



Instituto Interdisciplinario para la Innovación

Magíster en Gestión Tecnológica

**Identificación de oportunidades para el Centro de
Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca**

Proyecto para optar al grado de Magíster en Gestión Tecnológica

Alumna: Claudia Rojas Espinoza

Prof. Guía: Ernesto Labra Lillo

Prof. Informante: Claudia Carrasco Gutiérrez

Talca – Chile

2021

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

ÍNDICE 1: CAPÍTULOS

	Página	
1	Introducción	1
2	Objetivo	5
2.1	Objetivo General	5
2.2	Objetivos Específicos	5
3	Revisión Bibliográfica	6
3.1	Situación actual en Chile	13
3.2	Avances en análisis y métodos	15
4	Marco metodológico	17
4.1	Entrevista a empresas del sector alimentario (clientes)	17
4.2	Entrevistas a proveedores de insumos y equipos	19
4.3	Información secundaria complementaria	20
5	Resultados y análisis	21
5.1	Resultados entrevistas a clientes	21
5.2	Resultados entrevistas a proveedores	29
5.3	Nuevas normativas y exigencias internacionales para sector agroindustrial	32
5.4	Alertas sanitarias de años 2017-2019: peligros biológicos (rial)	37
5.5	Tendencias	42
6	Conclusiones y recomendaciones	44
7	Fuentes de información bibliográfica	47

ÍNDICE 2: TABLAS Y FIGURAS

		Página
TABLA 1.	Valor de las exportaciones silvoagropecuarias nacionales.	7
TABLA 2.	Principales destinos de las exportaciones silvoagropecuarias de Chile.	9
TABLA 3	Principales rubros silvoagropecuarios exportados por región	11
TABLA 4	Total de alertas alimentarias entre los años 2017-2019.	38
TABLA 5	Alertas de productos chilenos en el extranjero entre años 2017-2019.	39
TABLA 6	Países que notificaron alertas a productos chilenos entre 2017 y 2019.	40
FIGURA 1	Exportaciones silvoagropecuarias regionales 2019.	8
FIGURA 2	Causa de elección Centro Inocuidad Alimentos Universidad de Talca.	22
FIGURA 3	Principales razones por las cuales las empresas de alimentos no realizan los análisis microbiológicos en Centro de Inocuidad.	23
FIGURA 4	Principales análisis recomendados a implementar.	27
FIGURA 5	Número de empresas proveedoras de tecnologías analíticas moleculares para detección de microorganismos.	31

Este trabajo busca identificar nuevos desafíos y oportunidades para poner en marcha un plan de actualización que permita al Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca, continuar apoyando al sector agroalimentario regional.

Para llevar adelante el estudio, se emplearon técnicas de análisis estratégico, realizando entrevistas a empresas del sector alimentario y proveedores de insumos y equipos, lo cual fue complementado con el análisis de normativas, revisión de exigencias internacionales de los principales destinos de exportación del sector agroindustrial y análisis de las alertas sanitarias emitidas de productos alimenticios chilenos.

Los resultados indican que el Centro de Inocuidad de Alimentos es principalmente atractivo para sus clientes por su cercanía y calidad de servicio, lo que facilita la realización de los análisis microbiológicos requeridos para la exportación. Sin embargo, no es considerado como vanguardista u orientador respecto a inocuidad.

En cuanto a las oportunidades y desafíos, hay coincidencia en cuanto a la evolución de la analítica microbiológica hacia análisis de PCR en tiempo real. Esto está relacionado con las nuevas exigencias internacionales que comienzan a exigir técnicas genómicas para identificación de patógenos. De lo anterior se deriva que el Centro debe actualizar sus metodologías, no solo para estar a la vanguardia, sino más bien para cumplir los estándares internacionales.

SUMMARY

This study seeks to identify new challenges and opportunities in order to carry out a plan of technological update at Food Safety Center of Talca University to keep supporting the food industry sector.

To carry out this work, strategic analysis techniques were used, applying interviews in companies related to the food sector and suppliers of equipment. In addition, an in deep analysis of rules, norms, international requirements of markets and foodsafety alerts issued for Chilean food products was conducted.

The results indicate that the Food Safty Center is mainly attractive to its customers due to its personalized and close attention, along with its quality services. These attributes determine the preference of laboratory to microbiological exams by exporters. However, this Center is not considered as a guiding or a forefront entity regarding food safety.

In terms of opportunities and challenges, there is agreement regarding the evolution of microbiological analytics towards real-time PCR analysis. This is related to the new international requirements that are beginning to demand genomic techniques for the identification of pathogens. With this in mind, the Center must update its methodologies, not only to be at the forefront, but rather than to fulfill the international standards.

1. INTRODUCCIÓN

Chile ha definido dentro de su estrategia de desarrollo del sector agrícola, la meta de transformarse en una Potencia agroalimentaria. Hoy la agricultura genera aproximadamente tres millones de empleos y exporta 16 mil millones de dólares, lo que sitúa en la segunda posición en cuando a exportaciones, por detrás de la industria del cobre.

En particular, los alimentos constituyen cerca del 25% del valor de las exportaciones de Chile, el 31% del total de empresas pertenece a esta industria, las cuales generan el 23% del empleo del país. Su contribución al PIB es del orden del 10 al 12% (Leporati, 2016). El año 2019 los envíos silvoagropecuarios y pesqueros totalizaron US\$6.559 millones, alcanzando un máximo histórico (SUBREI, 2020).

Dentro del sector agroalimentario nacional, uno de los subsectores de mayor importancia es el hortofrutícola, el cual exportó 140.858.400 kilos de fruta congelada en 2015, siendo la región del Maule la más relevante con el 49,1% del total nacional, con envíos de 69.167.248 kilos. En cuanto a fruta fresca en el mismo año, el país exportó 2.367.602.600 kilos, con un aporte de la región del Maule de 437.627.163 kilos, correspondiente al 18,5% del total.

En el ámbito de los alimentos, Chile es reconocido no solo por los éxitos productivos, empresariales y comerciales, sino también por haber tenido la capacidad de generar políticas públicas de largo plazo que han permitido, por ejemplo, que su población tenga acceso a

alimentos seguros y de calidad, lo que ha permitido la erradicación de la subnutrición y el hambre, así como el control de las enfermedades de transmisión alimentarias - ETA's (Leporati, 2016).

Para alcanzar la meta de ser “una potencia agroalimentaria”, se ha impulsado una política de libre comercio con las principales economías del mundo (29 acuerdos con 65 países que representan el 67% de la población mundial y el 88% del PIB global) y se han establecido acuerdos respecto a las barreras fito y zoonitarias para facilitar el acceso de los productos chilenos a dichos mercados. Ello ha permitido, en parte, que las exportaciones del sector silvoagropecuario alcanzaran los US\$16.712 millones en 2019, un 24% de las ventas al exterior, destacando el aumento de los envíos a China, el mayor socio comercial de Chile. Así también, este crecimiento ha impactado el empleo, generando cerca de 750 mil puestos de trabajo, lo que representa cerca del 10% de la fuerza laboral del país (ACHIPIA, 2020).

Para lograr este objetivo, se deben seguir impulsando acciones para sostener condiciones idóneas que permitan la continuidad de la competitividad y el éxito. De esta manera, Chile seguirá siendo uno de los países latinoamericano mejor rankeado en el Global Food Security Index (The Economist, 2020).

Además de las redes comerciales, la inocuidad constituye uno de los principales factores que determinan y facilitan el acceso a los mercados, y es a la vez, uno de los atributos clave de la calidad de los productos agroalimentarios. De acuerdo a lo establecido por el Codex Alimentarius, la inocuidad es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine (OPS, 2020). En la actualidad, la inocuidad es una preocupación creciente para los consumidores,

una exigencia de entrada para los mercados de destino de los productos agrícolas y una prioridad para organismos internacionales como la OMS/OPS y FAO.

Con el fin de ofrecer soporte a la industria en el ámbito de la inocuidad, en el año 2014 se crea el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca, con aportes del Gobierno Regional del Maule (Fondo de Innovación para la Competitividad). Este Centro se vincula al medio empresarial y agricultores (pequeños, medianos y grandes), con el fin de apoyar al desarrollo competitivo de la agroindustria regional, procurando responder a las demandas actuales y futuras.

A nivel operacional, las principales actividades del Centro están relacionadas con las evaluaciones microbiológicas tendientes a garantizar la inocuidad de la producción nacional de alimentos.

El Centro de inocuidad de alimentos presenta su área de análisis acreditado NCh-ISO 17025. Of 2017, por el Instituto Nacional de Normalización (INN), permitiendo garantizar la calidad de sus procedimientos. Los servicios de análisis microbiológicos se realizan principalmente a fruta fresca, fruta congelada y carne, además de los análisis de manipuladores y ambientes que permiten verificar la correcta operación de los sistemas de calidad implementados por las empresas.

