



UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE CIENCIAS - ESCUELA
DE CIENCIAS AMBIENTALES Y BIOTECNOLOGÍA

**“REVISIÓN DE NORMAS Y REGULACIONES SOBRE LA PRESENCIA DE
PLOMO Y CADMIO EN FRUTAS DE ALGUNAS REGIONES AGRÍCOLAS DE
CHILE Y ANÁLISIS DE EFECTOS EN LA SALUD.”**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los
requisitos para optar al Título de Química Ambiental, Licenciada en ciencias
ambientales con mención en Química.

KATHERINE VANESA TALAMILLA CELIS

Director de Seminario de Título
Sr. PEDRO ENRIQUEZ ALFARO

Profesor Patrocinante
Dr. RICHARD TORO ARAYA

Santiago - Chile

Enero, 2022.



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TITULO

Se informa a la Escuela de Ciencias Ambientales y biotecnología de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la **Srta. Katherine Vanesa Talamilla Celis**.

“REVISIÓN DE NORMAS Y REGULACIONES SOBRE LA PRESENCIA DE PLOMO Y CADMIO EN FRUTAS DE ALGUNAS REGIONES AGRÍCOLAS DE CHILE Y ANÁLISIS DE EFECTOS EN LA SALUD”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Química Ambiental.

Sr. Pedro Enríquez Alfaro.

Director Seminario de Título: _____

Dr. Richard Toro A.

Profesor Patrocinante: _____

Comisión Revisora y Evaluadora:

Presidente Comisión: _____

Evaluador: _____

Santiago de Chile, Enero 2022.

RESEÑA



Si debo hablar de mí, lo primero que viene a mi mente es mi infancia, maravillosa etapa en donde la curiosidad e intriga por saber de dónde y porque pasan las cosas, me impulsaron a investigar y aprender cada vez que lo necesitara para resolver todas mis dudas. Fue a los 15 años donde el gusto por la ciencia y la química, especialmente, se hicieron más fuertes, convirtiéndome en monitora de este ramo en mi colegio para ayudar a alumnos que no tenían mucho afín con la materia, pues ahí me di cuenta que era lo que quería hacer.

Si bien entre a estudiar Licenciatura en Química, fue en tercer año que me enamoré de la Química Ambiental y decidí cambiarme de carrera, siendo la mejor decisión que pude haber tomado. Me emocionaba mucho el hecho de aplicar todo el conocimiento adquirido y seguir profundizando en esta área, y así poder colaborar con el entorno en el cual vivo.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a cada una de las personas que me apoyo, contuvo y compartió junto a mí en este gran proceso de aprendizaje.

Agradezco a mi familia, la cual fue un pilar fundamental durante este proceso. A Claudia, mi madre, por inculcarme de pequeña las ganas de aprender y la confianza que debía tener en mis capacidades, por sus sabios consejos, preocupación y apoyarme en cada decisión que tome para llegar hasta aquí. A mis abuelos, José y Lorenza, quienes junto a mi madre creyeron ciegamente en mí, infinitas gracias por su amor y apoyo para lograr terminar esta etapa.

A mi novio, Franco, por su comprensión, amor, apoyo incondicional y por inspirarme a diario a seguir mis sueños y metas desde el momento en que nos conocimos. Gracias por darle alegría a mis días y hacerlos diferentes, a través, de todas las aventuras vividas, conversaciones, infinitas risas y por compartir el amor por el fútbol que nos une hace ya tantos años.

A mis amigas y amigos de carrera y Facultad, por cada espacio de distención, estudio y risas compartidas, sin ustedes mi vida universitaria hubiese sido muy aburrida, gracias por la compañía y apoyo constante en este proceso.

A cada funcionaria y funcionario del campus, gracias por la buena onda, disposición y entrega para con nosotros, sin ustedes todo sería más difícil.

Agradezco a Mercedes Becerra, por darme la oportunidad de realizar mi unidad de investigación en su laboratorio, por su entrega en el proceso de enseñanza y por cada consejo dado. A cada persona que constituía el laboratorio de Química Analítica, no faltaron nunca las risas y la ayuda ante alguna una duda. También, al profesor Richard Toro, por el apoyo constante, la disposición y el patrocinio de este seminario de título.

Por último, a cada persona del Servicio Agrícola y Ganadero de Lo Aguirre, en especial a Claudia, Yocelyn, Jorge y Rosita, quienes me ayudaron y fueron parte importante de mi proceso de práctica, gracias por todo lo que me enseñaron, por las risas y consejos entregados. También, a Pedro Enríquez Alfaro, por su disposición, retroalimentación y dirección del presente seminario de título.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ABREVIATURA	xvi
RESUMEN.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. Antecedentes generales	1
1.1 Elementos traza o metales pesados	1
1.2 Origen de los metales pesados	2
1.3 Fuentes de contaminación	5
1.3.1 Emisiones volcánicas.....	5
1.3.2 Deposición atmosférica	5
1.3.3 Industria.....	6
1.3.4 Agua de regadío.....	6
1.3.5 Suelos	7
1.3.6 Pesticidas y fertilizantes.....	7
1.4 Antecedentes específicos	8
1.4.1 Plomo	8
1.4.2 Cadmio	10
1.5 Normativa internacional.....	11
1.6 Contexto nacional.....	13
1.1 Objetivo general	17
1.2 Objetivos específicos	17
II. METODOLOGÍA	18
2.1 Muestreo.....	18
2.2 Análisis de muestras.....	22
2.2.1 Equipos.....	24
2.2.2 Materiales	24
2.2.3 Reactivos y soluciones	24
2.2.4 Preparación de estándares, curva de calibración y fortificados	25
2.2.5 Procedimientos.....	26
2.2.5.1 Digestión de muestra	26
2.2.5.2 Análisis instrumental en horno de grafito	27

2.3	Análisis y procesamiento de la base de datos.....	30
2.4	Búsqueda y sistematización de información bibliográfica	30
2.5	Propuesta de línea base.....	31
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1	Resultados año 2019 – 2020	32
3.2	Recomendaciones	62
IV.	CONCLUSIONES.....	65
V.	REFERENCIAS	67
VI.	ANEXOS	70
	Anexo 1	70
	Anexo 2	71
	Anexo 3	72
	Anexo 4	74
	Anexo 5	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Concentraciones máxima de cadmio y plomo, en frutas y hortalizas (UE, 2014).	12
Tabla 2 Concentraciones máximas de cadmio y plomo en frutas y hortalizas (CODEX,1995).	13
Tabla 3 Límites máximos de concentración de plomo en frutas (Rgto. N°55/2016, Indonesia).	13
Tabla 4 Concentraciones máximas de cadmio y plomo en frutas y hortalizas (DTO 977/96).	15
Tabla 5 Plan de validación para cadmio y plomo en diferentes frutas.....	22
Tabla 6 Preparación de estándares	25
Tabla 7 Preparación de curva de calibración	25
Tabla 8 Preparación de estándares a partir de solución ME anterior 1 µg/L	25
Tabla 9 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Atacama (III) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	32
Tabla 10 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Atacama (III) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	33
Tabla 11 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Coquimbo (IV) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	35
Tabla 12 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Coquimbo (IV) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	35
Tabla 13 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas y kiwis de la Región de Valparaíso (V) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	71
Tabla 14 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas y arándanos de la Región de Valparaíso (V) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	71

Tabla 15 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas y kiwis de la Región Metropolitana (XIII) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	72
Tabla 16 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas, peras, arándanos, cerezas y kiwis de la Región Metropolitana (XIII) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	73
Tabla 17 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas, kiwis, peras, manzanas y cerezas de la Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	74
Tabla 18 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas, kiwis, peras y manzanas de la Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	76
Tabla 19 Niveles de Cadmio y Plomo en cerezas, manzana, kiwis y arándanos de la Región del Maule (VII) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	77
Tabla 20 Niveles de Cadmio y Plomo en manzana, kiwis, cerezas y arándanos de la Región del Maule (VII) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	79
Tabla 21 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región del Biobío (VIII) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	49
Tabla 22 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región del Biobío (VIII) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	50
Tabla 23 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región de la Araucanía (IX) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	52
Tabla 24 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región de la Araucanía (IX) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	53
Tabla 25 Niveles de Cadmio y Plomo en cerezas de la Región de Aysén (XI) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).	56

Tabla 26 Niveles de Cadmio y Plomo en arándanos de la Región de Ñuble (XVI) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC). 57

Tabla 27 Promedio de la concentración de cadmio y plomo para cada muestra detectada de cada fruta en distintas regiones del país, año 2019. 59

Tabla 28 Promedio de la concentración de cadmio y plomo para cada muestra detectadas de cada fruta en distintas regiones del país, año 2020. 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Región de Atacama (III), año 2019, se muestreo uva en la localidad de Copiapó, Huasco y Atacama.....	19
Figura 2 Región de Coquimbo (IV), año 2019, se muestreo uva en la localidad de Elqui, Limarí y la Serena.	19
Figura 3 Región de Valparaíso (V), año 2019, se muestrearon dos tipos de fruta, kiwi en San Felipe y uvas en Los Andes y San Felipe.	19
Figura 4 Región Metropolitana (XIII), año 2019, se muestrearon tres tipos de fruta, kiwi y uva en Maipo, y pera en R.M.....	19
Figura 5 Región Libertador Bernardo O´Higgins (VI), año 2019, se muestrearon cinco tipos de frutas, kiwis en San Vicente y San Fernando, peras y manzanas en San Vicente, San Fernando, Rengo y Rancagua, cerezas en Placilla, Rancagua y San Fernando, y uvas en San Vicente, San Fernando, Malloa, Rancagua y Las Cabras.	19
Figura 6 Región del Maule (VII), año 2019, se muestrearon cuatro tipos de frutas, kiwi en Maule, Manzana en Linares y Maule, arándanos en Linares y cerezas en Curicó....	19
Figura 7 Región del Biobío (VIII), año 2019, se muestrearon dos tipos de fruta, manzana en Los Ángeles y Arándanos en Los Ángeles.....	20
Figura 8 Región de la Araucanía (IX), año 2019, se muestrearon dos tipos de fruta, manzanas en Angol y Temuco, y Arándanos en Villarrica y Temuco.....	20
Figura 9 Región de Atacama (III), año 2020, se muestreo uva en la localidad de Atacama.	20
Figura 10 Región de Coquimbo (IV), año 2020, se muestreo uva en la localidad de La Serena.....	20
Figura 11 Región de Valparaíso (V), año 2020, se muestrearon dos tipos de fruta, arándanos en Quillota y uvas en Los Andes.	20
Figura 12 Región Metropolitana (XIII), año 2020, se muestrearon cinco tipos de fruta, kiwi, uva, pera, arándanos y cerezas en R.M.	20
Figura 13 Región Libertador Bernardo O´Higgins (VI), año 2020, se muestrearon cinco tipos de frutas, kiwis en O´Higgins, peras y manzanas en O´Higgins y Rancagua y uvas en Rancagua y Las Cabras.	21

Figura 14 Región del Maule (VII), año 2020, se muestrearon cuatro tipos de frutas, kiwi en Teno, Manzana, en Maule, Teno y Romeral, arándanos en Linares, Maule y cerezas en Curicó y Teno.....	21
Figura 15 Región del Biobío (VIII), año 2020, se muestrearon dos tipos de fruta, manzana en Biobío y Arándanos en Los Ángeles y Concepción.....	21
Figura 16 Región de la Araucanía (IX), año 2020, se muestrearon dos tipos de fruta, manzanas en Araucanía y Arándanos en Villarrica, Angol y Araucanía.....	21
Figura 17 Región de Aysén (XI), año 2020, se muestreo cereza en la localidad de Aysén y Chile chico.	21
Figura 18 Región de Ñuble (XVI), año 2020, se muestreo arándanos en la localidad de San Carlos.	21
Figura 19 Curva de calibración con estándares puros para cadmio en muestras de pera $\lambda=228,8$ nm.	70
Figura 20 Curva de calibración con estándares puros para plomo en muestras de pera $\lambda=283,3$ nm.	70
Figura 21 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2019.	33
Figura 22 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2020.	33
Figura 23 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2019.	34
Figura 24 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2020.	34
Figura 25 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2019.	36
Figura 26 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2020.	36
Figura 27 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2019.	36
Figura 28 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2020.	36

Figura 29 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2019.	38
Figura 30 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2020.	38
Figura 31 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2019.	38
Figura 32 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2020.	38
Figura 33 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva y kiwi en la Región de Valparaíso (V) año 2019.	39
Figura 34 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva y arándanos en la Región de Valparaíso (V) año 2020.	39
Figura 35 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva y kiwi en la Región de Valparaíso (V) año 2019.	39
Figura 36 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.	40
Figura 37 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi, arándanos, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.	40
Figura 38 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.	41
Figura 39 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi, arándanos, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.	41
Figura 40 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.	42
Figura 41 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi, arándanos, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.	42
Figura 42 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.	42
Figura 43 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi, arándano, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.	42

Figura 44 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.	43
Figura 45 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.	43
Figura 46 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.	44
Figura 47 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.	44
Figura 48 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.	45
Figura 49 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.	45
Figura 50 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.	45
Figura 51 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.	45
Figura 52 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	46
Figura 53 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.	46
Figura 54 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	47
Figura 55 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	47
Figura 56 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.	48
Figura 57 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	48
Figura 58 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	48

Figura 59 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	48
Figura 60 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	50
Figura 61 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	51
Figura 62 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.	51
Figura 63 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.	51
Figura 64 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.	51
Figura 65 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (VIII) año 2019.	52
Figura 66 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (VIII) año 2020.	52
Figura 67 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.	54
Figura 68 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2019.	54
Figura 69 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.	54
Figura 70 Cantidad de muestras de plomo detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2019.	55
Figura 71 Cantidad de muestras de plomo detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.	55
Figura 72 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2019.	55
Figura 73 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.	55

Figura 74 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas para cerezas en la Región de Aysén (XI) año 2020.....	56
Figura 75 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas para cerezas en la Región de Aysén (XI) año 2020.....	56
Figura 76 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas para arándanos en la Región de Ñuble (XVI) año 2020.	58
Figura 77 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas para arándanos en la Región de Ñuble (XVI) año 2020.	58

LISTA DE ABREVIATURAS

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero

p.a: Para análisis

D: Detectado

ND: No detectado

DTO: Documento

RGTO: Reglamento

DO: Diario Oficial de la Unión Europea

ISTP: Ingesta semanal tolerable provisional

Sol. ME: Solución multiestándar

UA: Unidades de absorbancia

DS: Desviación estándar

RESUMEN

La importante demanda y exigencia de los consumidores de alimentos más sanos y, las estrictas y crecientes regulaciones y normas de los mercados sobre la inocuidad de alimentos exportados, ha generado que los países exportadores de alimentos desarrollen programas para el control de residuos químicos, microbiológicos y contaminantes, cumpliendo así con los requisitos de los diferentes mercados.

