F.H., Blutt, S.E., Zeng, X.-L., Qu, L., 2016. Replication of human noroviruses in stem cell-derived human enteroids. *Science* 353, 1387-1393.
- Gandhi, K.M., Mandrell, R.E., Tian, P., 2010. Binding of virus-like particles of Norwalk virus to romaine lettuce veins. *Applied and environmental microbiology* 76, 7997-8003.
- Glass, R.I., Parashar, U.D., Estes, M.K., 2009. Norovirus gastroenteritis. *New England Journal of Medicine* 361, 1776-1785.
- Greening, G., Lake, R., Hudson, A., Cressey, P., 2009. Risk profile: norovirus in mollusca (raw). A Crown Research Institute, 1-48.
- Grove, S.F., Suriyanarayanan, A., Puli, B., Zhao, H., Li, M., Li, D., Schaffner, D.W., Lee, A., 2015. Norovirus cross-contamination during preparation of fresh produce. *International journal of food microbiology* 198, 43-49.
- INDAP, 2007. Estrategias Regionales de Competitividad por Rubro “FRAMBUESAS IX REGION”.
- INN, 1978. Instituto Nacional de Normalización (Chile). Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. NCH1333: Of 1978. Santiago, Chile, 15.
- INN, 2005. Instituto Nacional de Normalización (Chile). Agua Potable - Parte 1- Requisitos. NCH409/1: Of 2005. Santiago, Chile, 13.
- ISP, 2013. Vigilancia de Norovirus. Chile, 2010 - 2012. Instituto de Salud Pública de Chile. 3.

- Jacxsens, L., Stals, A., De Keuckelaere, A., Deliëns, B., Rajkovic, A., Uyttendaele, M., 2017. Quantitative farm-to-fork human norovirus exposure assessment of individually quick frozen raspberries and raspberry puree. *International Journal of Food Microbiology* 242, 87-97.
- Jeong, A.Y., Soek Jeong, H., Lee, J.S., Park, Y.C., Lee, S.H., Hwang, I.G., Kim, Y.J., Kim, Y.J., Jo, M.Y., Jung, S., 2012. Occurrence of norovirus infections in asymptomatic food handlers in South Korea. *Journal of clinical microbiology*, JCM. 01856-01812.
- Jiang, X., Shepherd, M., 2009. The role of manure and compost in produce safety. *Microbial Safety of Fresh Produce*, 143.
- Kim, J.H., Lee, D.H., Joo, Y., Zoh, K.D., Ko, G., Kang, J.-H., 2016. Identification of environmental determinants for spatio-temporal patterns of norovirus outbreaks in Korea using a geographic information system and binary response models. *Science of The Total Environment* 569, 291-299.
- Knudsen, D.M., Yamamoto, S.A., Harris, L.J., 2001. Survival of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157: H7 on fresh and frozen strawberries. *Journal of Food Protection* 64, 1483-1488.
- Kokkinos, P., Kozyra, I., Lazic, S., Söderberg, K., Vasickova, P., Bouwknegt, M., Rutjes, S., Willems, K., Moloney, R., de Roda Husman, A., 2016. Virological Quality of Irrigation Water in Leafy Green Vegetables and Berry Fruits Production Chains. *Food and Environmental Virology*, 1-7.
- Koopmans, M., 2008. Progress in understanding norovirus epidemiology. *Current opinion in infectious diseases* 21, 544-552.
- Koopmans, M., Duizer, E., 2004. Foodborne viruses: an emerging problem. *International journal of food microbiology* 90, 23-41.
- Laidler, M.R., Tourdjman, M., Buser, G.L., Hostetler, T., Repp, K.K., Leman, R., Samadpour, M., Keene, W.E., 2013. *Escherichia coli* O157: H7 infections associated with consumption of locally grown strawberries contaminated by deer. *Clinical Infectious Diseases* 57, 1129-1134.
- Loutreul, J., Cazeaux, C., Levert, D., Nicolas, A., Vautier, S., Le Sauvage, A.L., Perelle, S., Morin, T., 2014. Prevalence of human noroviruses in frozen marketed shellfish, red fruits and fresh vegetables. *Food and environmental virology* 6(3), 157-168.
- Li, X., Chen, H., Kingsley, D.H., 2013. The influence of temperature, pH, and water immersion on the high hydrostatic pressure inactivation of GI. 1 and GII. 4 human noroviruses. *International journal of food microbiology* 167, 138-143.
- Lopman, B., Armstrong, B., Atchison, C., Gray, J.J., 2009. Host, Weather and Virological Factors Drive Norovirus Epidemiology: Time-Series Analysis of Laboratory Surveillance Data in England and Wales. *PLoS ONE* 4, e6671.
- Mäde, D., Trübner, K., Neubert, E., Höhne, M., Johne, R., 2013. Detection and typing of norovirus from frozen strawberries involved in a large-scale gastroenteritis outbreak in Germany. *Food and environmental virology* 5, 162-168.
- Mok, H.-F., Barker, S.F., Hamilton, A.J., 2014. A probabilistic quantitative microbial risk assessment model of norovirus disease burden from wastewater irrigation of vegetables in Shepparton, Australia. *water research* 54, 347-362.