Este Centro es único en el país en cuanto a su especialización, y ha logrado una fuerte articulación Universidad – Empresa que beneficia a todos los actores del sector agroindustrial. A pesar de ello, El Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca ha mostrado una baja capacidad para adelantarse a las exigencias del mercado, es decir, no poner a disposición de las empresas exportadoras servicios de análisis microbiológicos de patógenos emergentes y/o los últimos avances en tecnologías para realizar dichos análisis, conforme a las

tendencias de consumo y desafíos de la industria. A esto se suma el tiempo que se requiere para lograr la acreditación de cualquier nuevo servicio de analítica, el cual tarda normalmente un año.

Es por esto que es de suma importancia identificar nuevas oportunidades y desafíos para el Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca, con el fin de poner a disposición del sector agroalimentario exportador nuevas capacidades analíticas que contribuyan a garantizar la inocuidad microbiológica de los alimentos en el mercado nacional e internacional.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Identificar nuevos desafíos y oportunidades para el Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca, con el fin de fortalecer el sector agroalimentario regional.

2.2 Objetivos Específicos

Estos se centran en:

- a) Detectar requerimientos y tendencias para servicios analíticos de Inocuidad microbiológica alimentarias.

- b) Identificar nuevas tecnológicas para el análisis de patógenos alimentarios.

- c) Generar recomendaciones para desarrollar un modelo que permita identificar oportunidades al Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca en el área de diagnósticos e inocuidad de los alimentos.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según el Anuario de las exportaciones chilenas de 2018, elaborado por DIRECON y PROCHILE, los envíos al extranjero de productos agropecuarios sumaron ese año MM\$8.674, representando el 25% de las exportaciones no cobre del país. Los envíos tuvieron un ligero descenso con respecto al año 2016, lo cual obedece a un adelanto de la temporada de las principales frutas de exportación, donde el grueso de los envíos de arándanos y cerezas, que se esperaba exportar en los meses de enero y febrero de 2017 se embarcaron en diciembre de 2016, debido a fenómenos climáticos que incidieron en la maduración temprana (DIRECON, 2018).

Un total de 154 mercados recibieron los embarques chilenos de productos agroalimentarios en 2017, entre ellos destacaron Estados Unidos, país al que arribó el 24% de los envíos, China (12%) y Holanda (6%), lo que muestra la gran diversidad de mercados a donde acceden estos productos (DIRECON, 2018).

En los últimos quince años, los envíos agropecuarios al extranjero experimentaron un alza del 7% promedio anual, prácticamente triplicando su valor, pasando de operaciones por US\$ 3.228 millones en 2003 a US\$ 8.674 millones en 2017. Este dinamismo ha estado impulsado por el aumento sólido y sostenido en los embarques de frutas frescas, productos agroindustriales procesados, carnes, frutos secos, semillas, lácteos, aceites vegetales, plantas y flores, entre otros (DIRECON, 2018).

En el siguiente cuadro (Tabla 1) se observa el valor de las exportaciones silvoagropecuarias nacionales entre los años 2017 a 2019, notándose un claro predominio de las exportaciones agrícolas.

Tabla 1. VALOR DE LAS EXPORTACIONES SILVOAGROPECUARIAS NACIONALES (Miles de dólares FOB)

Sector	2017	2018	2019	Variación	Participación
	ene-dic	ene-dic		2019-2018	2019
Total	15.381.835	17.897.719	16.712.896	-6,6 %	
Agrícola	9.238.481	10.209.380	10.190.231	-0,2 %	61 %
Pecuario	1.182.554	1.380.778	1.458.841	5,7 %	8,7 %
Forestal	4.960.800	6.307.561	5.063.823	- 19,7%	30.3%

Fuente: Elaborado por ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.

En lo referente al valor de las exportaciones silvoagropecuarias regionales de 2019, se visualiza que cuatro regiones lideran, sumando el 74% del total de exportaciones agropecuarias del país. Según datos de PROCHILE, el año 2019 habían en el país 2.009 empresas exportadoras de alimentos (PROCHILE, 2020).

La región del Maule, según el Boletín de exportaciones silvoagropecuarias de 2019, se posiciona en el tercer lugar a nivel nacional, con un 14,1% del total de las exportaciones, precedida por la región del Biobío con un 21,6% y por región del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins con un 24,6% (Yáñez, 2020).

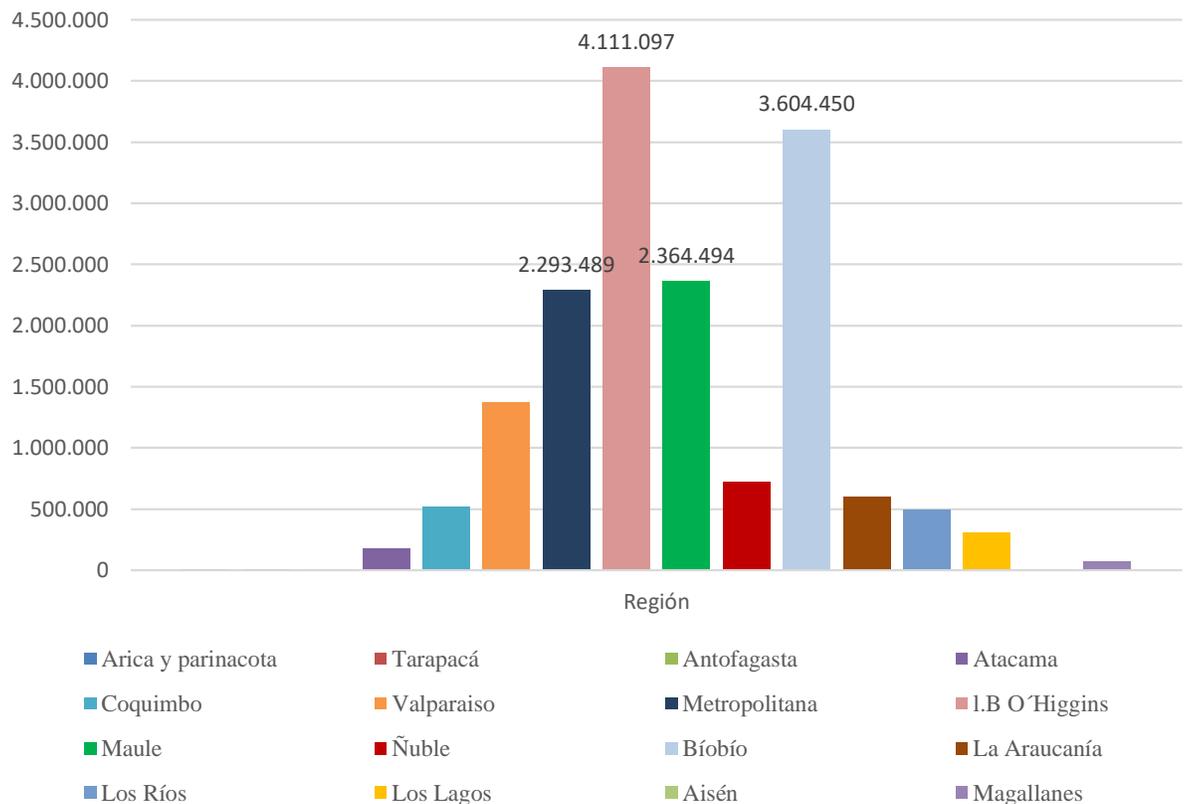


Figura 1. EXPORTACIONES SILVOAGROPECUARIAS REGIONALES 2019. Valores expresados en MUS\$. Fuente: (Yáñez 2020).

Según el Boletín regional de exportaciones silvoagropecuarias (Tabla 2), de los 170 destinos de las exportaciones agroalimentarias nacionales, destacan Estados Unidos (25% de los envíos), Japón (10%), China (10%) y Brasil (6%), con MUS\$8.772.683, lo cual corresponde al 52,5% del total de las exportaciones silvoagropecuarias el año 2019 (Yáñez, 2020).

Tabla 2. PRINCIPALES DESTINOS DE LAS EXPORTACIONES SILVOAGROPECUARIAS DE CHILE (Miles de dólares FOB).

País	2017	ene-dic		Participación
		2018	2019	2019
China	3.043.381	4.414.055	4.585.675	27,4%
E.E.U.U	3.285.678	3.509.034	3.271.812	19,6%
Japón	920.113	1.006.157	915.196	5,5%
Holanda	885.741	942.475	793.009	4,7%
Corea del Sur	690.999	760.737	662.963	4,0%
México	538.585	576.355	557.303	3,3%
Reino Unido	499.043	563.828	534.489	3,2%
Brasil	436.980	435.242	403.507	2,4%
Alemania	336.131	415.085	370.281	2,2%
Perú	358.086	397.605	356.857	2,1%
Canadá	317.070	334.495	327.259	2,0%
Italia	338.215	369.163	313.006	1,9%
Colombia	279.146	319.888	304.682	1,8%
Taiwán	310.629	348.378	269.327	1,6%
Rusia	234.564	310.968	248.858	1,5%
Otros Países	2.907.475	3.194.253	2.798.629	16,7%
Total	15.381.835	17.897.719	16.712.895	100%

Fuente: Elaborado por ODEPA (Yáñez, 2020).