Chile se destaca como uno de los principales países exportadores de productos agrícolas, especialmente frutas, con destino a más de 60 países en todo el mundo. En el ámbito agrícola, el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG), por muchos años ha desarrollado programas para el control de residuos de plaguicidas en frutas de exportación y partir del año 2019, estos programas se ampliaron al control microbiológico, metales pesados y micro toxinas.

Durante los años 2019 y 2020, el laboratorio de Química e Inocuidad Alimentaria del SAG, ha analizado más de 370 muestras en el marco de un programa oficial, generando importante información sobre niveles de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en kiwi, manzana, arándano, pera, cereza y uva, información que es necesaria sistematizar y relacionar con estudios y normativas de otros países.

Considerando la falta de normativa nacional de metales pesados en frutas, el SAG requiere este estudio, para establecer una línea base sobre la presencia de Pb y Cd en frutas

provenientes de diferentes áreas productivas del país. Para ello, los resultados obtenidos en este monitoreo, serán trabajados en el programa Excel, mediante estadística descriptiva, realizando tablas y figuras según el sector que corresponda con el fin de sistematizar y relacionar los niveles registrados con normativas internacionales en la materia.

Adicionalmente, se recopilará información sobre aspectos toxicológicos de estos metales, sus posibles orígenes como contaminantes e información de normativas nacionales e internacionales en alimentos primarios y procesados.

En las muestras del año 2019, para Cd, se observa mayor concentración en la V región para uva y VI región para manzana, ambas con un valor de 3,80 $\mu\text{g}/\text{kg}$, y en relación a Pb destacó la RM para kiwi y pera con un valor de 27,85 $\mu\text{g}/\text{kg}$. En el año 2020, para Cd predominó la VI región para pera con un valor de 4,98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y con respecto a Pb, destacó la IX región en arándanos con un valor de 38,29 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Sin embargo, estas concentraciones, se encuentran bajo la norma nacional (para plomo), con valores que varían entre 0,2 y 0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ según el tipo de fruta, y bajo la norma internacional (para ambos metales), con un valor de 0,050 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para Cd y con valores entre 0,10 y 0,20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para Pb, según la Unión Europea (UE).

Se concluye que la ingesta continua de estos alimentos contaminados puede producir enfermedades y un riesgo irreversible en la salud. Además, es necesario implementar una normativa que indique los límites máximos de los metales pesados y fertilizantes, en todos los alimentos. Por otra parte, se debe continuar con el muestreo

variable del programa de monitoreo del SAG para seguir complementando, la línea base presentada en este seminario.

ABSTRACT

The significant demand and requirement of consumers for healthier food and the strict and growing regulations and standards of the markets on the safety of exported food, has led food-exporting countries to develop programs for the control of chemical, microbiological and chemical residues. Pollutants, thus complying with the requirements of different markets.

Chile stands out as one of the main exporters of agricultural products, especially fruits, destined for more than 60 countries around the world. In the agricultural field, the Agricultural and Livestock Service of Chile (SAG), for many years has developed programs for the control of pesticide residues in export fruits and as of 2019, these programs were extended to the microbiological control, heavy metals and micro toxins.

During the years 2019 and 2020, the SAG Chemical and Food Safety laboratory has analyzed more than 370 samples within the framework of an official program, generating important information on levels of lead (Pb) and cadmium (Cd) in kiwi, apple, blueberry, pear, cherry and grape, information that needs to be systematized and related to studies and regulations in other countries.

Considering the lack of national regulations for heavy metals in fruits, the SAG requires this study to establish a baseline on the presence of Pb and Cd in fruits from different productive areas of the country. For this, the results obtained in this monitoring

will be worked on in the Excel program, using descriptive statistics, making tables and figures according to the corresponding sector in order to systematize and relate the levels registered with international regulations on the matter.

Additionally, information on toxicological aspects of these metals, their possible origins as pollutants and information on national and international regulations on primary and processed foods will be collected.

In the 2019 samples, for Cd, a higher concentration is observed in the V region for grape and VI region for apple, both with a value of 3.80 $\mu\text{g}/\text{kg}$, and in relation to Pb, the RM for kiwi and pear stood out. With a value of 27.85 $\mu\text{g}/\text{kg}$. In 2020, for Cd, the VI region for pear predominated with a value of 4.98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ and with respect to Pb, the IX region stood out in blueberries with a value of 38.29 $\mu\text{g}/\text{kg}$. However, these concentrations are under the national standard (for lead), with values that vary between 0.2 and 0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ depending on the type of fruit, and under the international standard (for both metals), with a value of 0.050 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for Cd and with values between 0.10 and 0.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for Pb, according to the European Union (UE).

It is concluded that the continuous intake of these contaminated foods can cause diseases and an irreversible risk to health. In addition, it is necessary to implement a regulation that indicates the maximum limits of heavy metals and fertilizers, in all foods. On the other hand, the variable sampling of the SAG monitoring program should continue to complement the baseline presented in this seminar.

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes generales

1.1 Elementos traza metálicos o metales pesados

Los metales pesados, son elementos químicos, que se encuentran en la naturaleza en diferentes formas y estructuras químicas, estos se caracterizan principalmente, por su solubilidad, conductividad eléctrica, son altamente maleables, tienen características de oxidación-reducción y tienden a formar complejos o compuestos de coordinación, donde estos elementos metálicos se comportan como ácidos de Lewis, los cuales están rodeados de ligandos (moléculas, átomos y/o iones). En la tabla periódica, estos metales se identifican de los periodos 4 al 6 y grupo 3B a 6A (Housecroft & Sharpe 2008, Müller U. 2007, López L. 2016).

Este término, se asoció con elementos de alto número atómico (Duffus, 2002) y posteriormente se definieron por su elevado peso específico. Esta definición se asociaba a la expectativa de que las sustancias fueran tóxicas, pero con el tiempo se dieron cuenta que era inconsistente en su uso, ya que estos elementos no son tóxicos por sí solo, sino que cuando se excede un cierto umbral de concentraciones internas (Rengel Z. 2004).

Sin embargo, con el pasar del tiempo, científicos comenzaron a contradecirse en algunos términos y definiciones. Según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada el término “metal pesado” se considera impreciso en el mejor de los casos y sin

sentido en el peor, porque no existe una definición estandarizada para un metal pesado. Por lo tanto, se sugiere el desuso de este término y reemplazarlo por “metal(es)/elemento(s) potencialmente tóxico(s)” o “metal(es)/elemento(s) traza”, según el contexto. (Pourret & Bollinger, 2017)

1.2 Origen de los metales pesados

Los oligoelementos son considerados elementos minoritarios, microminerales o elementos traza, los cuales son vitales para todas las células vivas aun cuando se requieran en cantidad pequeñas. Estos elementos son multifuncionales y actúan en actividades catalíticas de las enzimas y configuraciones estructurales, ya sea de hormonas, membranas biológicas o enzimas. (Varela G., 2005; Mataix J. Carazo E., 2005). La clasificación de estos, se divide en esenciales, posiblemente esenciales y no esenciales según los requerimientos dietéticos. (Crespo C., 2012)

- Esenciales: pertenecen a la primera serie de transición y presentan propiedades físico-químicas similares: (V, Mo, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Fe, Zn, Si, I, Se y F). La carencia de estos oligoelementos es origen de enfermedades carenciales tal y como se ha mencionado, causantes de alteraciones en el crecimiento y en el estado de salud. (Savory J. Wills M. 1992)

- Posiblemente esenciales: tienen esencialidad probada, pero se desconoce su mecanismo de acción (As, B, Br, Li, Sn, V). (Crespo C., 2012)

- No esenciales: clasificados como no tóxicos a las concentraciones en que se encuentran en el medio ambiente (As, B, Li, Sn, V, Bi, Cs, Pt, Rb, Ab y Sr) y tóxicos, ya que, producen alteraciones indeseables reversibles o irreversibles en el organismo, pudiendo ser incluso letales (Pb, Hg, Be, Cd, Ta, Tl). (Crespo C., 2012)

Los oligoelementos para los seres humanos tienen su eficiencia dentro de límites o niveles normales de concentración para mantener la salud, además, hay que añadir a estos, las vitaminas y otros elementos que son necesarios en mayor cantidad como los macronutrientes: calcio, magnesio, potasio, sodio, cloro, hierro, azufre y fósforo.

Es muy importante que existan determinados elementos químicos en los minerales componentes de los suelos, donde se cultiven vegetales que son alimentos de los seres humanos directamente o a través de animales comestibles, por ende, es conveniente conocer las propiedades químicas de todos esos elementos, su localización en las diferentes rocas de la corteza terrestre, en los suelos de los diferentes terrenos, en las aguas de los mismos, su movilidad en las diversas condiciones fisicoquímicas de cada ambiente y la integración de los mismos en las plantas, que después serán consumidos por animales y seres humanos (en base a una alimentación de vegetales y de animales). (Ramírez & Cámara, 2012.)

Se ha descrito en la literatura que estos elementos tóxicos, denominados metales pesados llegan a humanos y animales, debido a la ingesta de alimentos producidos en

suelos contaminados y/o por contaminación directa a través del agua, depositación atmosférica, fertilizantes, plaguicidas, residuos industriales entre otros (Wuana & Okieimen, 2011).

Por lo tanto, es inevitable la distribución de metales pesados en el medio ambiente, lo cual contribuye a la presencia de estos metales en vegetales y otros alimentos primarios que consumimos a diario.

Elementos como el arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), Mercurio (Hg) o vanadio (V) no representan ningún beneficio para el ser humano a nivel nutricional, pero hay otros metales que a niveles traza en el organismo representan beneficios para los procesos bioquímicos, como hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn), (Falco y col., 2012).

El origen de los metales pesados puede ser natural, es decir, debido a los ciclos biológicos y geológicos (Remache, 2013), ya sea producto del meteorismo o por emisiones volcánicas. También pueden ser de origen antrópico, es decir, debido a la intervención humana en el ciclo biogeoquímico de los metales pesados que con el pasar del tiempo ha ido aumentando paralelamente al desarrollo industrial y tecnológico (Delgadillo y col., 2016).

1.3 Fuentes de contaminación

1.3.1 Emisiones volcánicas

Las partículas de ceniza contienen micro elementos como boro, magnesio, manganeso, arsénico, vanadio, y polifenol, que permiten a la tierra recobrar elementos que se pierden por el uso agrícola, pero a su vez, la gran acumulación debido a la sedimentación de grandes cantidades de ceniza, permite la disponibilidad de componentes tóxicos ricos en estos metales por las plantas y vegetales (BUAP, 2012).

1.3.2 Depositación atmosférica

La contaminación atmosférica, debido a procesos antrópicos y naturales, otorga partículas de diferentes compuestos al ambiente, por ejemplo, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y así mismo, metales pesados, los cuales poseen la capacidad de transportarse y depositarse en suelos y aguas, siendo el plomo, el principal elemento presente, debido a las emisiones vehiculares, el cual se acumula en la superficie donde puede ser retenido, disuelto o fijado por adsorción de las plantas (Machado y col., 2008).

1.3.3 Industria

El papel que han desempeñado los metales en el desarrollo de las civilizaciones es esencial. Los metales pesados están presentes en la mayoría de los efluentes industriales, a veces en concentraciones que exceden los límites permitidos por la ley para ser liberados al medio.

Las principales industrias generadoras de metales pesados, son: automotriz, electrodoméstica, aeronáutica, mobiliario metálico, decoración, arquitectura metálica, electricidad, electrónica, curtiembres, etc.