- Mokhtari, A., Jaykus, L.-A., 2009. Quantitative exposure model for the transmission of norovirus in retail food preparation. *International journal of food microbiology* 133, 38-47.
- Montenegro, S., Pineda, S., Enríquez, I., Enríquez, N., Rivera, N., Delgado, C., 2014. Detección de norovirus en niños con diarrea adquirida en la comunidad o nosocomial en el Hospital Guillermo Grant Benavente de Concepción, Chile. *Revista chilena de infectología* 31, 298-304.
- O'Ryan, M.L., Lucero, Y., Prado, V., Santolaya, M.E., Rabello, M., Solis, Y., Berríos, D., O'Ryan-Soriano, M.A., Cortés, H., Mamani, N., 2009. Symptomatic and asymptomatic rotavirus and norovirus infections during infancy in a Chilean birth cohort. *The Pediatric infectious disease journal* 28, 879-884.
- ODEPA, 2012. Panorama nacional e internacional del mercado de frambuesas congeladas. In: agrarias, O.d.e.y.p. (Ed.), Ministerio de Agricultura, 7.
- ODEPA, 2016. Boletín Frutícola, Avance a octubre 2016.
- Predmore, A., Li, J., 2011. Enhanced removal of a human norovirus surrogate from fresh vegetables and fruits by a combination of surfactants and sanitizers. *Applied and environmental microbiology* 77, 4829-4838.
- Ramírez Quirama, J.D., 2012. Conservación de mora de castilla (*rubus glaucus* benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (*aloe barbadensis* miller). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Richards, G.P., Watson, M.A., Meade, G.K., Hovan, G.L., Kingsley, D.H., 2012. Resilience of norovirus GII. 4 to freezing and thawing: implications for virus infectivity. *Food and environmental virology* 4, 192-197.
- Rodríguez-Lázaro, D., Cook, N., Ruggeri, F.M., Sellwood, J., Nasser, A., Nascimento, M.S.J., D'agostino, M., Santos, R., Saiz, J.C., Rzeżutka, A., 2012. Virus hazards from food, water and other contaminated environments. *FEMS microbiology reviews* 36, 786-814.
- Rosas, F., 2016. Perspectivas temporada Mundial de los berries 2016/2017. In, 4to Seminario de Berries, Temuco. 27 de octubre 2016.
- Sarvikivi, E., Roivainen, M., Maunula, L., Niskanen, T., Korhonen, T., Lappalainen, M., Kuusi, M., 2012. Multiple norovirus outbreaks linked to imported frozen raspberries. *Epidemiology & Infection* 140, 260-267.
- Sharps, C.P., Kotwal, G., Cannon, J.L., 2012. Human norovirus transfer to stainless steel and small fruits during handling. *Journal of food protection* 75, 1437-1446.
- Siro, I., Devlieghere, F., Jacxsens, L., Uyttendaele, M., Debevere, J., 2006. The microbial safety of strawberry and raspberry fruits packaged in high-oxygen and equilibrium-modified atmospheres compared to air storage. *International journal of food science & technology* 41, 93-103.
- Stals, A., Uyttendaele, M., Baert, L., Van Coillie, E., 2013. Norovirus transfer between foods and food contact materials. *Journal of food protection* 76, 1202-1209.
- Suslow, T., Oria, M., Beuchat, L., Garrett, E., Parish, M., Harris, L., Farber, J., Busta, F., 2003. Production practices as risk factors in microbial food safety of fresh and fresh-cut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2, 38-77.
- Undurraga, P., Vargas, S., 2013a. Manual del arándano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Centro Regional de Investigación Quilamapu, 120.