En 2017, las exportaciones chilenas de alimentos sumaron US\$15.751 millones, experimentando un alza del 3% en relación al año precedente, emergiendo como uno de los rubros de mayor peso en la canasta exportadora nacional, al representar el 46% de los embarques no cobre. En cuanto a la composición de las exportaciones, un 51% correspondió a alimentos agropecuarios, seguido de un 36% alimentos del mar y un 13% productos del rubro vitivinícola (Yáñez, 2020).

A nivel de la Región del Maule, el Catastro Frutícola 2019 indica que la producción total fue de 1.013.227 toneladas. Un 16,53% de dicho volumen fue destinado a la agroindustria, un 12,86% al mercado interno y un 70,54 % fue exportado. Este mismo informe indica que el número de empresas totales en la región al año 2019 era de 202, de las cuales 124 son de tamaño pequeño, caracterizadas por una capacidad de embalaje de 0-500 kilos/temporada (Larrañaga, 2019).

Del análisis del Boletín regional de exportaciones silvoagropecuarias de 2020, es posible dilucidar que el caso de la región del Maule no difiere de la realidad nacional en cuanto a destino de los embarques. El año 2019, los principales mercados fueron a China con un 29%, a Estados Unidos con un 16% y a Japón con un 5%.

Respecto de los productos agroalimentarios exportados desde la Región del Maule (Tabla 3), se observa que el 51,5 % corresponde a fruta fresca y procesada. Del total de las exportaciones, el 81,1% son bienes agroalimentarios, 14,8% forestales y 4,1% pecuarios (Yáñez, 2020).

Tabla 3. PRINCIPALES RUBROS SILVOAGROPECUARIOS EXPORTADOS POR REGIÓN (Miles de dólares FOB)*

Región	Rubros	2017	Ene-Dic		Región /	Participación
			2018	2019	País	
Maule	Fruta fresca	635.241	950.743	898.661	15,3%	38,0%
	Vinos y alcoholes	589.958	570.679	535.510	27,5%	22,6%
	Frutas procesadas	312.564	351.860	318.178	25,6%	13,5%
	Celulosa	261.346	373.822	285.337	10,5%	12,1%
	Hortalizas procesadas	70.900	72.151	103.377	40,6%	4,4%
	Maderas elaboradas	40.696	51.407	72.901	12,5%	3,1%
	Carne porcina	42.792	50.663	38.143	3,5%	1,6%
	Maderas aserradas	22.911	30.419	37.977	10,7%	1,6%
	Otros	59.518	62.026	74.390		3,1%
	Total regional		2.035.924	2.513.770	2.364.494	

**Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV).*

Fuente: Elaborado por ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas (Yáñez, 2020).

Para poder exportar alimentos frescos o procesados, las empresas deben cumplir ciertas exigencias definidas por el comprador y/o el país de destino, cuyo fin es asegurar la calidad

del producto. Parte importante de dichos requisitos está directamente relacionado a la inocuidad microbiológica.

Para garantizar el cumplimiento de los estándares definidos por el país o empresa de destino, los productos exportados son sometidos a análisis que permitan asegurar la inocuidad. En la región del Maule se cuenta con 5 laboratorios que realizan estas evaluaciones, de los cuales solo 2 se encuentran acreditados bajo la norma NCh-ISO 17025. Of2017 por el Instituto Nacional de Normalización (INN) (SILA, 2021).

Uno de ellos es el laboratorio del Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca, considerado un actor relevante en el sistema Alimentario regional y nacional, cuyo fin es apoyar el desarrollo competitivo de la agroindustria regional, procurando responder a las demandas actuales. La actividad del Centro está estrechamente vinculada al medio empresarial y productores de materias primas (agricultores pequeños, medianos y grandes) y productos procesados.

Una de las actividades del Centro es prestar servicios de análisis microbiológicos a nivel de laboratorio, tendientes a garantizar la inocuidad de los alimentos testeados, lo cual se ha transformado en una preocupación creciente de los consumidores, una exigencia de entrada a los mercados de destino y una prioridad para los organismos internacionales como la OMS/OPS y FAO.

Los análisis del Centro de Inocuidad Alimentaria son principalmente de fruta fresca, fruta congelada y carne. A ello se suman los análisis de manipuladores y ambientes, los cuales permiten verificar la eficacia de los sistemas de inocuidad implementados por las empresas exportadoras.

3.1 SITUACIÓN ACTUAL EN CHILE

Al momento de hacer una evaluación de las capacidades analíticas microbiológicas de alimentos con que cuenta nuestro país, toma un rol importante el Sistema Integrado de Laboratorios de Alimentos, también conocido como SILA por sus siglas, el cual corresponde a un repositorio de información de las capacidades analíticas de laboratorios públicos, privados, universitarios y de control interno, que realizan análisis a alimentos y agua.

Este registro de carácter público y de libre acceso, llevado por SILA, proporciona información actualizada y estandarizada sobre este tipo de laboratorios, contribuyendo así a la gestión de riesgos alimentarios, a través de la capacitación sobre normas y metodologías analíticas (SILA, 2021).

Según consta en el SILA, existen un total de 97 laboratorios de evaluación microbiológica de alimentos y agua en nuestro país. En este total se contabilizan diferentes tipos de laboratorio: 8 de control interno; 25 públicos; 49 con servicios a terceros y; 15 universitarios. De estos 97 laboratorios, 70 de ellos están acreditados por el Instituto Nacional de Normalización (INN).

La mayoría de este tipo de laboratorios se encuentra en la región Metropolitana, lo que es una clara manifestación de la centralización que existe en el área de la microbiología. En la región del Maule solo existen tres laboratorios de microbiología acreditados, siendo uno de carácter universitario, uno de control interno y uno de servicio a terceros.

Los laboratorios de microbiología de alimentos y agua de nuestro país, se caracterizan en general, porque aplican técnicas microbiológicas tradicionales, lo que implica un análisis ralentizado, lo que genera demoras en la entrega de resultados al cliente. Esto queda constatado, según los registros de SILA, porque solo 9 laboratorios en el país tienen acreditaciones relacionadas con técnicas moleculares de última generación, las que son más veloces que las tradicionales. Aún más, solo dos tienen acreditadas técnicas para determinación de virus en alimentos lo que indicaría el retraso tecnológico de estos prestadores de servicio.

El panorama en el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca no se encuentra distante de la realidad nacional, ya que las técnicas acreditadas son tradicionales y con altos requerimientos de tiempo para generar los resultados. Los certificados de acreditación emitidos por el INN (NCh-ISO 17025.Of2017) con que cuenta el laboratorio de este Centro, son:

- LE 1157 en el área microbiología para alimentos de consumo Humano.
- LE 1158 en el área de microbiología para aguas y agua residuales (RILES y aguas servidas).
- LE 1159 en el área de microbiología para utensilios, superficies, Ambientes y manipuladores.

En esta acreditación, son 26 técnicas microbiológicas las que se encuentran certificadas bajo la norma NCh-ISO 17025.Of2017. Sin embargo, la gran mayoría de ellas (92%) corresponden a microbiología tradicional y solo un 8% son de metodologías más automatizadas.

3.2 AVANCES EN ANÁLISIS Y MÉTODOS

Internacionalmente, en los países con alta actividad exportadora, tales como Estados Unidos, China y los pertenecientes a la Unión Europea, los Centros especializados en el área de microbiología se basan en técnicas tradicionales, tal como el Centro de Inocuidad de Alimentos y como gran parte de los laboratorios de nuestro país.

Complementariamente, se han ido introduciendo unidades analíticas con tecnología más avanzada, lo que les permite ofrecer, además de los análisis tradicionales, evaluaciones moleculares de última generación, específicamente PCR en tiempo real:

- Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real para la detección de patógenos: Esta técnica se caracteriza por ser idónea para detectar el ADN o ARN del patógeno a estudiar. Si este se identifica, se amplifica y cuantifica simultáneamente de forma absoluta. Se encuentra con sondas de hidrolisis fluorescente. Si está presente, aumenta la fluorescencia y esta es detectada por la unidad óptica del instrumento de PCR en tiempo real.

- Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real para la detección de virus, por ejemplo, norovirus y hepatitis A.

- Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real para la detección de alérgenos.

Los avances en análisis y métodos se basan principalmente en el estudio de la Metagenómica que permite identificar, en su totalidad, cualquier microorganismo presente en una muestra ambiental. Permite obtener una gran cantidad de datos a partir de una sola muestra.