La industria minera es una de las que aporta mayor cantidad de metales al medio ambiente (según el sector) los cuales pueden incorporarse a cuerpos de agua en forma de compuestos insolubles o como iones, dependiendo del pH (Loiácono y col, 2004). Las aguas residuales no tratadas o filtración de relaves, pueden llegar a contaminar las napas subterráneas. Además, las excavaciones y mantenimientos de caminos pueden transportar una gran cantidad de estos metales, contaminando el suelo, las plantas y los tejidos orgánicos. (Puga y col. 2006)

1.3.4 Agua de regadío

Encontrar metales pesados en el agua destinadas al riego, es algo común, debido a la contaminación continua de ellas por efluentes industriales, lo que las hace portadoras de metales pesados, sedimentando en el suelo y siendo absorbido por plantas y vegetales, quedando disponibles para ingresar a la cadena alimentaria (Mancilla y col., 2012).

1.3.5 Suelos

Los suelos agrícolas pueden ser contaminados por la acumulación de metales pesados y metaloides a través de emisiones procedentes de zonas industriales, desechos de minería, gasolina, pinturas, fertilizantes, abonos animales, lodos de aguas residuales, pesticidas, riego con aguas residuales, residuos de la combustión del carbón, derrame de productos petroquímicos y deposición atmosférica.

La presencia de metales tóxicos en el suelo puede inhibir la biodegradación de los contaminantes orgánicos, lo que podría repercutir directamente en los seres humanos y el ecosistema a través de la ingestión o contacto directo con el suelo contaminado, afectando la cadena alimentaria (suelo-planta-humano o suelo-planta-animal-humano) lo que reduce en la calidad de los alimentos (Wuana & Okieimen, 2011).

1.3.6 Pesticidas y fertilizantes

En el sector agrícola es común utilizar productos químicos y biológicos para mejorar el rendimiento de los cultivos. Anualmente se utilizan enormes cantidades de pesticidas y fertilizantes en los procesos agrícolas, en donde, los fertilizantes, especialmente, son portadores de metales pesados, los cuales contaminan de forma directa los suelos y pueden ser absorbidos por las plantas e incorporarse en vegetales de consumo animal y humano (Atafar y col., 2008).

1.4 Antecedentes específicos

1.4.1 Plomo

El plomo (Pb) es un elemento químico que se encuentra en el grupo 4A de la tabla periódica, densidad de 11,3 g/cm³ y masa atómica de 207,2. Este metal se encuentra formando parte de minerales como: galena (PbS), anglesita (PbSO₄) y cerusita (PbCO₃) (Kaye, 1986, Burriel y col., 2006).

Antiguamente el plomo se utilizaba en tinturas de cabello e insecticidas, hoy en día el plomo está presente en baterías para automóviles, revestimiento de cables, batas protectoras de radiación, tuberías, balas etc. Este compuesto se absorbe por el tracto respiratorio, donde la exposición crónica a él genera efectos toxicológicos en humanos como hipertensión, abortos espontáneos, insuficiencia renal, daño cerebral. En niños produce, principalmente, alteraciones en el desarrollo cerebral y sistema nervioso central. (Sabine & Griswold 2009).

Este metal se transporta y acumula principalmente en el sistema esquelético, mientras que en cantidades más pequeñas pueden acumularse en el hígado o los riñones. Se ha descubierto que la vida útil del plomo en los huesos humanos es de alrededor de 20 años (Krzywy y col., 2010). Los lactantes y los niños pequeños son un grupo de población particularmente vulnerable a los efectos tóxicos de este elemento, donde incluso pequeñas

cantidades están relacionadas con cambios irreversibles, especialmente en el sistema nervioso central (Ahamed y col., 2007; Liu y col., 2010; Oymak y col., 2009).

Según el indicador de ingesta semanal tolerable provisional (ISTP), la ingesta semanal tolerable de plomo por parte de un ser humano es de alrededor de 0,025 mg/kg de masa corporal total (Sikorski, 2007).

Las principales fuentes de exposición al plomo en el cuerpo, son el aire y los productos alimenticios. Por lo tanto, el metal se absorbe en el cuerpo a través del tracto respiratorio, donde la tasa de absorción de plomo depende de la solubilidad de este en agua, cuanto mayor sea la solubilidad, más rápida será la absorción. (Krzywy y col, 2010). El sistema digestivo, tiene una velocidad de absorción que depende de la composición de los alimentos.

Uno de los alimentos que ha sido tradicionalmente considerado como vehículo de plomo es el vino. La Unión Europea fijó en su momento un máximo de 0,6 mg/L de plomo en vinos (CEE, 1987) y actualmente ha establecido el nivel máximo permisible en 0,2 mg/L (Rgto. N°221/2002). En vinos más jóvenes se aprecia menor concentración de plomo (González y col, 1996).

1.4.2 Cadmio

El cadmio (Cd) es un metal que está en el grupo 2B en la tabla periódica, consta de una densidad de 8,69 g/cm³ y un peso específico de 112,4. Se encuentra generalmente en combinación con zinc (Zn) y se utiliza en la preparación de fertilizantes fosfatados, plaguicidas, baterías, pigmentación de cristalería, entre otros. Este metal se absorbe principalmente por inhalación, donde la exposición reiterativa al cadmio produce los siguientes efectos toxicológicos en humanos, a saber, cáncer, nefrotoxicidad en riñones, infertilidad causada por una falla del sistema reproductivo, desordenes psicológicos y gastrointestinales, fracturas de huesos, complicaciones del sistema nervioso central y deterioro del ADN (Kaye, 1986, Sabine y col., 2009).

La ingesta diaria de cadmio en adultos varía de 25 a 200 µg, con un promedio de 150 µg. Polonia tiene una ingesta diaria entre 23 y 120 µg. Suecia tiene la ingesta más baja de cadmio en los alimentos, siendo de 8 µg, mientras que en Tailandia tiene el registro más alto, con un valor de 177 µg/día. (Wojciechowska-Mazurek y col, 2003). La ingesta semanal que considera las condiciones de seguridad y el nivel de contaminación ambiental es de 7 µg/kg peso corporal/ semana. Según la OMS la ingesta diaria en adultos que no presenta efectos tóxicos es de 0,4 a 0,5 mg/semana y la dosis máxima es de 60 a 70 µg/día. (Radwan & Salama, 2006).

Los principales productos alimenticios que contienen cadmio son, cereales, frutas, hortalizas, carnes y pescados, además, hay estudios que indican que si hay menor cantidad

de hierro en la dieta humana habría una mayor acumulación de cadmio en el tracto gastrointestinal, mientras que si se lleva una dieta nutritiva y balanceada la absorción del cadmio es menor (Radwan & Salama, 2006). Las personas que fuman cigarrillos tienen 45 veces más cadmio en la sangre que los no fumadores, ya que el tabaco libera entre 0,1 a 0,5 μg de cadmio en el cuerpo (Bonda y col, 2007; Wojciechowska-Mazurek y col., 2010).

1.5 Normativa internacional

Es de suma importancia la inocuidad de los alimentos según la necesidad de cada país. Los gobiernos deben establecer y aplicar sistemas eficaces que permitan asegurar que los productores y proveedores de productos alimenticios a lo largo de la cadena alimentaria actúen de forma responsable y suministren alimentos inocuos a los consumidores (OMS, 2015). Además, la contaminación de los alimentos se puede producir en cualquiera de las etapas del proceso de fabricación o distribución de ellos.

Debido al crecimiento industrial en todas las áreas comerciales, la contaminación se ha ido incrementando a lo largo de los años, por ende, la exposición de los alimentos a las sustancias químicas puede provocar intoxicaciones agudas o enfermedades de larga duración. Para ellos existen diferentes normativas y reglamentos para cada país, unos más rigurosos que otros.

La problemática relacionada con la contaminación ambiental está alterando la calidad de vida de las personas y los ecosistemas naturales, afectando directa e indirectamente a todas las especies.

Frente a lo anterior muchos países han establecido normativas y regulaciones con respecto a la presencia de metales pesados en alimentos primarios y procesados. La Unión Europea (UE), tiene establecida la normativa para metales según el Reglamento (CE) N°1881/2006, Indonesia tiene el Reglamento N°55/2016 y decreto N°775/2018 del Ministerio de Agricultura de Indonesia, y Canadá se rige por la ley de administración de alimentos y medicamentos de los EEUU (FDA).

Hay más de 190 países que pertenecen como miembros al CODEX alimentarius y se rigen por su norma (NGCTAP) para regular la concentración de metales y otros contaminantes en vegetales, cereales y productos pecuarios como carnes y leche. (Codex, 1995). En general, algunas normativas y reglamentos difieren con respecto a los límites máximos permitidos para metales pesados como, por ejemplo, la Unión Europea, Indonesia y el Codex Alimentarius, información detallada en las tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1 Concentraciones máxima de cadmio y plomo, en frutas y hortalizas (UE, 2014).

Metal	Contenido máximo
Cadmio (Cd)	Frutas: 0,050 mg/kg Hortalizas: 0,050 mg/kg
Plomo (Pb)	Frutas excepto arándanos: 0,10 mg/kg Arándanos: 0,20 mg/kg Hortalizas de hoja: 0,30 mg/kg

Tabla 2 Concentraciones máximas de cadmio y plomo, en frutas y hortalizas (CODEX,1995).

Metal	Contenido máximo
Cadmio (Cd)	Hortalizas de frutos: 0,050 mg/kg Hortalizas de hojas: 0,20 mg/kg
Plomo (Pb)	Frutas excepto arándanos: 0,10 mg/kg Arándanos: 0,20 mg/kg Hortalizas de hoja: 0,30 mg/kg Hortalizas de fruto: 0,05 mg/kg

Tabla 3 Límites máximos de plomo en frutas (Rgto. N° 55/2016 Indonesia).

Tipo de fruta	Límite máximo para plomo (mg/kg)
Manzana	0,1
Cerezas	0,1
Uva	0,2
Kiwi	0,1
Arándanos	0,2
Pera	0,1

1.6 Contexto Nacional

Considerando el crecimiento industrial y demográfico que ha tenido Chile en los últimos años, han provocado serios problemas de contaminación, donde el medio agua, suelo y atmósfera se han visto directamente perjudicados, debido a la descarga indiscriminada de efluentes industriales, descarga de aguas residuales sin tratar y otros desechos que contienen metales pesados, los cuales se distribuyen en la mayoría de los ambientes, afectando la supervivencia y actividades fisiológicas de los organismos.

Chile en las últimas dos décadas ha tenido un gran crecimiento en las exportaciones de frutas y productos agropecuarios. Esto se debe a que tiene un entorno único para la producción agrícola, hay barreras naturales contra la invasión de plagas y enfermedades, como la Cordillera de los Andes, Océano Pacífico y Desierto de Atacama.

A principios del 2021, Chile registro exportaciones por más de \$2.700 millones de dólares en productos frutícolas, donde la región de O'Higgins encabezó los embarques agropecuarios, seguida por el Maule, la Metropolitana y Valparaíso (Informe mensual comercio exterior de Chile, 2021). Uno de los grandes desafíos para Chile es promover un sistema alimentario que mantenga una excelente posición exportadora, pero que brinde apoyo a los productos más pequeños, mejorando significativamente, la calidad de los productos primarios y procesados (Ríos & Torres, 2014).

A pesar de que Chile es un país pionero en exportación, tiene una gran deficiencia con respecto a la normativa de metales pesados en alimentos, complicando el escenario al momento de definir y establecer estándares de inocuidad para los productos que se consumen dentro y fuera del país. A nivel nacional se utiliza el DTO N°977/96, en donde las concentraciones máximas de cadmio para alimentos primarios no se ven reflejadas, solo hace referencia a la sal y el agua (tabla 4), por lo tanto, este reglamento es insuficiente y no cumple al cien por ciento su función, generando un gran vacío con respecto a las concentraciones de cadmio en alimentos primarios.

Tabla 4 Concentraciones máximas de cadmio y plomo en frutas y hortalizas (DTO 977/96).

Cadmio (Cd)	Límite máximo (mg/kg)
Sal comestible	0,5
Agua mineral de mesa	0,01
Plomo (Pb)	
Conservas de frutas y hortalizas	1,0
Jugos de frutas y hortalizas	0,3
Jugo de limón	1,0
Néctares de fruta	0,2
Néctares de damasco, durazno, pera y guayaba.	0,3

El Ministerio de Agricultura de la República de Indonesia con fecha 12 de noviembre de 2018, comunicó la promulgación del Decreto N° 755, de fecha 06 de noviembre de 2018, que aprueba el reconocimiento del sistema de control de inocuidad de Chile para la exportación de seis especies de fruta chilena fresca hacia ese mercado (uvas, manzanas, arándanos, cerezas, kiwis y peras chilenas), en respuesta a una solicitud formal que realizó el Ministerio de Agricultura a través del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), y que involucró un proceso de postulación que se trabajó en conjunto con los gremios frutícolas del país. Lo anterior permitirá que los envíos de estas especies de fruta puedan ingresar nuevamente a Indonesia a través del puerto de Yakarta, además de los puertos de Surabaya y Belawan y otros, según lo estipulado en el Decreto N° 42 de 2012 del Ministerio de Agricultura.

Tras las exigencias de los consumidores de países como Indonesia y Canadá, es necesario hacer una exhaustiva investigación con estudios internacionales y correlacionar la información para establecer un primer nivel de línea base, es decir, recopilar un conjunto de datos representativos, en este caso de niveles de plomo y cadmio en frutas de

Chile, para definir una situación inicial de la presencia de estos metales en frutas, así se podrá monitorear y evaluar a futuro los cambios que puedan haber en estos resultados. Además, la investigación abarcará aspectos toxicológicos de estos metales y sus posibles orígenes como contaminantes, para cumplir con la normativa requerida.