- Undurraga, P., Vargas, S., 2013b. Manual de frambuesa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu. 108.
- Verhaelen, K., Bouwknecht, M., Carratalà, A., Lodder-Verschoor, F., Diez-Valcarce, M., Rodríguez-Lázaro, D., de Roda Husman, A.M., Rutjes, S.A., 2013a. Virus transfer proportions between gloved fingertips, soft berries, and lettuce, and associated health risks. *International journal of food microbiology* 166, 419-425.
- Verhaelen, K., Bouwknecht, M., Rutjes, S.A., de Roda Husman, A.M., 2013b. Persistence of human norovirus in reconstituted pesticides—pesticide application as a possible source of viruses in fresh produce chains. *International journal of food microbiology* 160, 323-328.
- Vidal, R., Roessler, P., Solari, V., Vollaire, J., Jiang, X., Matson, D.O., Mamani, N., Prado, V., O’Ryan, M.L., 2006. Novel recombinant norovirus causing outbreaks of gastroenteritis in Santiago, Chile. *Journal of clinical microbiology* 44, 2271-2275.
- Villagrán, V., 2002. El cultivo de la frutilla. Instituto de Educación Rural, 173.
- Weaver, L., Karki, N., Mackenzie, M., Sinton, L., Wood, D., Flintoft, M., Havelaar, P., Close, M., 2016. Microbial transport into groundwater from irrigation: Comparison of two irrigation practices in New Zealand. *Science of The Total Environment* 543, 83-94.

II. ANEXO

Resultado encuestas a predio y packing de berries

1. Encuesta a predio (precosecha y cosecha)

El detalle de los resultados obtenidos de la caracterización de la producción de *berries*, es el siguiente:

a) Distribución Regional

Del total de 65 productores encuestados, la mayor proporción se encontraba ubicado en la región del Bío Bío (33,8%), seguidos de la región de la Araucanía (27,7%) y la región de Los Lagos (27,7%).

Tabla 11 Cantidad de productores encuestados por región y porcentaje de representatividad.

Región	Número de productores (%)
Bío Bío	22 (33,8)
Araucanía	18 (27,7)
O'Higgins	18 (27,7)
Metropolitana	3 (4,6)
Coquimbo	2 (3,1)
Los Lagos	2 (3,1)
Total	65 (100)

b) Producción

El tipo de producción en la totalidad de los encuestados correspondió a Arándanos. A excepción de un productor ubicado en la comuna de Lautaro, región de la Araucanía, quien además producía Frambuesas.

c) Superficie de cultivo

Se puede observar que la media de hectáreas de superficie de cultivo considerando los 65 productores, es de 18,78 hectáreas. Sin embargo, ésta tiene una desviación estándar de 24,74 hectáreas, lo cual se explica por aquél productor que cuenta con 156 hectáreas cultivables. De esta manera, un dato más real a utilizar para un análisis de esta variable es la mediana, la cual es de 10,5 hectáreas.

Tabla 12 Medidas de resumen de la variable superficie de cultivo al analizar la totalidad de los productores.

Variable	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Superficie de cultivo (ha)	65	18,78	24,74	0,25	156,00	10,50	4,00	25,00

Tabla 13 Medidas de resumen de la variable superficie de cultivo, desglosada por las seis regiones incluidas en el estudio.

Región	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Bio Bío	22	14,38	11,76	1,00	44,34	10,59	6,50	25,00
Araucanía	18	26,59	38,50	0,50	156,00	11,25	3,50	51,12
O'Higgins	18	11,86	15,57	0,25	64,00	6,75	1,00	19,00
Metropolitana	3	16,33	13,05	4,00	30,00	15,00	4,00	30,00
Coquimbo	2	18,75	13,79	9,00	28,50	18,75	9,00	28,50
Los Lagos	2	63,10	10,04	56,00	70,20	63,10	56,00	70,20

Al comparar las medianas de las distintas regiones, se puede observar que la región de los Lagos es la que cuenta con una mayor superficie cultivable (63,1 hectáreas). La región que cuenta con la menor superficie cultivable es la región de O'Higgins (6,75 hectáreas).

d) Días de duración de la cosecha

La duración de la cosecha fue en promedio 63,75 días, con una desviación estándar de 28,67 días.

Tabla 14 Medidas de resumen de la variable Duración de la cosecha (días).

Variable	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Duración cosecha (Días)	65	63,75	28,67	15,00	150,00	60,00	45,00	80,00

Tabla 15 Medidas de resumen de la variable Duración de la cosecha (Días) categorizado por región.

Región	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Bío Bío	22	77,82	28,04	30,00	150,00	71,00	60,00	90,00
Araucanía	18	61,75	27,08	30,00	129,00	60,00	45,00	70,00
O'Higgins	18	48,14	25,99	15,00	120,00	40,00	30,00	60,00
Metropolitana	3	60,00	25,98	45,00	90,00	45,00	45,00	90,00
Coquimbo	2	67,00	32,53	44,00	90,00	67,00	44,00	90,00
Los Lagos	2	70,00	28,28	50,00	90,00	70,00	50,00	90,00

e) *Producción promedio (Kilos por temporada)*

Para esta variable hubo 3 productores que no contaron con datos. Dos de dichos productores pertenecían a la región de la Araucanía y uno a la región de Los Lagos.