4. MARCO METODOLÓGICO

Para llevar adelante este estudio, se emplean técnicas de análisis estratégico basadas en las propuestas de Porter (1990, 2007), Pavitt (1994) y Etzkowitz & Leydesdorff (1995) quienes presentan los determinantes que explicarían la innovación en las empresas y sectores industriales. Este trabajo se centra en la identificación de oportunidades y desafíos tomando como base los flujos y elementos que promueven la innovación, en lo denominado por Pavitt (1994) y Von Tunzelmann & Acha (2005) como sector de “Proveedores especializados en equipos”.

Siguiendo las orientaciones derivadas de los trabajos de estos autores, esta investigación se llevó con información primaria obtenida a través de entrevistas realizadas a dos tipos de agentes: clientes y proveedores. A ello se suman los antecedentes recolectados desde fuentes secundarias que permiten entender el entorno de la industria y los desafíos generales.

4.1 ENTREVISTA A AGENTES DE EMPRESAS DEL SECTOR ALIMENTARIO (CLIENTES)

Con el objetivo de conocer las necesidades respecto a la inocuidad alimentaria, y el necesario vínculo Universidad – empresa como forma de flujo de información y conocimiento, se entrevistaron a informantes claves de las principales empresas del rubro de alimentos.

En total se realizaron 50 entrevistas a empresas de la región del Maule, hasta alcanzar la saturación. 40 de ellas corresponden a empresas que realizan sus análisis en el Centro de Inocuidad de Alimentos, mientras que las otras 10 emplean los servicios de otros proveedores.

El tipo de entrevista fue semi estructurada, formulando preguntas abiertas, basadas en los siguientes ejes:

Clientes del Centro de Inocuidad de alimentos:

- a. ¿Por qué realiza los análisis microbiológicos de alimentos (en caso que corresponda) en el Centro de Inocuidad de Alimentos?
- b. ¿Qué análisis realiza en el Centro?
- c. ¿Cuáles cree usted que son las fortalezas que posee el Centro?
- d. ¿Cuáles son las debilidades?
- e. ¿Cómo es su comunicación con él?
- f. ¿Qué análisis o técnicas le gustaría que incorporara el Centro de Inocuidad de Alimentos?
- g. ¿Bajo su punto de vista, qué debiese tener el Centro para cumplir con todas sus expectativas?
- h. ¿Conoce usted la última tecnología para la evaluación de patógenos en alimentos?
- i. ¿Qué tan importante es para usted el tiempo de respuesta de los ensayos?
- j. ¿Ha realizado análisis en otros laboratorios?
- k. ¿Cuál es la comparación con el Centro?
- l. ¿Realiza análisis en otro laboratorio, por qué?

A los no clientes del Centro:

- a. ¿Por qué no realiza sus ensayos (en caso que corresponda) en el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca?

Posterior a la realización de entrevistas se procedió a transcribir la información recopilada y extraer los elementos claves de cada respuesta. Finalmente se sistematizaron los resultados.

4.2 ENTREVISTAS A PROVEEDORES DE INSUMOS Y EQUIPOS

En miras a identificar los flujos tecnológicos que determinan las últimas tecnologías implementadas en el área de microbiología de alimentos y conocer los lineamientos del desarrollo tecnológico, se entrevistaron a informantes claves de los principales proveedores de equipamiento del país.

Se realizaron 15 entrevistas a los principales proveedores de insumos y equipos de laboratorio de microbiología de alimentos y análisis de superficies.

El tipo de entrevista fue semi estructurada, basadas en tres ejes de consulta:

- a. Tecnologías actuales demandas y soporte técnico
- b. Nuevas tecnologías
- c. Acreditaciones y/o validaciones

4.3 INFORMACIÓN SECUNDARIA COMPLEMENTARIA

Siguiendo los principios de la Vigilancia tecnológica descritos por (Escorsa y Cruz, 2008) y empleando distintas plataformas para identificar información relativa a límites máximos de contaminación microbiológica basados a partir de regulaciones nacionales como internacionales, se identificaron elementos clave para el análisis de oportunidades y desafíos.

Dentro de las plataformas empeladas están INODATA de Chilealimentos y el Portal de la Asociación de Exportadores de Fruta de Chile (ASOEX), donde podemos encontrar repositorios de normas para la exportación. Además, se utilizó el plan mensual de Inodata para búsquedas en Chile y mercados internacionales, lográndose la identificación de información referida a:

- **Nuevas normativas**, exigencias internacionales de los principales destinos de exportación del sector agroindustrial y análisis de las alertas sanitarias emitidas.
- **Nuevas tecnologías** (equipos, técnicas) en el ámbito de analítica de inocuidad de alimentos.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para un correcto análisis de las entrevistas realizadas, se debe distinguir entre las efectuadas a los clientes según lo indicado por Porter (1990, 2007), para identificar las necesidades respecto de inocuidad alimentaria; de las realizadas a proveedores tecnológicos conforme a lo señalado por Pavitt (1994), lo cual indaga sobre las tecnologías actuales implementadas en el área y la nueva oferta o líneas de desarrollo de los proveedores y de sus aliados estratégicos.

5.1 RESULTADOS ENTREVISTAS A CLIENTES

Las entrevistas se basaron en los siguientes ejes de consulta:

a) ¿Por qué realiza análisis en el Centro de Inocuidad de Alimentos?

Al momento de consultar a los 40 clientes que realizan sus análisis en el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca cuál era la razón principal de la elección de realizar sus análisis en este lugar, 20 de ellos indicaron que era por la menor distancia entre el Centro y la Empresa, 10 clientes señalaron además, que le convenía el retiro de las muestras en el lugar del proceso, 7 se fundamentaron en el menor valor de los análisis en

comparación con otros laboratorios, particularmente en lo referente al costo de traslado de muestras y, por último, 3 dieron otras razones.

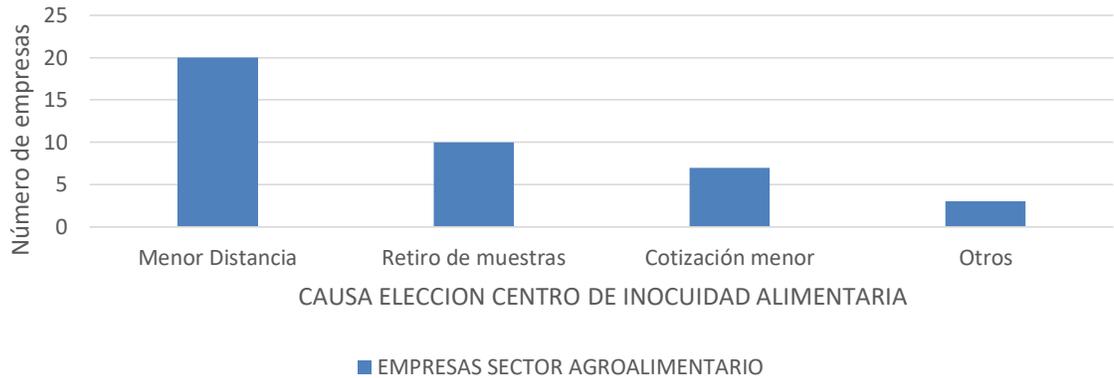


Figura 2: CAUSA DE ELECCION CENTRO INOCUIDAD ALIMENTOS UNIVERSIDAD DE TALCA. Fuente: elaboración propia.

Estos datos demuestran que los atributos de preferencia no están relacionados directamente a las tecnologías o la oferta analítica, sino más bien a aspectos asociados con atención al cliente y ventajas comparativas.

b) ¿Por qué no realiza sus ensayos en el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca?

Se consultó a 10 empresas que no realizan sus análisis en el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca la razón de ello, a lo cual la mayoría de ellos respondió que se debía a un mejor convenio que tenían con un laboratorio distinto respecto al retiro de muestras. Los demás señalaron que le perjudicaba la distancia y los valores mayores.

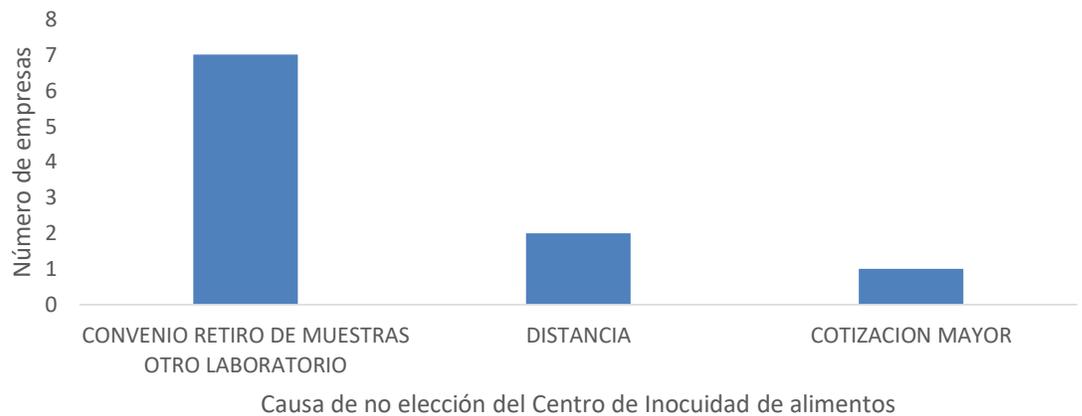


Figura 3. PRINCIPALES RAZONES POR LAS CUALES LAS EMPRESAS DE ALIMENTOS NO REALIZAN LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN CENTRO DE INOCUIDAD. Fuente: elaboración propia.