1.1 Objetivo general

Identificar normas nacionales e internacionales relacionadas con las concentraciones permitidas de plomo y cadmio, comprender la toxicología de estos en humanos, además, analizar por medio de un análisis descriptivo la base de datos entregada por el SAG para establecer una propuesta de línea base sobre la presencia de estos metales en frutas de exportación.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar una línea base en relación a la calidad de frutas producidas en Chile (arándanos, cerezas, peras, kiwis, uvas y manzanas), con respecto a los niveles de plomo y cadmio que contengan, empleando una base de datos obtenidos por espectroscopia de absorción atómica.
- Identificar aspectos toxicológicos de plomo y cadmio en seres humanos, mediante la recopilación bibliográfica relacionada con los efectos en la salud y en el medio ambiente de estos metales, asociados a su presencia en alimentos primarios.
- Estudiar normativas internacionales asociadas a la presencia de plomo y cadmio en alimentos primarios, para ser contrastada con las normativas nacionales y establecer directrices en el control de la contaminación de estos metales en el sector agropecuario.

II. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo se basará y apoyará en una revisión bibliográfica de normativas nacionales e internacionales sobre la presencia de plomo y cadmio en alimentos primarios.

La propuesta de línea base, se apoyará en datos sobre niveles de plomo y cadmio en frutas, obtenidos y analizados en el Laboratorio de Química e inocuidad alimentaria del Servicio Agrícola y Ganadero entre los años 2019 y 2020.

Con la sistematización e integración de los objetivos específicos, se elaborarán las sugerencias primarias para una futura normativa de control y regulación.

2.1 Muestreo

Para las especies de manzana, pera, arándano, kiwi y cereza, el muestreo se realiza en las plantas de proceso o packing, sobre el producto terminado, ya sea, embalado en su envase definitivo de exportación, al final del proceso de embalaje o palletizado. Estas muestras se extraen de al menos 5 cajas de forma aleatoria.

Para la uva, el muestreo para análisis, se realiza en el predio de cada productor, durante la cosecha, donde cada variedad es destinada a exportación. Al igual que en el caso anterior, la extracción de la muestra debe ser de forma aleatoria.

- En el año 2019, se realizó el muestreo en las siguientes regiones.



Figura 1 Región de Atacama (III), se muestreo uva en la localidad de Copiapó, Huasco y Atacama.



Figura 2 Región de Coquimbo (IV), se muestreo uva en la localidad de Elqui, Limarí y la Serena.

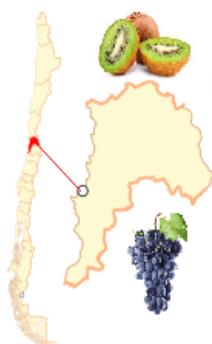


Figura 3 Región de Valparaíso (V), se muestrearon dos tipos de fruta, kiwi en San Felipe y uvas en Los Andes y San Felipe.



Figura 4 Región Metropolitana (XIII), se muestrearon tres tipos de fruta, kiwi y uva en Maipo, y pera en R.M.

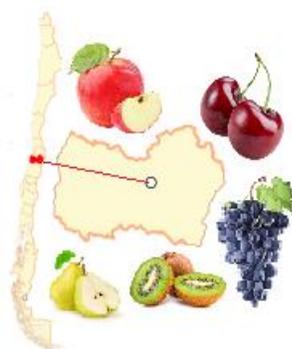


Figura 5 Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI), se muestrearon cinco tipos de frutas, kiwis en San Vicente y San Fernando, peras y manzanas en San Vicente, San Fernando, Rengo y Rancagua, cerezas en Placilla, Rancagua y San Fernando, y uvas en San Vicente, San Fernando, Malloa, Rancagua y Las Cabras.



Figura 6 Región del Maule (VII), se muestrearon cuatro tipos de frutas, kiwi en Maule, Manzana en Linares y Maule, arándanos en Linares y cerezas en Curicó.



Figura 7 Región del Biobío (VIII), se muestrearon dos tipos de fruta, manzana en Los Ángeles y Arándanos en Los Ángeles.



Figura 8 Región de la Araucanía (IX), se muestrearon dos tipos de fruta, manzanas en Angol y Temuco, y Arándanos en Villarrica y Temuco.

- En el año 2020, se realizó el muestreo en las siguientes regiones.



Figura 9 Región de Atacama (III), se muestreo uva en la localidad de Atacama.



Figura 10 Región de Coquimbo (IV), se muestreo uva en la localidad de La Serena.

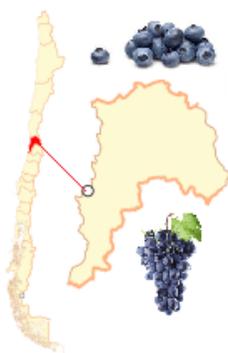


Figura 11 Región de Valparaíso (V), se muestrearon dos tipos de fruta, arándanos en Quillota y uvas en Los Andes.



Figura 12 Región Metropolitana (XIII), se muestrearon cinco tipos de fruta, kiwi, uva, pera, arándanos y cerezas en R.M.



Figura 13 Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI), se muestrearon cinco tipos de frutas, kiwis en O'Higgins, peras y manzanas en O'Higgins y Rancagua y uvas en Rancagua y Las Cabras.



Figura 14 Región del Maule (VII), se muestrearon cuatro tipos de frutas, kiwi en Teno, Manzana, en Maule, Teno y Romeral, arándanos en Linares, Maule y cerezas en Curicó y Teno.



Figura 15 Región del Biobío (VIII), se muestrearon dos tipos de fruta, manzana en Biobío y Arándanos en Los Ángeles y Concepción.



Figura 16 Región de la Araucanía (IX), se muestrearon dos tipos de fruta, manzanas en Araucanía y Arándanos en Villarrica, Angol y Araucanía.



Figura 17 Región de Aysén (XI), se muestreo cereza en la localidad de Aysén y Chile chico.



Figura 18 Región de Ñuble (XVI), se muestreo arándanos en la localidad de San Carlos.

2.2 Análisis de muestras

En el centro Lo Aguirre del SAG, específicamente en el laboratorio de química e inocuidad de alimentos, cada muestra de fruta con presencia de plomo y cadmio, es previamente digerida por medio de digestión de microondas, luego se analiza mediante espectrofotometría de absorción atómica con cámara de grafito, donde la muestra es llevada al estado de gas atómico excitado, momento en que se produce la lectura de los átomos que vuelven al estado basal. La cuantificación se realiza de acuerdo al modelo de Lamber Beer, donde la relación que hay entre la potencia incidente y la potencia transmitida resulta en la medida de concentración del metal presente en la muestra. Las técnicas utilizadas son validadas con alcance en manzanas, peras, cerezas, arándanos, uvas y kiwis del programa de monitoreo.

- **Validación para cadmio y plomo.**

Se crea un plan de validación, donde se realiza la verificación de esta técnica considerando un rango de concentración de trabajo desde 0,08 a 1,1 $\mu\text{g/L}$ para cadmio y plomo, preparando el analito como estándar puro.

Tabla 5 Plan de validación para cadmio y plomo en distintas frutas.

Verificación Día	Replicado 0,2 $\mu\text{g/L}$	Replicado 0,5 $\mu\text{g/L}$	Replicado 0,8 $\mu\text{g/L}$	Replicado 1,0 $\mu\text{g/L}$	Muestras blanco
1	3	3	3	3	6
2	3	3	3	3	6
3	3	3	3	3	6
Total	9	9	9	9	54

Fuente: SAG.

En resumen, cada verificación consta de muestras adicionadas en cada nivel en triplicado, 6 muestras blancos sin adición y una curva de calibración con estándares puros, esto se aplica para las seis frutas analizadas.

- Donde las condiciones instrumentales de trabajo fueron las siguientes:

- **Cadmio**

λ (nm): 228,8

slit (nm): 1

Corrector fondo: On

Chiller: On

Gases: Argón

Flujos L/min: 0,3

- **Plomo**

λ (nm): 283,3

slit (nm): 1

Corrector fondo: On

Chiller: On

Gases: Argón

Flujos L/min: 0,3

A modo de ejemplo, en la figura 19 del Anexo 1, se presenta la curva de ajuste obtenida para los estándares puros de cadmio en muestras de pera, en el rango de trabajo de 0,08 a 1,1 $\mu\text{g/L}$. Además, se realiza un ANOVA para la concentración de cadmio en peras encontrando que hay significancia estadística entre los valores medidos durante el proceso de validación.

En la figura 20 Anexo 1, se presenta la curva de ajuste obtenida para los estándares puros de plomo en muestras de pera, en el rango de trabajo de 0,08 a 1,1 $\mu\text{g/L}$. Además, se realiza un ANOVA para la concentración de plomo en peras encontrando que no hay significancia entre los valores medidos durante el proceso de validación.

2.2.1 Equipos

- a) Refrigerador para almacenar estándares entre 2 y 8 °C.
- b) Refrigerador para almacenar muestras entre 2 y 8 °C.
- c) Balanza Analítica $\pm 0,0001$ g.
- d) Campana con extractor de gases corrosivos.
- e) Espectrofotómetro de absorción atómica Agilent FS 280.
- f) Lámpara de cátodo hueco para Cadmio y Plomo.
- g) Vortex.
- h) Digestor de microondas Mars6.

2.2.2 Materiales

- a) Matraz aforado 1 L., clase A.
- b) Matraz aforado de 10 ml, clase A.
- c) Matraz aforado de 25 ml, clase A.
- d) Probeta de 100, 50 y 25 ml.
- e) Micropipeta. Rango 200 - 1000 μ l, 0,5-5 ml.
- f) Embudos de plástico.
- g) Espátula en teflón.
- h) Tubos falcón de 50 ml.

2.2.3 Reactivos y soluciones

- a) Ácido nítrico 65% p.a.
- b) Ácido nítrico puro destilado por el laboratorio.
- c) Tritón X-100.
- d) Agua desionizada.

- e) Estándar certipur de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1000 mg/L, 1% v/v HNO_3 .
- g) Estándar multielemento 100 ppm, % v/v HNO_3 .
- f) Estándar certipur de $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 1000 mg/L.

2.2.4 Preparación de estándares, curva de calibración y Fortificados.

Tabla 6 Preparación de estándares.

Estándares	Concentración final	Volumen de adición de Std.	HNO_3 grado trace	Volumen de aforo
Std. ME I	1 mg/L	0,25 ml std ME 100 mg/L	100 μL	25 ml*
Std. ME II	0,1 mg/L	2 ml Std ME I	100 μL	20 ml*

* El aforo debe realizarse con agua grado miliq o HPLC.

Tabla 7 Preparación curva de calibración.

Concentración final del Std.	Volumen de adición de Std.	Volumen sol. HNO_3	Volumen final de aforo*
1 $\mu\text{g/L}$	100 μL Std trabajo ME II	0,1 ml	10ml
4 $\mu\text{g/L}$	400 μL Std trabajo ME II	0,1 ml	10ml
7 $\mu\text{g/L}$	700 μL Std trabajo ME II	0,1 ml	10ml
11 $\mu\text{g/L}$	1100 μL Std trabajo ME II	0,1 ml	10ml

* El aforo debe realizarse con agua grado miliq o HPLC.

** Corresponde al STD Check para optimizar el equipo

Los siguientes estándares se preparan a partir de la solución ME de 1 ppm, confeccionada anteriormente.

Tabla 8 Preparación de estándares preparada a partir de la solución ME anterior 1 mg/L.

Concentración final del Std.	Volumen de adición de Std.	Volumen final de aforo	Analito a chequear
0,030 mg/L	300 μL Std ME 1 mg/L	10ml*	Plomo
0,0011 mg/L	110 uL Std 0,1 mg/L	10 ml	Cadmio

* El aforo debe realizarse con agua grado miliq o HPLC.

2.2.5 Procedimientos

2.2.5.1 Digestión de la muestra

Almacenar la muestra en refrigerador, hasta el momento de realizar el análisis. Homogeneizar el tejido del fruto en procesador de alimentos 123, picar en trozos y preparar el homogeneizado del producto. Colocar en frasco plástico y guardar en refrigerador, hasta su extracción y análisis. Rotular con, N° protocolo, clave, matriz, fecha e iniciales de quien preparó la muestra.

- a) Pesar 2 +/- 0,01 g de muestra en un tubo digestor easyprep. Registrar la masa y el número de la muestra en hoja de trabajo.
- b) Masar un duplicado y tres más para los fortificados. Registrar masa y número de muestra en la hoja de trabajo.
- c) A cada una de las muestras a ser fortificadas, se deberá adicionar 0,40 ml del estándar Std ME II de 0,1 mg/L, respectivamente. Para obtener una concentración final de 20 ng/g.
- e) Adicionar 10 ml de ácido nítrico Grado trace, dejar reposar 15 min y tapar inmediatamente los tubos.
- f) Digerir de acuerdo a programa microondas modo onetouch muestras tejido frutas.
- g) Evaporar todas las muestras utilizando el sistema microvap a 2 mL aproximadamente.
- h) Por último, trasvasiar el residuo a un tubo falcón aforando a 20 mL volumen final. Aforar con agua desionizada.