Tabla 16 Medidas de resumen de la variable Producción promedio (kilos por temporada).

Variable	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Producción (kilos/temporada)	promedio 62	152.165,2	243.319,7	800,0	1.404.000,0	70.000,0	12.000,0	150.000,00

Tabla 17 Producción promedio (kilos por temporada) categorizado por región.

Región	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Bío-Bío	22	160.704,6	189.592,6	6.000,0	814.000,0	95.000,0	45.000,0	200.000,0
Araucanía	16	155.581,3	363.469,7	1.000,0	1.404.000,0	19.000,0	4.800,0	82.000,0
O'Higgins	18	102.357,8	137.672,7	800,00	543.000,0	65.000,0	9.000,0	150.000,0
Metropolitana	3	94.000,0	72.580,9	12.000,0	150.000,0	120.000,0	12.000,0	150.000,0
Coquimbo	2	242.500,0	222.738,7	85.000,0	400.000,0	242.500,0	85,000	400.000,0
Los Lagos	1	800.000,0	0,00	800.000,0	800.000,0	800.000,0	-	-

f) *Vías de comercialización*

La gran mayoría de los productores realiza venta directa a *packing* (61,5%). Sin embargo, existe una variedad de vías de comercialización distintas. Un 16,9% de los productores vende a intermediarios y un 6,5% realiza ventas a centros de acopio. El resto de los productores utiliza vías mixtas de comercialización.

Al hacer el desglose por región, se puede observar que en todas se hace venta a packing, excepto en la región de Los Lagos, donde los dos productores encuestados realizan ventas a intermediarios.

Tabla 18 *Vías de comercialización de los productores de Arándanos.*

Vías de exportación	Número de productores	%
Exportación directa	1	1.5
Venta a centro de acopio	4	6.2
Venta a Intermediario	11	16.9
Venta a Intermediario/Venta directa a ferias o negocios locales	1	1.5
Venta directa a ferias o negocios locales	3	4.6
Venta directa a ferias o negocios locales/Exportación	1	1.5
Venta directa a packing	40	61.5
Venta directa a packing/Venta a exportadora	2	3.1
Venta directa a packing/Venta directa a ferias o negocios locales	2	3.1
Total	65	100.0

g) Sistema de riego

El 100% de los productores encuestados, utiliza un sistema de riego por goteo.

h) Fuente de agua de riego

Tabla 19 *Fuente de agua de riego.*

Tipo fuente	Número de productores	%
Canal	35	53.9
Pozo	16	24.6
Pozo Profundo	14	21.5
Total	65	100.0

i) Aplicación de plaguicidas

Tabla 20 *Medidas de resumen de la variable Número de veces de aplicación de plaguicidas en temporada.*

Variable	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Nº de veces de aplicación de plaguicida en la temporada	61	11,16	9,32	0,00	54,00	10,00	5,00	15,00

Cabe destacar que un productor en la región de La Araucanía no aplicaba plaguicida ya que se describía como un huerto orgánico. Mientras que un productor en la región del Bío - Bío contestó NA y de dos productores de la región de la Araucanía no se obtuvo información.

j) Origen de agua usada al aplicar plaguicida

Tabla 21 Origen del agua utilizada al aplicar plaguicida.

Origen	Número de productores	%
Canal	12	18.5
Potable	13	20.0
Pozo	26	40.0
Pozo Profundo	14	21.5
Total	65	100.0

k) Análisis microbiológico (agua no potable)

Tabla 22 Realización de análisis microbiológico.

Análisis microbiológico agua	Conteo de productores (%)
No Aplica	9 (13,8)
No	1 (1,5)
Si	52 (80,0)
Sin información	3 (4,6)
Total	65 (100)

Aquel productor que indicó no hacer análisis microbiológico al agua pertenecía a la región de la Araucanía.

l) Implementación de medidas correctivas

Se les consultó a los productores si es que implementaban medidas correctivas en caso de que el análisis microbiológico del agua resultara positivo a indicadores de contaminación. Dentro de los productores que indicaron no implementar medidas correctivas, 1 corresponde a la región Metropolitana, 2 a la región de O'Higgins, 9 a la región del Bío Bío y 1 a la región de la Araucanía.

Tabla 23 Implementación de medidas correctivas.

Implementación medidas correctivas	Conteo de productores (%)
No Aplica	12 (18,5)
No	13 (20,0)
Si	25 (38,5)
Sin información	15 (23,1)
Total	65 (100)

Tabla 24 Medidas correctivas implementadas.