Nuevamente, los consumidores ante una oferta estándar (y acreditada) de diferentes laboratorios, la preferencia queda determinada por costos de los análisis o atributos que afectan dicho valor.

c) ¿Qué análisis realiza en el Centro?

La totalidad de las empresas encuestadas realiza análisis microbiológicos de manipuladores, ambientes, superficies, aguas y alimentos, sin embargo, un 50% de las empresas entrevistadas indica que tiene que enviar a otros laboratorios muestras para análisis de virus y *E. coli* O157:H7.

Este hecho muestra claramente la necesidad del Centro de Inocuidad por actualizar la oferta (y la tecnología) en función, al menos, de la demanda actual.

d) ¿Cuáles cree usted que son las fortalezas que posee el Centro?

Los clientes entrevistados indicaron que las fortalezas del Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca se fundamentan en la confiabilidad de sus resultados, la asesoría técnica para la resolución de problemas del ámbito microbiológico, la fácil accesibilidad a información específica del área microbiológica, la disposición del Centro para recibir visitas de las Empresa, realización de validaciones, verificación de sus procesos y sobretodo, prestando ayuda técnica para lograr objetivos.

Estos antecedentes, reiteran la alta valoración que se entrega a la atención personalizada. Respecto a la confiabilidad, pareciera estar relacionado con la buena aplicación de los protocolos, más que con la tecnología empleada. No se menciona la actualización de técnicas o servicios de análisis de nuevos agentes patógenos, lo que es coincidente con el diagnóstico referido a la existencia solamente de técnicas tradicionales. Asimismo, no hay referencia explícita a costos.

e) ¿Cuáles son las debilidades del Centro de Inocuidad de Alimentos?

En cuanto a debilidades del Centro las respuestas más recurrentes de los clientes se enfocaron en la carencia de una plataforma para la entrega de resultados en línea. Además, la poca diversidad de análisis, ya que el enfoque de las evaluaciones es solo en microbiología.

Este hallazgo muestra la baja exigencia de la demanda, lo que demostraría según Porter (2007), que la innovación debiera estar conducida en este caso por los proveedores y las tendencias del mercado, más que por parte de los consumidores, lo que es coincidente con lo planteado por Pavitt (1994).

f) ¿Cómo es su comunicación con el Centro de Inocuidad de Alimentos?

La totalidad de los entrevistados indicaron que tienen una comunicación fluida con el Centro de Inocuidad a través correo electrónico. Sin embargo, el 75% de las empresas indica que los tiempos de respuestas no son inmediatos.

Este hecho muestra la necesidad actualización tecnológica (sistemas informáticos de comunicación ágiles), tanto en los sistemas de comunicación e información, como de analítica.

g) ¿Qué análisis o técnicas le gustaría que incorporara el Centro de Inocuidad de Alimentos?

Respecto a la recomendación de nuevos análisis para que se incorporen al Centro de Inocuidad de Alimentos, se consultó solo a las empresas que realizan sus análisis en ese lugar a lo que respondieron que sería favorable integrar el Norovirus, Hepatitis A y E, *E. coli* O17:H7.

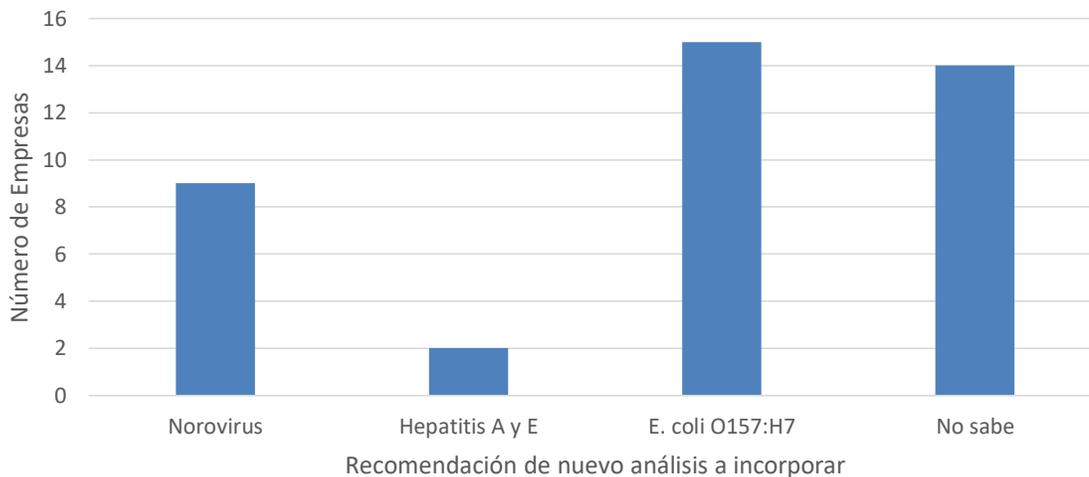


Figura 4: PRINCIPALES ANÁLISIS RECOMENDADOS A IMPLEMENTAR.
Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que un 25% de las empresas entrevistadas indicaron la necesidad de realizar las mismas determinaciones, pero por otra metodología. Lo anterior indicaría que, si bien el cliente no es fuente de innovación, si será un usuario activo de nuevas propuestas de análisis y técnicas.

h) Bajo su punto de vista, ¿qué debiese tener el Centro para cumplir con todas sus expectativas?

Las respuestas que más se repitió en este ámbito fue la necesidad de incorporar una serie de beneficios por vía online, tales como una plataforma para obtener resultados en línea y de una manera más rápida y fácil, cotizaciones inmediatas y la reserva de horas para muestreo en terreno.

i) ¿Conoce usted la última tecnología para la evaluación de patógenos en alimentos?

La mayoría de los clientes entrevistados, específicamente un 95% de ellos, reconoce que desconoce las nuevas tecnologías para la detección de patógenos en alimentos. Este hecho viene a confirmar que la demanda no es una fuente ni estímulo de innovación en analítica microbiológica, pero sí en plataformas de comunicación

j) ¿Qué tan importante es para usted el tiempo de respuesta de los ensayos?

El 100 % de los entrevistados reveló que unos de los criterios más importantes para preferir el Centro es el tiempo de respuesta del laboratorio, así como también el valor de los análisis y la calidad de los resultados, confirmando los hallazgos previos.

k) ¿Ha realizado análisis en otros laboratorios? ¿Cuál es la comparación con el Centro?

La mayoría ha realizado análisis en otros laboratorios, las respuestas de comparación son muy variadas, yendo desde que el Centro presenta una atención más personalizada, la comunicación más expedita con el personal técnico, hasta la menor distancia para el traslado de muestra. Sin embargo, vuelve a surgir la idea de que otros laboratorios presentan

plataformas o softwares para la gestión de solicitud de muestreos, ingreso de muestras o emisión de resultados.

l) ¿Realiza análisis en otro laboratorio, por qué?

De los clientes entrevistados, casi la mitad (48%) indica que ha realizado análisis en otros laboratorios debido a que en nuestro certificado de acreditación no se tenía incorporado el análisis vía metodología buscada por el cliente. Lo anterior es un claro signo de la necesidad de actualización tecnológica.

5.2 RESULTADOS ENTREVISTAS A PROVEEDORES

Para interpretar los resultados de las entrevistas a los proveedores acerca de las tecnologías para las actuales y futuras demandas, acreditaciones y/o validaciones, se debe entender que las empresas entrevistadas presentan cuatro lineamientos asociados a productos: microbiología tradicional, técnicas rápidas, técnicas automatizadas y nuevas tecnologías de análisis de PCR en tiempo real.

La mayoría de las empresas de insumos de laboratorio tiene una línea de venta de microbiología tradicional y los medios de cultivos deshidratados para llevar a cabo estas

evaluaciones, amparados en la normas ISO o la Norma chilena. Algunos proveedores presentan técnicas automatizadas con validaciones Asociación de Comunidades Analíticas (AOAC), Organización nacional francesa para la estandarización (AFNOR), para la detección de patógenos o microbiología tradicional.

Esta visión u oferta más bien convencional de los proveedores tecnológicos, estaría relacionada a la condición de los representantes de marcas y de fabricantes extranjeros a nivel nacional, quienes estaría más bien focalizados en la venta de productos estándares, que en impulsar innovaciones en sus clientes. Sin embargo, todos coinciden que el presente y la evolución de la microbiología en alimentos son los análisis de PCR en tiempo real.

Actualmente, existen en el mercado una amplia variedad de kit para la detección de patógenos en alimentos, por lo que se demuestra que es una tecnología madura y ampliamente validada y utilizada.