2.2.5.2 Análisis Instrumental en Horno de grafito

En la determinación del analito se opera según las especificaciones del instructivo del Espectrofotómetro de Absorción Atómica Agilent FS 280, modo horno grafito y que involucra la medición de los estándares acuosos, un material para el control del proceso instrumental (de alta pureza) y su blanco (blanco instrumental), la muestra tejido a analizar y la muestra fortificada, que es leída cada 10 muestras.

Las condiciones operacionales para determinar Pb y Cd por absorción atómica, son las siguientes:

Plomo

λ (nm): 283,3

slit (nm): 1

Corrector fondo: On

Corriente mA: 10

Modificador: 8

Gases: Argón

Flujos L/min: 0,3

Cadmio

λ (nm): 228,8

slit (nm): 1

Corrector fondo: On

Corriente mA: 4

Modificador: 8

Gases: Argón

Flujos L/min: 0,3

- Para plomo

a) Crear un archivo con nombre de matriz y fecha para el analito Pb en el modo horno grafito.

- b) Ingresar al menú desarrollar un método para plomo, eligiendo opciones como, absorbancia, concentración, altura del pico, integración, tiempos de medición 5 segundos, modo concentración. Corriente de lámpara de cátodo hueco 10 mA, longitud de onda 283,3 nm, ancho de rendija 1 nm, corrección de fondo ON.
- c) Chequear con la fuente de luz para plomo, que el haz de luz este pasando central a la ranura y superficie del horno grafito.
- d) Ajuste la ganancia de manera que esta sea lo más cercano a 100%.
- e) Use modelo regresión lineal para estándares puros en solución acuosa e ingrese los datos de los 4 estándares puros preparados.
- f) Encender la lámpara de cátodo hueco con el botón optimice, espere cinco minutos y ajuste ganancia a $24 \pm 20\%$.
- g) Partir chequeando la sensibilidad instrumental, es decir, $30 \mu\text{g/L}$ de Pb ≥ 0.15 de absorbancia, sino ajuste las condiciones de optimización hasta llegar al valor, ej: alineación del horno, ganancia, alineación del capilar, mecanismo de inyección (sin burbujas). Chequear solución de trabajo.
- h) Inyectar tres veces la solución de $30 \mu\text{g/L}$ y verifique que absorbancia es $> 0,15$ UA. Sino, volver a repetir operación hasta alcanzar el valor.
- i) Crear un nuevo archivo solo para leer curva de calibración, control, muestras y sus fortificados. Su pendiente, está contenida entre [pendiente $\pm 2\text{DS}$ pend] y R^2 es $> 0,99$, entonces aceptar curva de calibración. Sino, repetir y preparar el estándar errado hasta lograr.
- j) Mediciones de muestras: llevar al equipo las muestras pre-tratadas.
- k) Etiquetar en orden a la preparación y cargar en módulo autosampler PSD.

l) Leer muestras

• Para cadmio

- a) Crear un archivo con nombre de matriz y fecha para el analito Cd en el modo horno grafito.
- b) Seleccionar corriente 4 mA, modo absorbancia, retardo lectura 5 seg, 7 puntos, modo integración, posición de lámpara según equipo.
- c) Ingrese longitud de onda, ancho de rendija, corriente etc.,.
- d) Ingrese los 4 estándar preparados en ppb, regresión modo lineal, y $RSD \leq 0,01$ UA; $R \geq 0,99$; LD =0,1; LD instrumental =0,1.
- e) Partir chequeando la sensibilidad instrumental, es decir, 1,1 $\mu\text{g/L}$ de Cd $\geq 0,14$ de absorbancia, sino ajuste las condiciones de optimización hasta llegar al valor, ej: alineación del horno, ganancia, alineación del capilar, mecanismo de inyección (sin burbujas). Chequear solución de trabajo.
- f) Inyectar tres veces la solución de 1,1 $\mu\text{g/L}$ y verifique que absorbancia es $> 0,14$ UA. Sino, volver a repetir operación hasta alcanzar el valor.
- g) Crear un nuevo archivo solo para leer curva de calibración, control, muestras y sus fortificados. Si pendiente, está contenido entre [pendiente +/- 2DS pend] y R^2 es $> 0,99$, entonces aceptar curva de calibración. Sino, repetir y preparar el estándar errado hasta lograr.

2.3 Análisis y procesamiento de la base de datos

De este programa de monitoreo, realizado por el SAG, se obtuvieron más 350 datos entre el 30 de enero y 18 de diciembre del año 2019 y más de 400 datos entre el 11 de febrero y 3 de diciembre del año 2020, considerando los niveles de concentración de plomo y cadmio.

En el programa Excel, se han relacionado dos archivos, uno con el resumen de los datos donde se indica el número de muestra, de protocolo y datos según el límite de cuantificación y detección para cada metal y otro con el control de los datos en bruto de los niveles de cadmio y plomo presente en las muestras de fruta.

Se realizará un estudio descriptivo, donde los datos se clasifican por sector (región), relacionando los datos con el número de muestra para obtener el nivel de concentración de plomo y cadmio, catalogándolos como detectado (D) y no detectado (ND).

2.4 Búsqueda y sistematización de información bibliográfica

La búsqueda de información se basará en revistas científicas, como SCOPUS, SCIELO, tesis y papers, filtrando la información en estudios relacionados con niveles de cadmio y plomo, en frutas y verduras consumidas en la dieta diaria de las personas.

Con respecto a la información toxicológica, se hará la búsqueda en relación a enfermedades provocadas por el consumo de cadmio y plomo, los efectos que tienen en la salud de las personas a largo plazo tras ser expuestas a estos metales y las consecuencias que trae al medio ambiente.

La normativa se buscará en sitios oficiales de cada país, relacionadas con frutas y verduras.

2.5 Propuesta de línea base

La línea base que se desea proponer, se construirá de acuerdo a los datos proporcionados por el SAG a través de su programa de monitoreo año 2019 – 2020, analizándolos según la región de muestreo y nivel de concentración de plomo y cadmio en las muestras de frutas.

Las tablas realizadas con los datos obtenidos de cada muestra, se filtrarán acorde si el dato de concentración es detectado (D) o no detectado (ND), según los límites permitidos de concentración en el reglamento nacional e internacional, de modo que el número total muestreado (n) se acote para definir los límites de concentración en la línea base nacional para plomo y cadmio.

De esa forma, se podrá establecer un modelo a seguir, una ruta, para los próximos estudios y programas con respecto a niveles de plomo y cadmio en frutas a lo largo de todo Chile, de esa forma se obtendrá un registro anual de estos datos y así poder generar una comparación futura, para identificar cambios a lo largo del tiempo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del programa de monitoreo del SAG, exigido por Indonesia y Canadá, se obtuvieron los datos de concentración de plomo y cadmio de seis especies de frutas: kiwis, arándanos, manzanas, peras, cerezas y uvas, las cuales fueron recolectadas por inspectores del SAG, en diez regiones: Región de Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Libertador Bernardo O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Aysén, Metropolitana y Ñuble.

En el programa Excel, se relacionaron dos archivos correspondientes al resumen de los datos donde se indica el número de muestra, el N° de protocolo, y otro con el control de los datos de los niveles de cadmio y plomo presente en las muestras de fruta. Según el análisis realizado, se obtuvieron las siguientes tablas.

3.1 Resultados año 2019 – 2020.

- Región de Atacama (III)

Tabla 9 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Atacama (III) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Atacama									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
194	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
195	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
330	Uva	1,51	1,1	3,8	D	27	1,3	13	D
381	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND

En la tabla 9, en relación a los niveles de cadmio, solo la muestra 330 está detectada, bajo el límite de cuantificación y para los niveles de plomo está detectada la misma muestra y se encuentra sobre el límite de cuantificación.

Tabla 10 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Atacama (III) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Atacama									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
226	Uva	4,2	1,1	3,8	D	54,4	1,3	13	D
564	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	7,7	1,3	13	D
565	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	9,0	1,3	13	D
566	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	4,9	1,3	13	D
583	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	3,8	1,3	13	D

En la tabla 10, se observa para los niveles de cadmio que la solo la muestra 226 está detectada y se encuentra sobre el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo todas las muestras están detectadas, pero solo la 226 está sobre el límite de cuantificación.

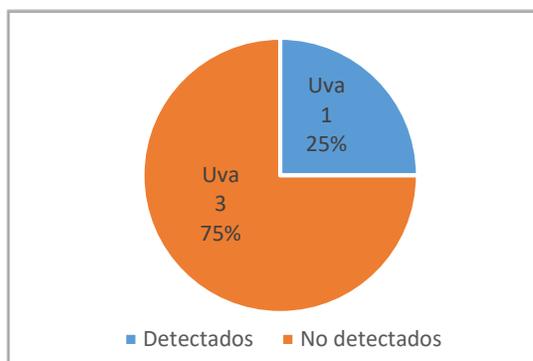


Figura 21 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2019.

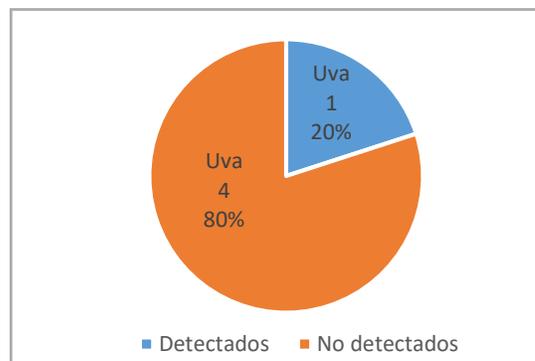


Figura 22 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2020.

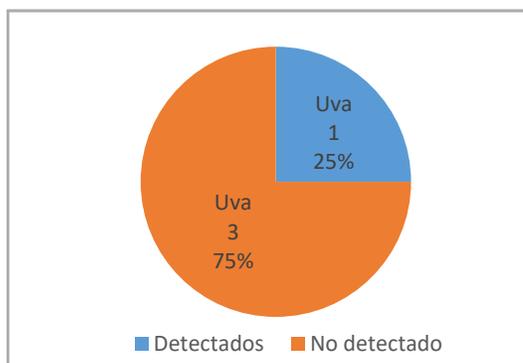


Figura 23 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2019.



Figura 24 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Atacama (III) año 2020.

De la figura 21 se observa, que en la región de atacama en el año 2019 solo el 25% del total de las muestras de uva fueron detectadas, es decir, una de las cuatro muestras está sobre el límite de detección. Para el año 2020, en la figura 22, se analizó el mismo tipo de fruta, donde el 20% del total fueron detectadas, es decir, una de las cinco muestras está sobre el límite de detección.

De la figura 23 se observa, que en la región de atacama en el año 2019 solo el 25% del total de las muestras de uva con respecto a los niveles de plomo fueron detectadas, es decir, una de las cuatro muestras está sobre el límite de detección. Para el año 2020, en la figura 24, se analizó el mismo tipo de fruta, donde el 100% del total fueron detectadas, es decir, todas las muestras están sobre el límite de detección.

- Región de Coquimbo (IV)

Tabla 11 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Coquimbo (IV) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Coquimbo									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
79	Uva	3	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
80	Uva	1,2	1,1	3,8	D	17,6	1,3	13	D
81	Uva	1,5	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
150	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
149	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	14,7	1,3	13	D

En la tabla 11, solo tres muestras 79, 80 y 81 de cadmio están detectadas, pero bajo el límite de cuantificación. Para el caso del plomo, dos muestras 80 y 149, están detectadas y se encuentran sobre el límite de cuantificación.

Tabla 12 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas de la Región de Coquimbo (IV) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Coquimbo									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
145	Uva	1,45	1,1	3,8	D	38,04	1,3	13	D
146	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	2,51	1,3	13	D
147	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	3,12	1,3	13	D
546	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	27,0	1,3	13	D
547	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	13,6	1,3	13	D

En la tabla 12, para los niveles de cadmio solo la muestra 145 está detectada, pero está bajo el límite de cuantificación y para los niveles de plomo todas las muestras están detectadas y solo dos muestras, 145 y 547 están sobre el límite de cuantificación.

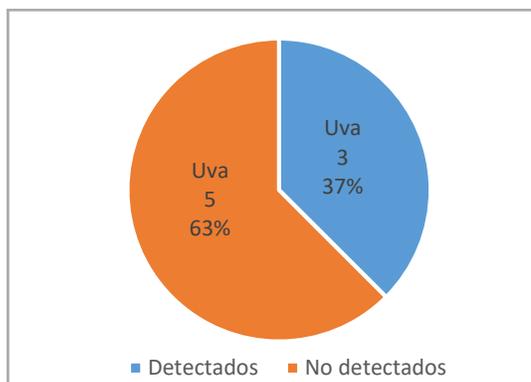


Figura 25 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2019.

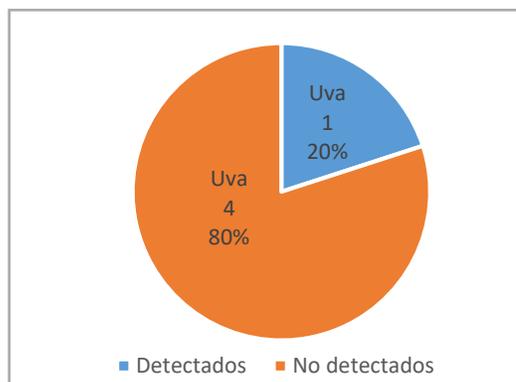


Figura 26 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2020.