Tipos de medidas adoptadas	Número de productores (%)
NA	24 (36,9)
Reasignación de sector para cultivo	1 (1,5)
Sin información	17 (26,2)
Uso de agua potable	1 (1,5)
Uso de cloro	21 (32,3)
Uso de filtros	1 (1,5)
Total	65 (100)

m) Sistema o técnica de aplicación de plaguicida utilizada

La gran mayoría de los productores, indicaron la nebulización como la técnica de aplicación de plaguicida preferida.

Tabla 25 Técnica de aplicación de plaguicida

Técnica de aplicación de plaguicida	Número de productores (%)
Nebulizador	40 (61,5)
Nebulizador/Pulverizador Espalda	11 (16,9)
Pulverizador Espalda	10 (15,4)
Pulverizador Espalda/Pulverizador de tiro con tractor	1 (1,5)
Sin información	3 (4,6)
Total	65 (100)

n) Implementos utilizados por el personal durante la cosecha

A continuación, se describen los implementos utilizados por los trabajadores durante la cosecha. La encuesta abarcaba los ítems (i) guantes, (ii) delantal y (iii) mascarilla.

Tabla 26 *Uso de guantes.*

Utilización de guantes durante la cosecha	Número de productores (%)
No	56 (86,2)
Si	8 (12,3)
Sin información	1 (1,5)
Total	65 (100)

Un 86,2% de los productores indicaron que los trabajadores no utilizaban guantes durante la cosecha de *berries*. Los productores que indicaron que los trabajadores sí utilizaban guantes durante la cosecha, pertenecían 1 a la región de Coquimbo, 1 a la región del Bío - Bío, 2 a la región de O'Higgins y 4 a la región de la Araucanía.

Tabla 27 *Uso de delantal.*

Utilización de delantal durante la cosecha	Número de productores (%)
No	48 (73,8)
Si	16 (24,6)
Sin información	1 (1,5)
Total	65 (100)

Tabla 28 *Uso de mascarilla*

Utilización de mascarilla durante la cosecha	Número de productores (%)
No	56 (86,2)
Si	8 (12,3)
Sin información	1 (1,5)
Total	65 (100)

o) Presencia de lavamanos en el sitio de la cosecha

Un 95,4% de los productores indicaron descargar los residuos de baño para minimizar el riesgo hacia el medio ambiente. Los 3 productores que indicaron no hacerlo pertenecían a las regiones del Bío - Bío (2) y Araucanía (1).

Tabla 29 Descarga de residuos de baño para minimizar el riesgo al medio ambiente.

Descarga de residuos de baño para minimizar riesgo al medio ambiente	Número de productores (%)
No	3 (4,6)
Si	62 (95,4)
Total	65 (100)

p) Trabajadores con enfermedad gastrointestinal

Un 96,9% de los productores indicaron no haber tenido ausencia de trabajadores durante el periodo de cosecha debido a una enfermedad gastrointestinal, sin embargo, 2 productores mencionaron sí haber experimentado esta situación. Ambos productores pertenecían a la región del Bío Bío.

Tabla 30 Ausencia de trabajadores durante cosecha debido a enfermedad gastrointestinal.

Ausencia de trabajadores durante cosecha debido a enfermedad GI	Número de productores (%)
No	63 (96,9)
Si	2 (3,1)
Total	65 (100)

Además, indicaron que el tiempo de ausencia en días fue de 1 día en un caso, y 2,5 días para el segundo caso. Por otra parte, el número de trabajadores ausentes fue 1 en el primer caso, y 3 en el segundo.

Tabla 31 Número de trabajadores ausentes.

Variable	Productor 1	Productor 2
Tiempo de ausencia en días	1	2,5
Número de trabajadores ausentes	1	3

q) Capacitación

96,9% de los productores indicaron capacitar a sus trabajadores. El productor que indicó no hacerlo pertenecía a la región del Bío - Bío.

Tabla 32 Condición de capacitación de los trabajadores en cosecha en canto a manejo de alimentos (*berries*).

Trabajadores capacitados en manejo de <i>berries</i>	Número de productores (%)
No	1 (1,5)
Si	63 (96,9)
Sin información	1 (1,5)
Total	65 (100)

r) Manejo bandejas previo a la cosecha

Tabla 33 Manejo realizado a las bandejas o recipientes para depósito de fruta cosechada previo a la cosecha.

Manejo previo a la cosecha realizado a las bandejas utilizadas para cosecha	Número de productores (%)
Cosecha directa	3 (4,6)
Desinfectadas	35 (53,8)
Lavadas con agua potable	18 (27,7)
Lavadas con agua de pozo	6 (9,2)
Nada	3 (4,6)
Total	65 (100)

Tabla 34 Producto utilizado para la desinfección de las bandejas.