Por otra parte, también se desprende de la información secundaria disponible, que la biotecnología proporciona una solución rápida y precisa para la detección de patógenos alimentarios, con validaciones reconocidas mundialmente como AOAC, MicroVal o NordVal, todo lo cual podría ser parte del upgrade del Centro.

Asimismo, las 15 empresas proveedoras tecnológicas entrevistadas concuerdan en que el futuro de la evaluación microbiológica de los alimentos son los análisis con técnicas de PCR

en tiempo real, creando ellas mismas sus propias tecnologías o asociándose con empresas especialistas de biología molecular para formular kits.

Lo anterior mostraría que tanto la oferta como la demanda reconocen y perciben la necesidad de innovar, sin embargo, la dinámica del entorno y de las empresas (clientes) no sería suficiente para generar el cambio, el cual debiera venir probablemente desde los requerimientos internacionales de los mercados de destino.

En la siguiente figura (Figura 5), es posible visualizar que de las 15 empresas proveedoras de tecnologías para análisis microbiológicos de alimentos, actualmente 9 de ellas ya cuentan con la línea biomolecular dentro de su oferta.

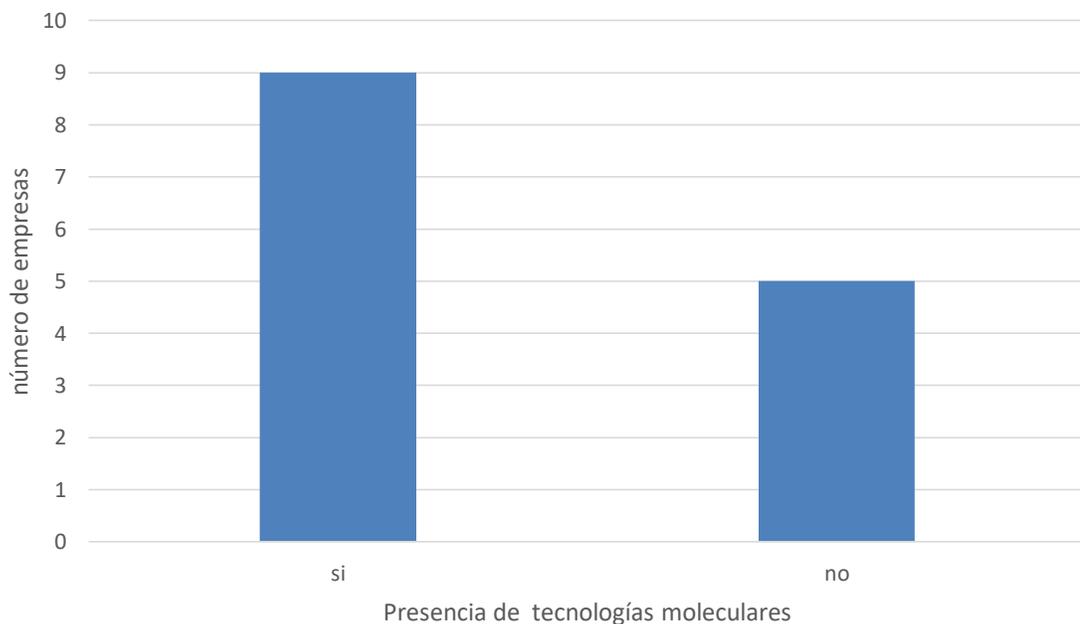


Figura 5. NÚMERO DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE TECNOLOGÍAS ANALÍTICAS MOLECULARES PARA DETECCIÓN DE MICROORGANISMOS.

Fuente: elaboración propia.

5.3 NUEVAS NORMATIVAS Y EXIGENCIAS INTERNACIONALES PARA SECTOR AGROINDUSTRIAL

El comercio mundial de alimentos se rige por normas alimentarias, directrices y códigos de buenas prácticas internacionales, jugando en todo ello un rol clave el Codex Alimentarius. Dicho Codex es el punto de referencia mundial para la calidad y seguridad alimentaria, el cual se ha convertido en un referente global para los productores de alimentos, procesadores, consumidores, agencias nacionales de seguridad alimentaria y comercio internacional. Sus estándares son, además, reconocidos por la Organización Mundial de Comercio (OMC).

La FAO y la OMC proporcionan a los gobiernos los medios para establecer un marco que facilite el comercio sobre la base de normas alimentarias internacionalmente acordadas. Mediante la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius, los gobiernos elaboran normas alimentarias con una base científica (FAO, 2018).

El Codex Alimentarius tiene la función de recomendar criterios microbiológicos en el ámbito internacional. De esta manera, los gobiernos nacionales podrían escoger adoptar los criterios microbiológicos del Codex en sus sistemas nacionales o usarlos como un punto de partida para lograr sus propias metas de salud pública. En virtud de ello, los países pueden establecer y aplicar sus propios criterios microbiológicos. Asimismo, los operadores de empresas de alimentos pueden establecer y aplicar criterios microbiológicos dentro del contexto de sus sistemas de control de inocuidad de los alimentos, los cuales pueden ir más allá de lo establecido en el Codex Alimentarius (FAO,1997).

Por otra parte, también existe la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos (ICMSF), constituida en 1962 y conformada por un grupo de especialistas en el área, con el objetivo de ofrecer información científica básica para los gobiernos e industrias en asuntos relacionados con la seguridad microbiológica de los alimentos. En particular, provee criterios microbiológicos fundados en evidencia científica y promueve principios para el establecimiento y aplicación de normas que permitan resguardar la inocuidad de los alimentos. Además, busca apoyar la armonización de los diferentes estándares microbiológicos y métodos analíticos de las naciones (ICMSF, 2021).

Sin embargo, los principales países de destino de las exportaciones chilenas poseen normas que van más allá de las determinadas en estos estándares internacionales, lo cual supone un desafío mayor a los productores locales.

A. Estados Unidos:

La FDA (Food and Drug Administration) o Administración de alimentos y medicamentos es la responsable de la regulación de alimentos de consumo humano y animal. En dicho país, existe la Ley de Inocuidad Alimentaria desde 1983. Sin embargo, ésta sufre una reforma el 4 de enero de 2011, promulgándose la Ley de la Modernización de la Inocuidad Alimentaria (FSMA).

El 13 de noviembre de 2015 se publicó la norma final, de la FSMA, la cual hace referencia a producción primaria de alimentos (FDA, 2017). Dicha ley, viene a otorgar a la FDA la tarea

de migrar desde un sistema de inocuidad alimentaria reactivo a un sistema moderno, orientado a la prevención, analizando los peligros y controles preventivos basados en riesgo.

El FSMA establece 7 normas para exportar alimentos frescos y procesados a Estados Unidos que entraron en vigencia el año 2016. Estas son:

- Estándares para la inocuidad de los productos agrícolas frescos.
- Controles preventivos para alimentos para el consumo humano.
- Controles preventivos para alimentos para el consumo animal.
- Programa de verificación e proveedores extranjeros.
- Programa de acreditación de auditores y casas certificadoras.
- Transporte sanitario de alimentos para el consumo animal y humano.
- Prevención de la contaminación o adulteración internacional.

Lo nuevo de estas disposiciones es que se relacionan con el análisis de agua, análisis a mejoradores de suelo de origen animal y análisis de ambiente, debido a su carácter preventivo.

a. Análisis de Agua: Se debe realizar análisis de *Escherichia coli* por un método científicamente validado que como mínimo sea equivalente al “Método 1603: *Escherichia coli* (E. coli) in Water by Membrane Filtration Using Modified membrane-Thermotolerant *Escherichia coli* Agar (Modified mTEC), EPA– 821– R–09–007)’ diciembre, 2009, u otro método científicamente válido.

b. Análisis a mejoradores de suelo de origen animal (compost estabilizado, subproductos no fecales de origen animal entre otros): Determinación de *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* y Coliformes fecales.

c. Análisis de ambientes: Se debe realizar pruebas al medio de producción, cosecha, empaque y almacenamiento de *Listeria spp.* o *L. monocytogenes*. Las técnicas recomendadas por el FSMA son metodología de Ensayo para Especies de *Listeria* o *L. monocytogenes* en muestras ambientales", Versión 1, Octubre de 2015, Food and Drug Administración o un método científicamente válido que sea al menos equivalente al método de análisis en exactitud, precisión y sensibilidad (ACHIPIA, 2017).

A pesar de todos estos avances, la FDA anunció el 13 de Julio del 2020 el Plan de la Nueva Era de Seguridad Alimentaria Inteligente que se centra en 4 pilares fundamentales:

- Trazabilidad habilitada por la tecnología.
- Herramientas y enfoques más inteligentes para la prevención y respuesta a brotes.
- Nuevos modelos de negocio y modernización del *retail*.
- Cultura de seguridad Alimentaria.

Estos elementos, en conjunto, ayudarán a crear un sistema alimentario más seguro, digital y rastreable (Stephen, 2020), lo que supondrá nuevos desafíos a toda la cadena.