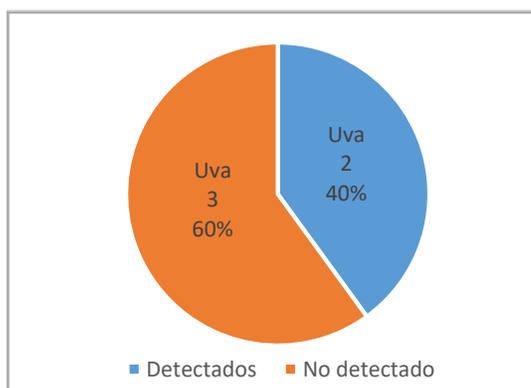


Figura 27 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2019.

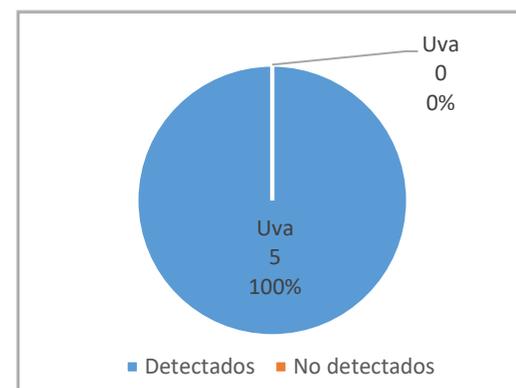


Figura 28 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas en la Región de Coquimbo (IV) año 2020.

De la figura 25, en la Región de Coquimbo, para el año 2019 se obtiene que un 37% del total de las muestras de uvas con respecto a los niveles de cadmio fueron detectadas, es decir, tres de ocho muestras se encuentran sobre el límite de detección. Para el año 2020, en la figura 26, el 20% del total, es decir, una de las cinco muestras de cadmio en uva se encuentra sobre el límite de detección. Por lo tanto, en el año 2019, las muestras presentadas en el programa del SAG contenían una mayor cantidad de cadmio en las uvas.

De la figura 27, en la Región de Coquimbo, para el año 2019 se obtiene que un 40% del total de las muestras de uvas con respecto a los niveles de plomo fueron detectadas, es decir, dos de cinco muestras se encuentran sobre el límite de detección. En el año 2020, figura 28, el 100% de las muestras de uva con respecto a los niveles de plomo se encuentra sobre el límite de detección. Por lo tanto, en el año 2020, las muestras presentadas en el programa del SAG contenían una mayor cantidad de plomo en las uvas.

- Región de Valparaíso (V)

En la tabla 13 del Anexo 2, con respecto a los niveles de cadmio, cuatro muestras 276, 277, 628 y 629 son detectadas, donde solo la muestra 276 tiene un valor sobre el límite de cuantificación. En relación a los niveles de plomo, doce muestras son detectadas y seis de ellas, 273, 276, 277, 396, 628 y 629, están por sobre el límite de cuantificación.

En la tabla 14 del Anexo 2, para cadmio hay doce muestras detectadas, pero solo la muestra 1756 está sobre el límite de cuantificación. En relación a los niveles de plomo, todas las muestras están detectadas y solo dieciséis muestras se encuentran sobre el límite de cuantificación.

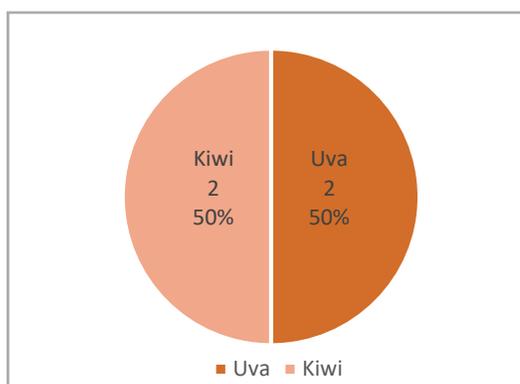


Figura 29 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva y kiwi en la Región de Valparaíso (V) año 2019.

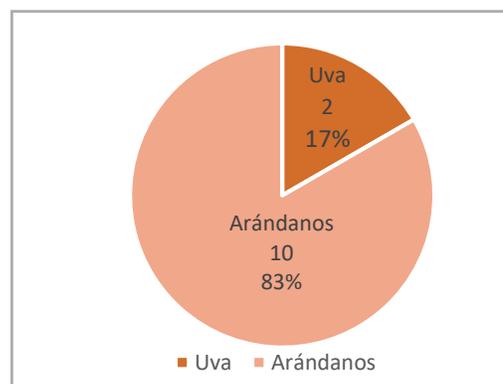


Figura 30 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva y arándanos en la Región de Valparaíso (V) año 2020.

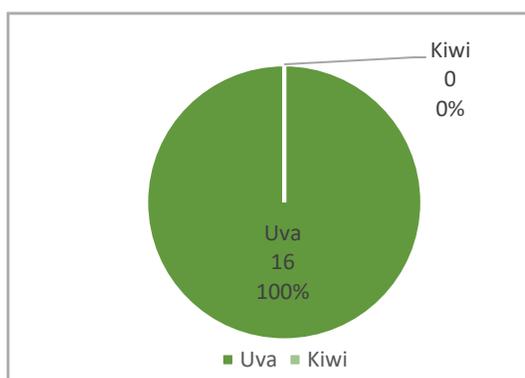


Figura 31 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva y kiwi en la Región de Valparaíso (V) año 2019.

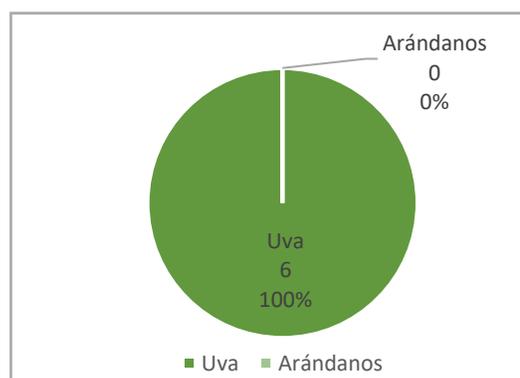


Figura 32 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva y arándanos en la Región de Valparaíso (V) año 2020.

Con respecto a los niveles de cadmio en la Región de Valparaíso (V), para el año 2019, todas las muestras de kiwi que se analizaron son detectadas, sin embargo, para las muestras de uva, solo dos de dieciocho muestras fueron detectadas.

Dentro del año 2020 fueron detectadas más muestras de fruta que en el año 2019, predominando las muestras de arándanos por sobre la de uva, además, todas las muestras

de arándanos fueron detectadas, no así, para el caso de las uvas, donde hubo un mayor porcentaje de muestras no detectadas por sobre las detectadas para el año 2020.

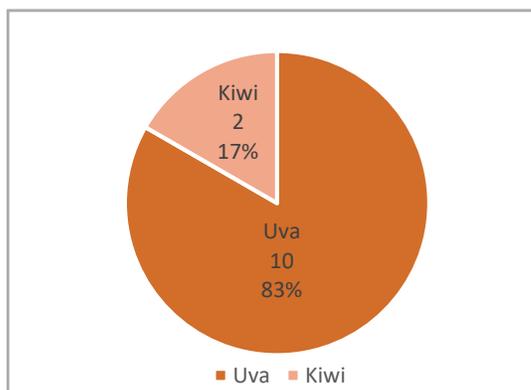


Figura 33 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva y kiwi en la Región de Valparaíso (V) año 2019.

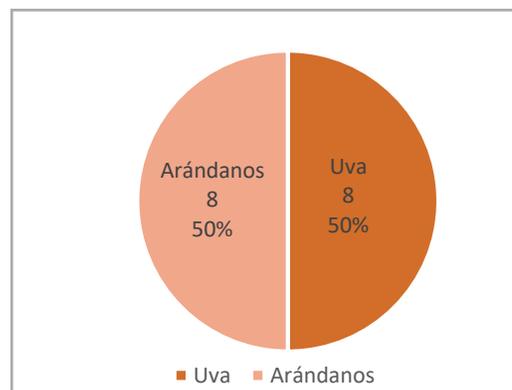


Figura 34 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva y arándanos en la Región de Valparaíso (V) año 2020.

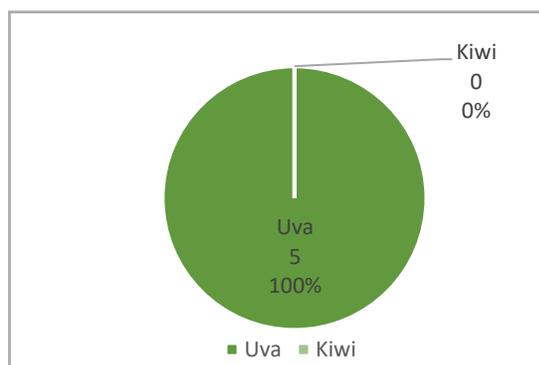


Figura 35 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva y kiwi en la Región de Valparaíso (V) año 2019.

Con respecto a los niveles de plomo en la Región de Valparaíso (V), para el año 2019, todas las muestras de kiwi que se analizaron se encuentran detectadas y para las muestras de uva, diez están detectadas de un total de quince.

Dentro del año 2020, todas las muestras fueron detectadas, donde cada tipo de fruta tuvo un 50% de sus muestras detectadas, es decir ocho por cada tipo de fruta.

- Región Metropolitana (XVIII)

En la tabla 15 del Anexo 3, se observa que para los niveles de cadmio solo la muestra 277 es detectada, pero está bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo, seis muestras aparecen como detectadas y se encuentran sobre el límite de cuantificación.

En la tabla 16 del Anexo 3, para los niveles de cadmio ocho muestras están detectadas, pero bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo treinta y cinco muestras están detectadas, pero solo veintiuna muestras se encuentran sobre el límite de cuantificación.

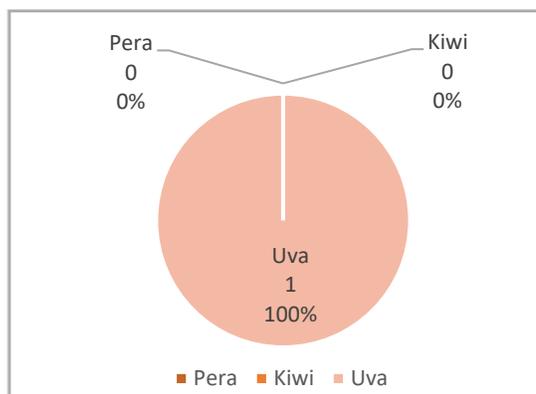


Figura 36 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.

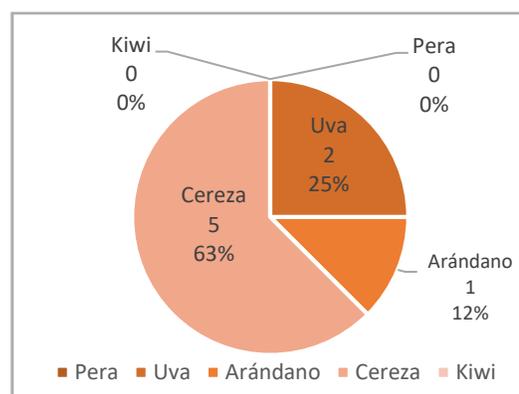


Figura 37 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi, arándanos, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.

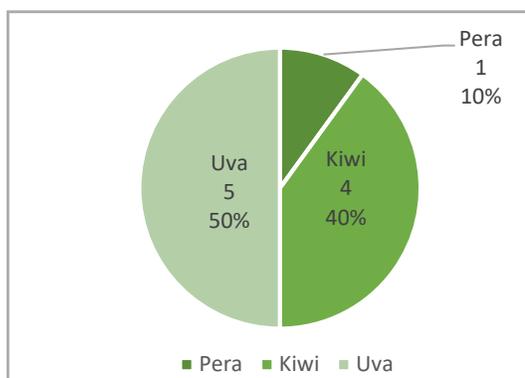


Figura 38 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.

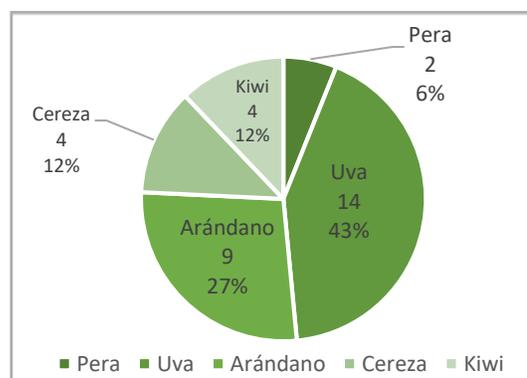


Figura 39 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi, arándanos, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.

Con respecto a los niveles de cadmio en la Región Metropolitana (XIII), para el año 2019, de los tres tipos de frutas solo fue detectada una de seis muestras de uva. Además, para kiwi y pera todas sus muestras fueron no detectadas.

Para el año 2020 fueron detectadas más muestras de fruta que en el año 2019, debido a que se analizaron más tipos de fruta, predominando las muestras de cerezas con un 63% de valores detectados, seguida por las muestras de uva con un 25% y la de arándanos con un 12% de sus muestras detectadas. Sin embargo, para las muestras de uva y arándanos hubo más cantidad de muestras no detectada, y para kiwi y pera todas sus muestras fueron no detectadas.