Producto utilizado para la desinfección	Número de productores (%)
Cloro	25 (38,5)
Dioxol 2010 (base dióxido de cloro)	1 (1,5)
Hipoclorito de Sodio (Cloro)	2 (3,1)
Hypofoam (desinfectante alcalino de alto contenido en cloro)	1 (1,5)
Jabón y Cloro	1 (1,5)
NA	29 (44,6)
Sin información	2 (3,1)
Tecsa Clor (dióxido de cloro)	1 (1,5)
Tecsa Food (alcohol)	2 (3,1)
Topax 66 (Ecolab) (detergente alcalino clorado)	1 (1,5)
Total	65 (100)

2. Encuesta a *Packing*

El detalle de los resultados obtenidos de la caracterización del procesamiento de *berries*, a nivel de *packing*, es el siguiente:

a) *Región*

Tabla 35 *Número de packing encuestados por región.*

Regiones	Número de packing encuestados por región (%)
Araucanía	2 (14,3)
Bío Bío	3 (21,4)
Coquimbo	3 (21,4)
Los Lagos	2 (14,3)
Metropolitana	2 (14,3)
O'Higgins	2 (14,3)
Total	14 (100)

b) *Existencia de lavamanos*

En la totalidad (100%) de los *packing*, existía un lavamanos al interior de la planta.

c) *Frecuencia de lavado de manos*

Se pudo observar ambigüedad en la respuesta respecto al lavado de manos, lo cual dificultó el análisis de dicha pregunta.

Tabla 36 *Frecuencia de lavado de manos.*

Frecuencia de lavado de manos	Conteo de frecuencia lavado de manos
Al ingresar a planta	3
Cada vez que se ingresa al área de proceso	1
Cada vez que se sale del área de trabajo	1
Cada vez que se va al baño	1
Dos veces al día	1
Igual o más de una vez al día	2
Más de una vez al día	3
Sin información	2
Total	14

d) *Producto usado para lavado de manos*

Tabla 37 *Producto utilizado para el lavado de manos.*

Producto	Conteo de producto usado para lavado de manos
Agua clorada	1
Alcohol gel	1
Jabón	4
Jabón con Clorhexidina gluconato 4%	1
Jabón con triclosán	3
Jabón con triclosán 0,5%	1
Jabón Tricap 5000	1
Jabón/Alcohol gel	1
Sin información	1
Total	14

e) *Origen de agua para lavado de manos*

Tabla 38 *Origen del agua utilizada para el lavado de manos.*

Origen del agua para lavado de manos	Conteo de origen de agua para lavado de manos (%)
Potable	8 (57,1)
Pozo profundo	6 (42,9)
Total	14 (100)

f) *Producto usado para el secado de manos*

Al analizar las respuestas dicha frente pregunta, se pudo observar que el 100% de los encuestados, utilizaban un sistema de secado de manos que no podría ser reutilizado por otra persona posterior a su uso.

Tabla 39 *Producto utilizado para el secado de manos*

Producto usado para el secado de manos	Conteo de Producto usado para secado de manos (%)
Secador Eléctrico	2 (14,3)
Toalla de papel	9 (64,3)
Toalla de papel/Secador Eléctrico	3 (21,4)
Total	14 (100)

g) Servicios sanitarios suficientes para número de trabajadores

La totalidad de los packing contestaron que sí contaban con servicios sanitarios suficientes para el número de trabajadores.

Tabla 40 *Descarga de residuos de baño para minimizar riesgo en medio ambiente.*

Descarga de residuo de baño	Conteo de packing que realizan descarga de residuo de baño (%)
Si	13 (92,9)
No	1 (7,1)
Total	14 (100)

El único packing que mencionó no realizar dicha práctica, fue el packing ubicado en la comuna de Pudahuel en la región Metropolitana.

h) Turnos trabajados por día

Tabla 41 *Turnos trabajados por día*

Variable	N	Media	D.E	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Turnos trabajados por día	12	1,83	0,58	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00

Dos packing no entregaron dicha información los cuales se encontraban ubicados en la región de Coquimbo (Vicuña) y Metropolitana (María Pinto).

i) *Duración de los turnos trabajados (horas)*

Tabla 42 *Duración en horas de los turnos de los trabajadores.*

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
Duración turnos trabajados (horas)	11	8,64	0,98	7,50	10,00	9,00	7,50	9,50

j) *Realización de alguna actividad de sanitización*

El 100% de los packing mencionaron sí realizar algún tipo de sanitización.