B. China:

El 01 de octubre del 2015 entró en vigencia la nueva Ley de inocuidad alimentaria de China (Rodríguez, 2017), regulando todos los aspectos de la producción, procesamiento, almacenamiento y transporte, distribución (inclusive los servicios de catering), importación y exportación.

Para poder exportar desde Chile a China, se debe cumplir con la norma de higiene general de China para producción alimentaria (Clever, 2015).

La ley de inocuidad alimentaria, en lo que se refiere a los productos alimenticios que ingresan al país, deben cumplir principalmente con (Viola, 2016):

- Obligación de registro de todas las empresas exportadoras de alimentos a China.
- Análisis de riesgo para los productos no regidos por normas nacionales de inocuidad alimentaria.
- Etiquetado de alimentos que contengan OGM.
- Mayores controles y exigencias sobre la producción, importación y comercialización de alimentos para la salud (health food), fórmulas alimenticias para propósitos médicos especiales y fórmulas infantiles.

Lo que se puede observar en cuanto a los requerimientos microbiológicos, como verificación de los sistemas de aseguramiento de calidad, es la solicitud de análisis de *E. coli* O157:H7 para la fruta u otros productos vegetales (National Health and Family Planning Commission, 2013). Dicho análisis no está implementando en el Centro de Inocuidad de Alimentos de la Universidad de Talca.

C. Unión Europea:

La Unión Europea (UE) creó la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria en 2002, como una fuente independiente de asesoramiento científico.

La UE se rige por los requisitos generales de la legislación alimentaria que se describen en la Legislación Alimentaria General - Reglamento (CE) 178/2002, la cual cubre las etapas de producción, transformación y distribución de alimentos y piensos.

5.4 ALERTAS SANITARIAS DE AÑOS 2017-2019: PELIGROS BIOLÓGICOS (RIAL)

El portal RIAL de ACHIPIA, constituye una red de información y alertas alimentarias. En dicho portal, participan servicios públicos con competencia en materias de inocuidad de alimentos como son: MINSAL, SERNAPESCA, SAG, DIRECON, ODEPA y ACHIPIA. En este sistema, se han registrado, entre los años 2017 al 2019, un total de 129 alertas sanitarias

por peligro biológico en alimentos para consumo humano (Tabla 4.), 97 pertenecientes a Chile y 32 al exterior (corresponden a alerta, información y rechazo).

Tabla 4. TOTAL DE ALERTAS ALIMENTARIAS ENTRE LOS AÑOS 2017-2019

Categoría del alimento	Peligro biológico	Número de alertas
Pescados y productos de la pesca	<i>Listeria monocytogenes</i>	22
	<i>Salmonella spp</i>	3
	Coliformes	5
	<i>E coli</i>	4
	Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM)	3
Carnes y productos cárneos	<i>Salmonella spp</i>	34
	<i>E. coli</i> O157:H7	6
	<i>Listeria monocytogenes</i>	6
	<i>E. coli</i>	2
	Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM)	2
Estimulantes y Fruitivos	<i>Salmonella spp</i>	1
Alimentos de uso infantil	Hongos	1
	<i>Bacillus cereus</i>	1
Leches y Productos Lácteos	<i>Cronobacter spp</i>	1
Frutas y verduras	<i>Listeria monocytogenes</i>	36
frambuesas	Virus	1
TOTAL		129

Fuente: Elaboración propia.

Además, se notificaron 32 alertas para alimentos de consumo humano en el extranjero entre los años 2017- 2019 para productos chilenos (Tabla 5).

Tabla 5: ALERTAS DE PRODUCTOS CHILENOS EN EL EXTRANJERO ENTRE AÑOS 2017-2019

Categoría del alimento	Peligro	Número de alertas
Pescados y productos de la pesca	<i>Listeria monocytogenes</i>	10
	Salmonella spp.	1
	Coliformes	2
	<i>E coli</i>	4
	Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM)	1
Carnes y productos cárneos	<i>Salmonella spp</i>	11
	<i>Listeria monocytogenes</i>	2
	<i>E. coli</i>	1

Fuente: Elaboración propia.

Los países que notificaron estas alertas de alimentos de origen chileno entre los años 2017-2019 fueron (Tabla 6).

Tabla 6. PAÍSES QUE NOTIFICARON ALERTAS A PRODUCTOS CHILENOS ENTRE 2017 Y 2019

País	Cantidad de Alertas	Tipo de Evento	Peligro	Producto
España	1	Rechazo	RAM	Almejas
Canadá	1	Rechazo	<i>E. coli</i>	Carne molida
Rusia	9	Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Salmón
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Salmón
		Información	<i>L. monocytogenes</i>	Carne de Cerdo
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Salmón
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Salmón
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Salmón
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Salmón
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Choritos
		Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Choritos
Japón	2	Rechazo	Coliformes	Salmón
		Rechazo	Coliformes	Salmón
Australia	3	Alerta	<i>L. monocytogenes</i>	Centellón
		Rechazo	<i>E. coli</i>	Choritos
		Rechazo	<i>E. coli</i>	Choritos
Bulgaria	1	Rechazo	<i>E. coli</i>	Choritos
Croacia	1	Alerta	<i>E. coli</i>	Choritos
Inglaterra	9	Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Alerta	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		rechazo	Salmonella	Carne de Pollo
		Información	Salmonella	Carne de Pollo

Continuación

País	Cantidad de Alertas	Tipo de Evento	Peligro	Producto
Italia	2	Información	<i>Salmonella spp.</i>	Choritos
		Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de pollo
Alemania	2	Rechazo	<i>Salmonella spp.</i>	Carne de Pollo
		Alerta	<i>L. monocytogenes</i>	Carne de Vacuno
EEUU	1	Rechazo	<i>L. monocytogenes</i>	Choritos

Fuente: Elaboración propia.

El año 2020, hasta el mes de agosto, se han reportado 9 alertas en alimentos de consumo humano de origen chileno. La totalidad de ellas fue rechazo, 7 de estas en Estados Unidos por *Listeria monocytogenes*, una en Japón por *E. coli* y una en Polonia por presencia de parásitos.

Lo anterior estaría mostrando que, aun cuando la industria nacional cuida sus estándares de inocuidad y realiza los análisis requeridos para acreditar el cumplimiento de la norma, una serie de alertas y rechazos siguen originándose, lo que no solo afecta a la empresa exportadora, sino también a la imagen del país. Este hecho viene a confirmar que no solo se requiere proveer servicios de monitoreo y evaluación del estatus microbiológico de los alimentos a exportar, sino también intensificar los controles en el proceso, así como también aumentar la velocidad de las evaluaciones para reportar con más agilidad antes de los despachos.

Junto a ello, es imperioso la puesta en marcha de plataformas de comunicación del Centro de Inocuidad y los clientes para estar en línea ante cualquier imprevisto.

5.5 TENDENCIAS

Las tecnologías ómicas son técnicas de alto rendimiento que engloban campos como la genómica (estudios de sus genes y función), transcriptómica (estudia la expresión de los genes), la proteómica (análisis de los niveles de proteína, sus modificaciones o interacciones) y la metabolómica (investiga los niveles de metabolito). Este conjunto de tecnologías permite estudiar una gran cantidad de componentes analíticos en una muestra que contenga trozos de ADN o proteínas (Orfao, A, 2019).

La metagenómica es el estudio de una colección del material genético (genomas) de una comunidad mixta de organismos. La metagenómica suele referirse al estudio de comunidades microbianas (Segre, J. 2021).

El uso de técnicas ómicas puede mejorar la detección de problemas microbiológicos, alérgenos y similares, y por ende la calidad del alimento, la seguridad alimentaria, mejorando con ello la salud pública. Estas técnicas deben ir acompañadas con un análisis bioinformático, debido a que se deben analizar una gran cantidad de datos de manera simultánea (AINIA, 2021).

La utilización de técnicas ómicas puede ampliar el alcance de los planes de muestreo y aumentar la detección de una amplia gama de problemas, incluidos la detección de alérgenos, patógenos, focos de infección y sus fuentes, resistencia a antibióticos, presencia de toxinas, etc. (De Benito, 2021). Gracias a estas técnicas se pueden generar mejores herramientas para

rastrear cepas bacterianas específicas hasta su origen, mejorando la comprensión de estos patógenos para prevenir futuros eventos de contaminación. Las técnicas ómicas amplían la gama de información que se recopila de un solo sistema (AINIA, 2021).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio ha permitido identificar los principales estímulos a la innovación en el ámbito de los servicios de análisis microbiológico de alimentos, que permitan brindar soporte a la industria nacional para abordar los mercados internacionales y sus requerimientos actuales y futuros.

Los principales desafíos que presenta el Centro de Inocuidad Alimentaria es la implementación de técnicas microbiológicas más rápidas y de calidad que vayan acorde al avance tecnológico, estando éstas validadas y certificadas para las matrices alimentarias requeridas.