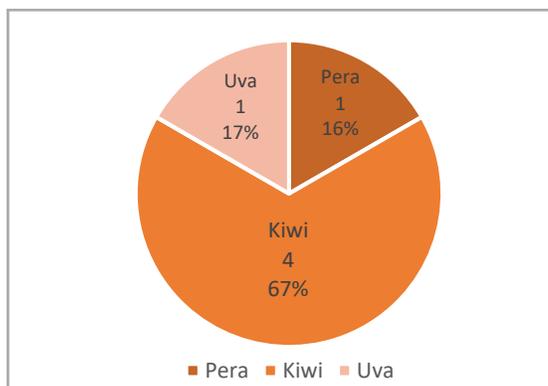


Figura 40 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.

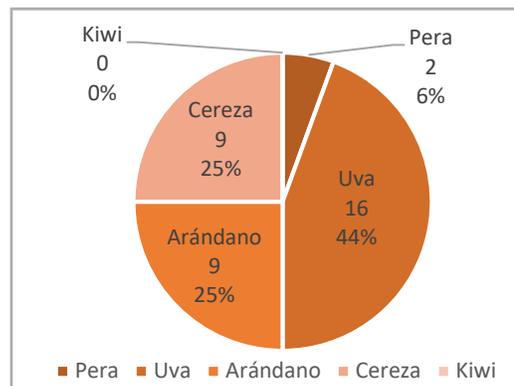


Figura 41 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi, arándanos, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.

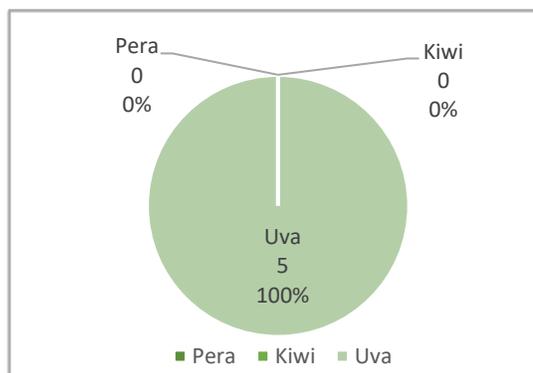


Figura 42 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi y pera en la Región Metropolitana (XIII) año 2019.

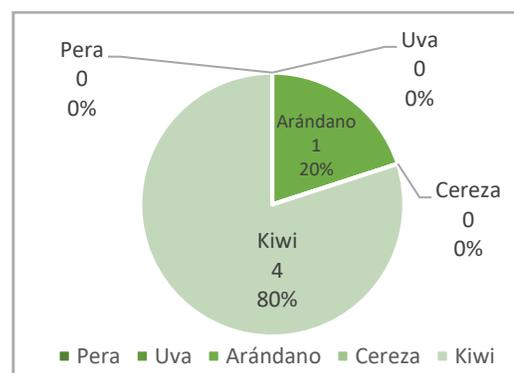


Figura 43 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi, arándano, pera y cereza en la Región Metropolitana (XIII) año 2020.

Con respecto a los niveles de plomo en la Región Metropolitana (XIII), para el año 2019, de los tres tipos de frutas predominó la de kiwi con todas sus muestras detectadas. Para pera y uva solo hubo una muestra detectada.

En el año 2020 fueron detectadas más muestras de fruta que en el año 2019, debido a que se analizaron más tipos de fruta, predominando la de uva con un 44% con todas sus

muestras detectadas, seguida por las muestras de cereza con un 25% donde todas fueron detectadas y arándanos con nueve muestras detectadas del total de diez muestras. Además, ninguna muestra de kiwi tiene un valor detectado.

- Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI)

En la tabla 17 Anexo 4, se observa para los niveles de cadmio que quince muestras son detectadas, pero solo tres de ellas, 190, 497 y 1386 tienen resultados sobre el límite de cuantificación. Para plomo fueron detectadas cuarenta y cinco muestras y solo veintidós muestras tienen valores sobre el límite de cuantificación.

En la tabla 18 Anexo 4, para los niveles de cadmio hay cuatro muestras detectadas, pero solo la 189 y 509 están sobre el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo cuarenta y un muestras están detectadas y solo veintisiete de ellas se encuentran sobre el límite de cuantificación.

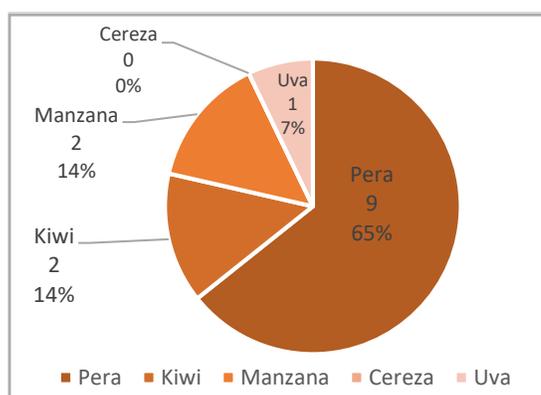


Figura 44 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.

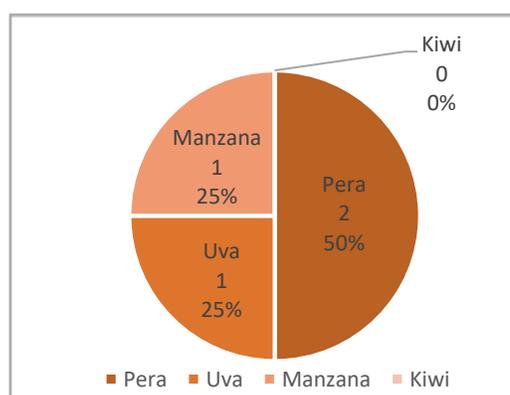


Figura 45 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.

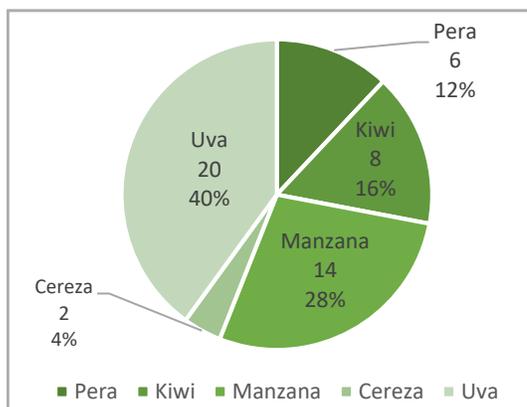


Figura 46 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.

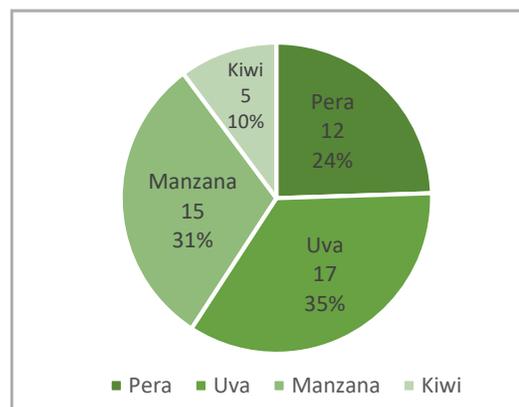


Figura 47 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.

Para el año 2019, figura 44, donde predominan las muestras de pera en relación a cadmio, con un 65% del total, es decir, nueve de quince salieron detectadas, luego siguen las de manzana con dos de dieciséis muestras detectadas (14%), las de kiwi con dos de diez muestras detectadas (14%) y uva con una de veintiuna muestras detectadas. Además, ninguna muestra de cereza está detectada.

En el 2020, figura 45, a pesar que predomina las muestras de pera, hay menor cantidad que en el 2019, ya que solo dos de catorce muestras están detectadas, para uva una de dieciocho muestras está detectada, para manzana una de dieciséis muestras está detectada y para kiwi ninguna muestra esta detectada.

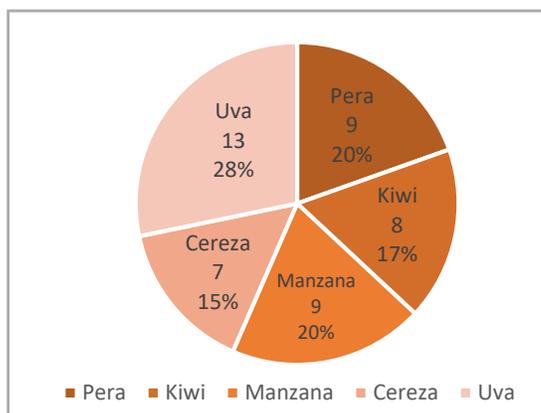


Figura 48 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.

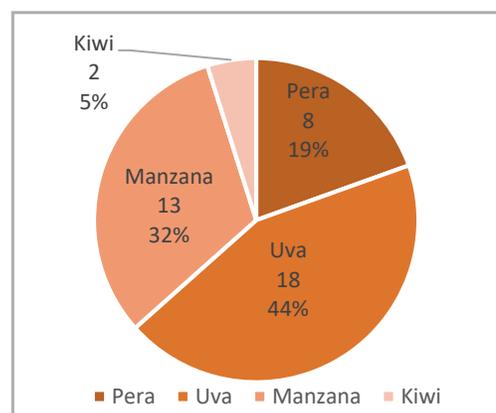


Figura 49 Cantidad de muestras de plomo detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.

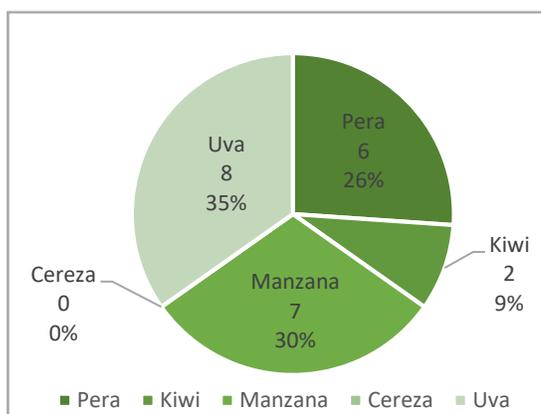


Figura 50 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi, pera, manzana y cereza en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2019.

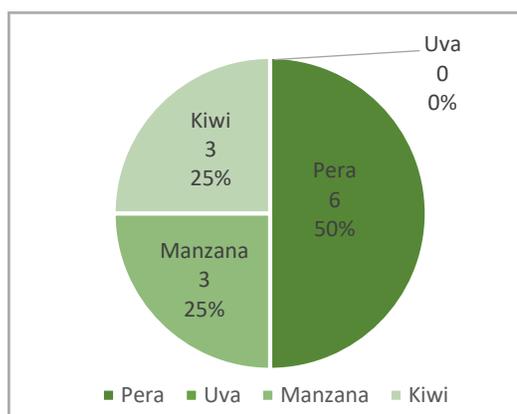


Figura 51 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para uva, kiwi, pera y manzana en la Región Libertador B. O'Higgins (VI) año 2020.

En relación a las figuras 48, 49, 50 y 51, se observa que para el año 2019, predomina con un 28% las muestras de uva con trece de veintiuna muestras detectadas para plomo, luego le siguen las muestras de manzana con nueve de dieciséis muestras detectadas (20%) y pera con nueve de quince muestras detectadas (20%), kiwi con ocho de diez muestras detectadas (17%) y cereza con siete muestras, todas detectadas (15%).

Para el año 2020, predomina las muestras de uva con dieciocho de ellas detectadas, correspondiente a un 44% del total, luego sigue las de manzana con trece de dieciséis muestras detectadas (32%), pera con ocho muestras detectadas de catorce en total (19%) y kiwi con dos muestras detectadas de cinco en total (5%).

- Región del Maule (VII)

En la tabla 19 Anexo 5, para los niveles de cadmio se observan nueve muestras detectadas, pero están bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo, hay diecinueve muestras detectadas y trece de ellas tienen valores sobre el límite de cuantificación.

En la tabla 20 Anexo 5, se observa para los niveles de cadmio que trece muestras están detectadas, pero bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo, veintinueve muestras están detectadas, pero solo veintitrés muestras se encuentran sobre el límite de cuantificación.

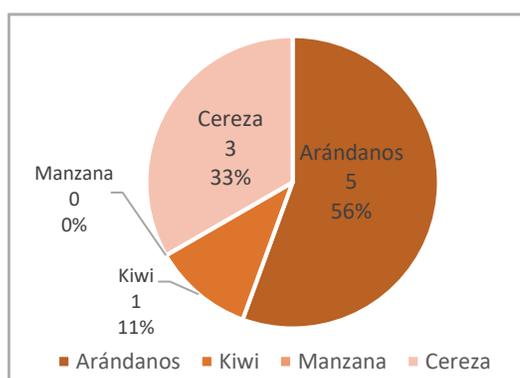


Figura 52 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.

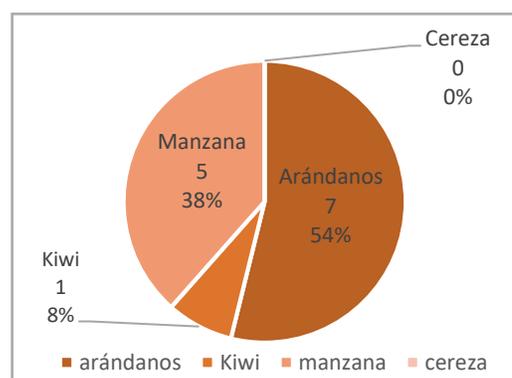


Figura 53 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.