k) *Frecuencia de sanitización aplicada en el packing*

Tabla 43 *Frecuencia de sanitización*

Frecuencia de sanitización	Conteo de frecuencia de procedimientos de sanitización
Al finalizar el proceso	1
Al iniciar el turno y luego de cada proceso	1
Diariamente	3
Diariamente y cada 15 días por protocolo	1
Diario y mensualmente según protocolo	1
Diario y semanal	1
Diario, semanal y mensualmente según protocolo	1
Dos veces al día	1
Dos veces por turno	1
Semanalmente	1
Sin información	1
Una vez al día	1
Total	14

l) *Tipo de detergente utilizado durante el lavado*

Tabla 44 *Tipo de detergente utilizado durante el lavado.*

Tipo de detergente	Conteo de tipo de detergente (Lavado)
Clorado	1
Espuma Clorada	1
Orange top	1
Sanit	1
Tecsa Clor	2
Tecsa D Clor 500	1
Tecsa Food A (alcohol)	1
Topax (detergente alcalino clorado)	2
Triclosán	1
Sin información	3
Total	14

m) *Producto utilizado para desinfección*

Tabla 45 *Producto utilizado para desinfección.*

Tipo producto	Nombre del producto (Desinfección)
Biofruit F15	1
Bioxiclo	1
Cleanfood - Bioxol	1
Cloro	1
Espuma Clorada	1
Hypofoam	1
Lavaloz industrial	1
Sanicitrex	1
Sin Información	1
Tecsa Clor	3
Topax	1
Vortexx	1
Total	14

n) *Utensilios lavados diariamente*

Tabla 46 *Utensilios del packing que son lavados diariamente.*

Tipo utensilio	Utensilios lavados diariamente
Aspersores/Baldes/Escobas/Paños/Rociadores	1
Balanzas/Instrumentos/Líneas de selección/Paredes/Pisos	1
Elevador/Mesa de selección/Rodillos	1
Embaladora/Mesones/Seleccionadora	1
Escurreidores/Escobillas	1
Líneas de proceso	2
Líneas de proceso/Bandejas	1
Líneas de proceso/Instrumentos	1
Líneas de proceso/Rejillas	1
Maquinas	1
Mesones	1
Superficies de contacto	1
Superficies de contacto/Implementos aseo	1
Total	14

o) *Origen agua para limpieza de utensilios*

Tabla 47 *Origen del agua utilizada para la limpieza de los utensilios utilizados en packing.*

Origen	Origen de agua para limpieza de utensilios
Potable	7
Pozo Profundo	3
Pozo	4
Total	14

p) *Separación de utensilios entre materia prima y producto final*

La totalidad de los encuestados (100%) mencionaron sí realizar separación de utensilios entre materia prima y producto final.

q) *Control o registros de limpieza*

Tabla 48 *Realiza control o registros de limpieza.*

Realiza	Control o registros de limpieza
Si	13
No	1
Total	14

Solo 1 packing mencionó no llevar control o registro de limpieza. Este se encontraba ubicado en la región de Coquimbo (Illapel).

r) *Implementos utilizados por el personal en el packing*

A continuación, se describen los implementos utilizados por los trabajadores durante sus labores de packing. La encuesta abarcaba los ítems (i) guantes, (ii) delantal, (iii) mascarilla, (iv) cofia, (v) pechera de pvc y (vi) otros.

Tabla 49 *Uso de guantes.*

Uso de guantes	Conteo uso de guantes (%)
Si	11 (78,6)
No	3 (21,4)
Total	14

Tabla 50 *Uso de mascarilla.*

Uso de mascarilla	Conteo uso de mascarilla (%)
Si	12 (85,7)
No	2 (14,3)
Total	14

Tabla 51 *Uso de delantal.*

Uso de delantal	Conteo uso de delantal (%)
Si	13 (92,9)
No	1 (7,1)
Total	14

s) *Uso de gorro/cofia*

La totalidad de los encuestados mencionaron que los trabajadores sí hacían uso de cofia

Tabla 52 *Uso de pechera de PVC.*

Uso de pechera	Conteo uso de pechera (%)
Si	4 (28,5)
No	10 (71,4)
Total	14

Tabla 53 *Uso de otro tipo de protección y/o higiene que ocupan los trabajadores.*

Tipo protección	Tipo de protección y/o higiene que ocupan trabajadores: Otro
Botas de goma	1
Calzado de seguridad	1
Calzado de seguridad utilizados por Paletizadora	1
Fonos protectores, calzado de seguridad	1
Traje térmico	2
No	8
Total	14

t) *Frecuencia cambio de implementos (horas)*

A continuación, se describen la frecuencia en el cambio de los implementos utilizados por el personal.