Lo anterior debe ir de la mano con un sistema informático que permita la entrega de resultados a los clientes a través de una plataforma eficaz, de manera tal que las empresas puedan tomar acciones lo más rápido posible.

Los requerimientos y tendencias de los servicios analíticos indican que es de suma urgencia implementar el área de análisis molecular para desarrollar técnicas de PCR en tiempo real para la determinación de Virus en alimentos y/o patógenos que no se puedan determinar con técnicas tradicionales como, por ejemplo, *E. coli*, O157:H7.

A consecuencia de las entrevistas a clientes y la necesidad de tener resultados en el menor tiempo posible, las metodologías implementadas actualmente por el Centro de Inocuidad de Alimentos se pueden actualizar por técnicas moleculares, disminuyendo los tiempos de entrega de resultados. Además, se puede incluir la automatización de planes de muestreos, con registros en línea, para tener la trazabilidad de patógenos presentes en la industria.

Debido a que las normas internacionales se basan principalmente en las verificaciones de los sistemas de aseguramiento de calidad y en el riesgo, el del Centro de Inocuidad de Alimentos debe continuar con las verificaciones de ambiente, manipuladores y superficies con técnicas moleculares ágiles, acreditables y precisas para obtener resultados más rápidos y poder realizar las acciones correctivas en el menor tiempo posible, minimizando de esta manera el riesgo de contaminación.

Los desafíos del Centro de Inocuidad de Alimentos están relacionados a la permanente identificación y adopción de nuevas tecnologías para la determinación de patógenos en alimentos, relacionadas con la Metagenómica. Aquello debe ir de la mano con la bioinformática, ya que se deben analizar e interpretar una gran cantidad de datos, existiendo la posibilidad de formar una alianza entre la Escuela de Bioinformática de la Universidad de Talca y el Centro de Inocuidad.

Las recomendaciones para desarrollar un modelo o sistema que permita identificar permanentemente oportunidades al Centro de Inocuidad Alimentaria de la Universidad de Talca, se requiere implementar (interno o externo) el proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. El proceso de vigilancia espera generar alertas y obtener información del entorno a través de un análisis exploratorio de fuentes de información. Estas

fuentes deben ser principalmente exigencias microbiológicas o similares, de países de destino de productos alimenticios de origen chileno; las directrices del Codex Alimentarius y del ICMSF que se basan en evidencia científica para identificar patógenos emergentes; y alertas alimentarias mundiales. Posteriormente, el modelo, en el proceso de inteligencia, deberá generar informes y análisis de los resultados que le permita al Centro mejorar la toma de decisiones en cuanto a las directrices a seguir para innovar en la operación.

7. FUENTES DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. ACHIPIA. (2020). Presidente Piñera firma proyecto de ley que crea el Ministerio de Agricultura, Alimentos y Desarrollo Rural. Enero 27, 2021, de Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria ACHIPIA Sitio web: <https://www.achipia.gob.cl/2020/01/22/presidente-pinera-firma-proyecto-de-ley-que-crea-el-ministerio-de-agricultura-alimentos-y-desarrollo-rural/>
2. AINIA. (2021). Calidad y Seguridad Alimentaria con técnicas «ómicas». LEGO (Learning Genomics for Food Safety), proyecto ERASMUS+. Marzo 25, 2021, de Centro Tecnológico AINIA Sitio web: <https://www.ainia.es/webinar-lego-calidad-seguridad-alimentaria-omicas/>
3. Clever J., Rasdall B.& Jie M. (2015). Norma de Higiene General de China para Producción Alimentaria (GB14881). Enero 15, 2021, de Servicio Agrícola y Ganadero Sitio web: https://www2.sag.gob.cl/pecuaria/establecimientos_habilitados_exportar/normativa/china/normativa_ley_inocuidad/GB_14881.pdf
4. De Benito, A. (2021). ¿Cómo pueden ayudar las técnicas “ómicas” a mejorar la calidad y garantizar la seguridad de los alimentos?. Marzo 19, 2021, de Revista Industria Alimentaria Sitio web: <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/como-pueden-ayudar-las-tecnicas-omicas-a-mejorar-la-calidad-y-garantizar-la-seguridad-de-los-alimentos>

5. DIRECON & PROCHILE. (2018). Anuario de las Exportaciones Chilenas 2018. Agosto 08, 2020, de Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales, DIRECON, y la Dirección de Promoción de Exportaciones, ProChile. Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile Sitio web: https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/anuario_servicios_capitulo1_bienes_2018.pdf

6. FAO. (1997). Principios y directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos. CAC/GL 21-1997. Enero 20, 2021, de Codex Alimentarius Sitio web: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B21-1997%252FCXG_021s.pdf

7. FAO. (2018). Comercio y Normas Alimentarias. Enero 24, 2021, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la Organización Mundial del Comercio Sitio web: https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/tradefoodfao17_s.pdf

8. FDA. (2017). Texto completo de la Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria (FSMA). Diciembre 15, 2020, de Administración de Medicamentos y Alimentos. Sitio web: <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/full-text-food-safety-modernization-act-fsma>

9. González, M. 2018. Exportación de mercancías Sectores y Mercados. Anuario de las exportaciones chilenas. 1-57.

10. ICMSF. (2021). La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos. Febrero 15, 2021, de La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos Sitio web: <https://www.icmsf.org/>

11. Larrañaga, P. & Osoreo, M. (2019). Catastro Frutícola Región del Maule Principales Resultados / Julio 2019. ENERO 13, 2020, de Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Centro de Información de Recursos Naturales Sitio web: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/catastroMaule2019.pdf>

12. Leporati, M. (2016). Tras 12 años, la Idea País se hace realidad: Chile Potencia Alimentaria. Enero 04, 2021, de ACHIPIA Sitio web: <https://www.achipia.gob.cl/2016/12/16/tras-doce-anos-la-idea-pais-se-hace-realidad-chile-potencia-alimentaria/>

13. National Health and Family Planning Commission. 2013. National Food Safety Standard Pathogen Limits for Food. 1-4

14. OPS. (2020). Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos. Enero 06, 2021, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es#:~:text=Inocuidad%20de%20Alimentos%3A%20De%20acuerdo,uso%20a%20que%20se%20destine.

15. Orfao, A. (2019). Informes Anticipando CIENCIASÓMICAS. Marzo 20, 2021, de Fundación Instituto Roche Sitio web: https://www.instituto-roche.es/static/archivos/Informes_anticipando_CIENCIAS_OMICAS.pdf

16. PROCHILE. (2020). Datos, Exportaciones en 45 años. Enero 05,2020, de PROCHILE Sitio web: (<https://www.prochile.gob.cl/landing/datos/>).

17. RIAL. (2021). Portal RIAL. Febrero 20. 2021, de ACHIPIA Sitio web: <https://www.achipia.gob.cl/portal-rial/busquedas-rial/>

18. Rodríguez, A. & Villanueva Rocío. (2017). La normativa agroalimentaria en China. Abril 12, 2021, de Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Pekín Sitio web: file:///C:/Users/MI%20LENOVO/Downloads/DAX2018803094%20(1).pdf

19. SILA. (2021). Sistema Integrado de Laboratorios de Alimentos. Enero 20, 2021, de SILA Sitio web: <http://sila.achipia.gob.cl/Minagri.Buscador.Sila.Spa/index.html#!/sila>

20. Segre, J.. (2021). Metagenòmica. Abril 10, 2021, de National Human Genome Research Institute Sitio web: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Metagenomica>

21. Stephen, M. (2020). La FDA lanza la iniciativa de la Nueva Era de Inocuidad Alimentaria Más Inteligente, publica un plan y un estudio piloto. Enero 15,2021, de Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. Sitio web: <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/la-fda-lanza-la-iniciativa-de-la-nueva-era-de-inocuidad-alimentaria-mas-inteligente-publica-un-plan>

22. SUBREI. (2020). Comercio exterior de Chile Anual 2019. Marzo 05, 2021, de Subsecretaria de relaciones económicas internacionales, Gobierno de Chile Sitio web: https://www.subrei.gob.cl/docs/default-source/estudios-y-documentos/reporte-trimestral/comercio-exterior-de-chile-anual-2019.pdf?sfvrsn=1eb0bb58_0

23. The Economist. (2020). Índice mundial de seguridad alimentaria. Rankings y tendencias. Enero 06, 2021, de The Economist Sitio web: <https://foodsecurityindex.eiu.com/Index>

24. Viola, H. (2016). LEY DE INOCUIDAD ALIMENTARIA. Diciembre 16, 2020, de Consejería Agroindustrial Embajada de Argentina en la República Popular China Sitio web: <http://www.agrichina.org/UploadFolder/20160512094953248.pdf>

25. Yáñez, L. & Cohen, D. (2020). Boletín regional de exportaciones silvoagropecuarias, Avance mensual de enero a Diciembre. Marzo 20, 2020, de ODEPA Sitio web: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Boletin-regional-exportaciones-silvoagropecuarias-Dic2019.pdf>