Tabla 54 *Frecuencia de cambio de guantes.*

Frecuencia cambio de guantes	Conteo de Frecuencia de cambio de implementos (horas): Guantes
4 horas	1
48 horas	1
Igual o más de una vez al día	5
Más de una vez al día	1
Semanalmente	2
Sin información	1
NA	3
Total	14

Tabla 55 Frecuencia cambio de delantal.

Frecuencia de cambio de delantal	Conteo de Cada cuánto tiempo (horas) se cambian los implementos: Delantal
8 horas	2
9 horas	1
9.5 horas	1
24 horas	4
48 horas	1
Igual o más de una vez al día	1
Mensualmente	1
NA	2
Sin información	1
Total	14

Tabla 56 Frecuencia cambio de Mascarilla.

Frecuencia cambio de mascarillas	Conteo de Cada cuánto tiempo (horas) se cambian los implementos: Mascarilla
0	1
3 horas	1
24 horas	7
Igual o más de una vez al día	3
NA	1
Una vez a la semana	1
Total	14

Tabla 57 Frecuencia cambio de Cofia.

Frecuencia cambio de gorro	Conteo de Cada cuánto tiempo (horas) se cambian los implementos: Gorro/Cofia
0	1
8 horas	1
9.5 horas	1
24 horas	9
Igual o más de una vez al día	2
Total	14

Tabla 58 Frecuencia cambio de implementos (horas): Pecheras de PVC.

Frecuencia cambio pecheras PVC	Conteo de Cada cuánto tiempo (horas) se cambian los implementos: Pechera PVC
9 horas	1
9.5 horas	1
Mensualmente	1
NA	9
Sin información	2
Total	14

Tabla 59 Frecuencia cambio de Otro.

Frecuencia	Conteo de Cada cuánto tiempo (horas) se cambian los implementos: Otro
9 horas	1
Igual o más de una vez al día	1
NA	11
Sin información	1
Total	14

u) Ausencia de trabajadores debido a enfermedad gastrointestinal en la presente temporada

La totalidad de los encuestados comentó que no han tenido dichas ausencias en la presente temporada.

v) *Realización de muestreo a las manos de los trabajadores para análisis de coliformes y otros patógenos*

Tabla 60 *Realización de muestreo de manos.*

Realiza	Conteo de Muestreo manos de trabajadores para análisis de coliformes y otros patógenos (%)
Si	10 (71,4)
No	3 (21,4)
Sin Información	1 (7,2)
Total	14

Tabla 61 *Descripción del procedimiento de muestreo.*

Variables	Conteo de Descripción procedimiento de muestreo
Cinco manipuladores seleccionados al azar cada 15 días	1
Dos personas seleccionadas al azar, muestro realizado por persona externa	1
Selección aleatoria de manipuladores de alimento	1
Selección de 5 manipuladores de alimento al azar	1
Selección de grupo de personas al azar	1
Selección de grupo de personas al azar mensualmente	1
Selección de personas al azar, torulado luminómetro	1
Selección de personas de distintas secciones al azar por un lab. externo	1
Selección de personas que tengan contacto con alimentos	2
NA	4
Total	14

w) *Procedimientos en fruta*

Sólo en 2 packing encuestados, indicaron que realizaban algún procedimiento en las frutas (lavado o cepillado). Las frutas que pasaban por esos procesos era melones y un lugar donde se empaquetaban arándanos congelados.

Tabla 62 *Realización de lavado de frutas.*

Lavado	Realización de lavado
Si	2
No	11
Sin información	1
Total	14

Tabla 63 *Tipo de fruta que es lavada.*

Fruta que es lavada	Fruta lavada
Arándano para congelado	1
Frutilla/Mora/Kiwi/Melón/Uva	1
NA	11
Sin Información	1
Total	14

Tabla 64 *Producto utilizado en el lavado de frutas.*

Producto utilizado para el lavado	Producto utilizado para lavado
Dióxido de cloro	1
Hipoclorito de sodio	1
NA	11
Sin Información	1
Total	14

Tabla 65 *Origen del agua utilizada en el lavado de frutas.*

Fuente de agua para lavado de fruta	Fuente de agua para lavado
Pozo Profundo	2
NA	11
Sin Información	1
Total	14

Tabla 66 *Realización de secado de frutas.*

Realiza	Secado
Si	1
No	10
Sin información	3
Total	14

El encuestado que contestó si realizar secado de frutas, fue el packing donde se empacaban arándanos congelados.

Tabla 67 *Tipo de fruta que es cepillada.*

Tipo	Fruta cepillada
Frutilla/Melón	1
NA	10
Sin información	3
Total	14

-0-