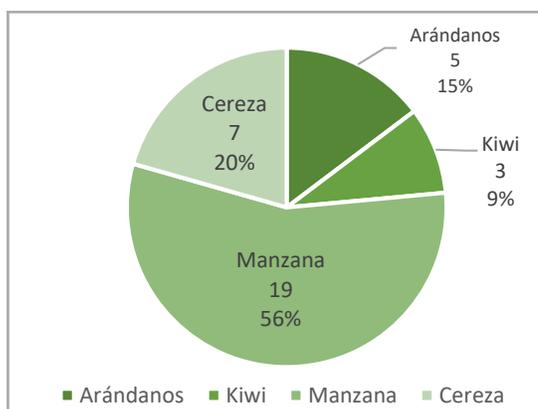


Figura 54 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.

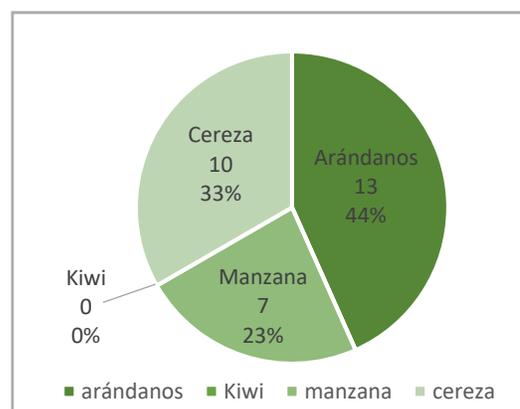


Figura 55 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.

En el año 2019, figura 52, con respecto a cadmio en las muestras de fruta de la Región del Maule, predomina los arándanos con cinco muestras detectadas de diez en total, correspondiente a un 56% del total de muestra detectadas, luego las cerezas hay tres muestras detectadas de diez en total (33%), el kiwi solo tiene una muestra detectada de cuatro en total (11%) y las de manzana no tiene ninguna muestra detectada, por lo que tiene un mayor porcentaje en la figura 54.

En el año 2020, figura 53, también predomina los arándanos con siete muestras detectadas de veinte en total, lo que corresponde a un 54% del total de muestras detectadas, luego para las manzanas tienen cinco muestras detectadas de doce en total (38%) y para kiwi tiene una muestra detectada (8%) y ninguna muestra de cerezas se encuentra detectada.

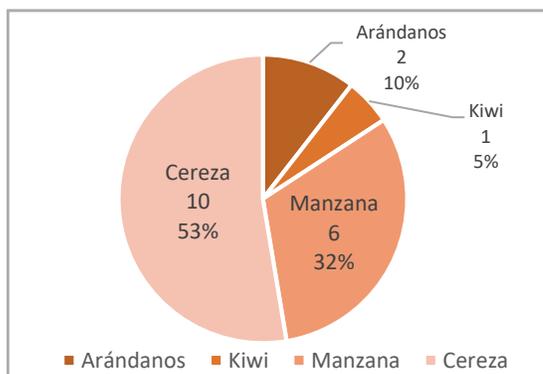


Figura 56 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.

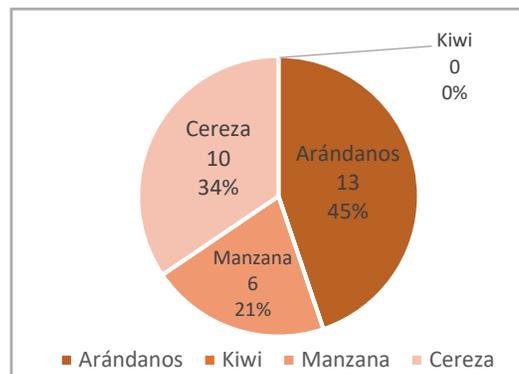


Figura 57 Cantidad de muestras de plomo detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.

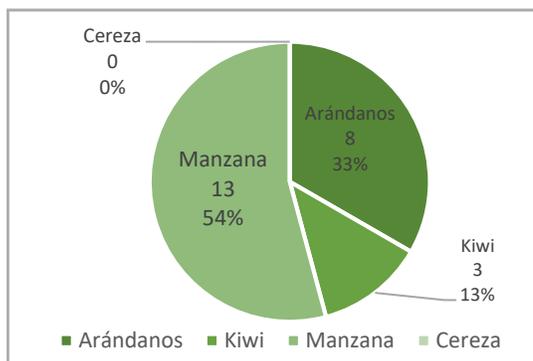


Figura 58 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2019.

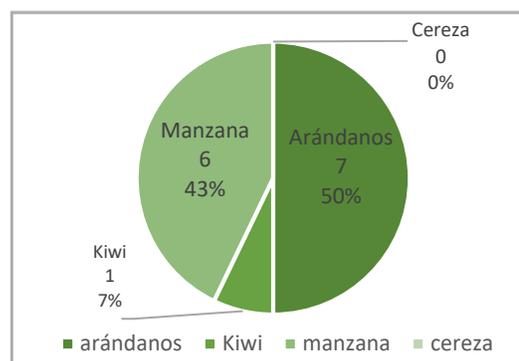


Figura 59 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para kiwi, arándanos, manzana y cereza en la Región del Maule (VII) año 2020.

En el año 2019, las muestras detectadas para plomo de la figura 56, predomina las de cereza con un 53% lo que corresponde a diez muestras detectadas, luego sigue la manzana con un 32%, es decir, seis muestras detectadas de diecinueve, para los arándanos se encontraron dos muestras detectadas de diez (10%) y kiwi solo tiene una muestra detectada de cuatro en total (13%).

En el año 2020, figura 57, predominan los arándanos con un 45% del total, se encontraron trece muestras detectadas de veinte, luego las cerezas tienen diez muestras detectadas (34%), las manzanas tienen seis muestras detectadas de doce en total (21%) y las muestras de kiwi no se encontró ninguna detectada.

- Región del Biobío (VIII)

Tabla 21 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región del Biobío (VIII) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región del Biobío									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
107	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
125	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
126	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
127	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
138	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
139	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
140	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
380	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	15,5	1,3	13	D
707	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	28,0	1,3	13	D
708	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	22,7	1,3	13	D

En la tabla 21, se observa para los niveles de cadmio que ninguna muestra fue detectada bajo el límite de cuantificación. Sin embargo, para los niveles de plomo tres muestras fueron detectadas y están sobre el límite de cuantificación.

Tabla 22 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región del Biobío (VIII) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región del Biobío									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
181	Arándanos	1,14	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
182	Arándanos	1,05	1,1	3,8	ND	14,15	1,3	13	D
1202	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1203	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1204	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1205	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1826	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	16,06	1,3	13	D
1827	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	12,06	1,3	13	D
1828	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	21,05	1,3	13	D

En la tabla 22, para cadmio solo la muestra 181 está detectada, pero bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo cuatro muestras están detectadas y solo la 182, 1826 y 1828 están sobre el límite de cuantificación.

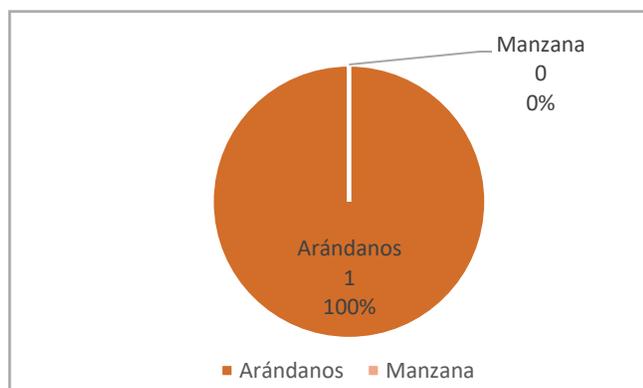


Figura 60 Cantidad de muestras detectadas de cadmio para arándanos y manzana en la Región del Biobío (VIII) año 2020.

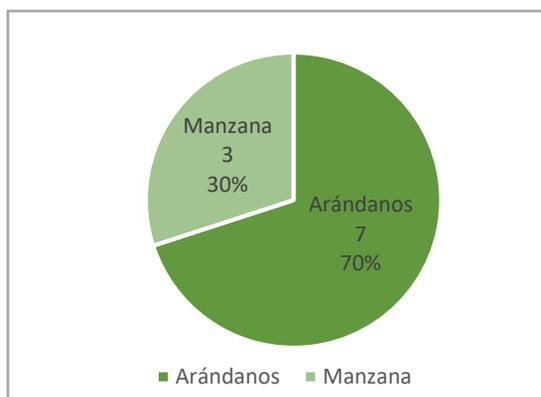


Figura 61 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (IX) año 2019.

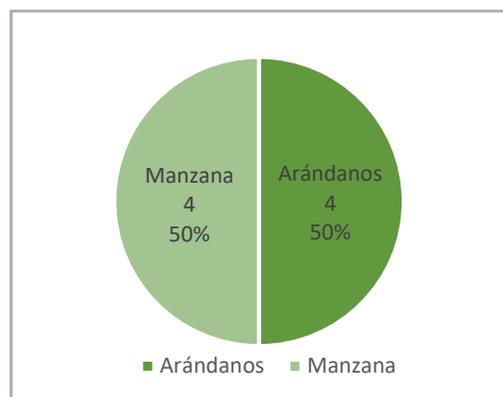


Figura 62 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (IX) año 2020.

En la región del Biobío (VIII) para cadmio, en el año 2019, todas sus muestras, tanto de arándanos como de manzana no están detectadas.

Solo se presentan datos detectados en el año 2020, figura 60, donde solo una muestra de arándanos, de cinco en total, está detectada y para manzana ninguna muestra se encuentra detectadas.

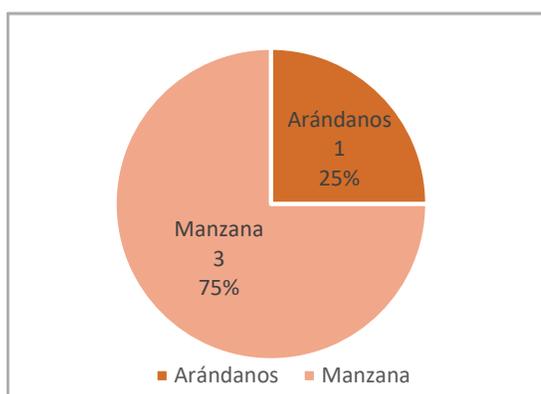


Figura 63 Cantidad de muestras de plomo detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (VIII) año 2019.

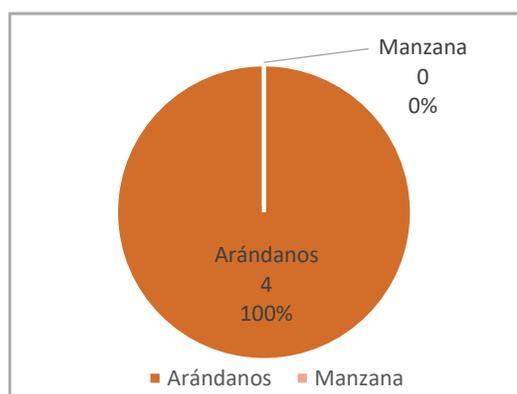


Figura 64 Cantidad de muestras de plomo detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (VIII) año 2020.

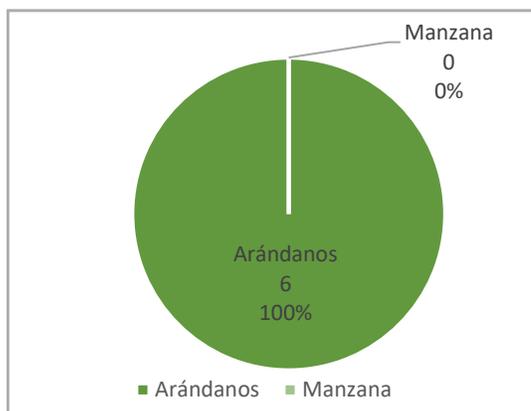


Figura 65 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (VIII) año 2019.

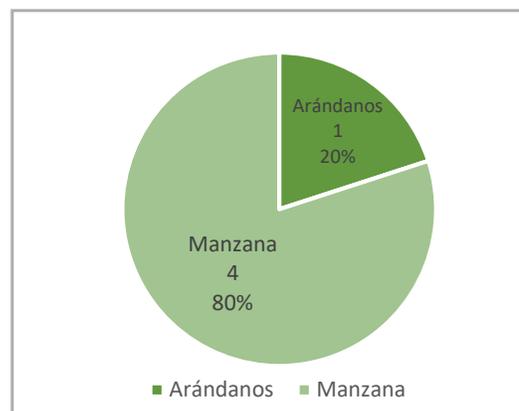


Figura 66 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región del Biobío (VIII) año 2020.

Para plomo, en el año 2019, según las figuras 63 y 65 predomina las muestras detectadas de manzana, con un 73%, donde todas sus muestras se encuentran detectadas y una de siete muestras de arándanos se encuentra detectada.

En el año 2020, figuras 64 y 66, cuatro de cinco muestras de arándanos se encuentran detectadas y todas las de manzana se encuentran no detectadas.

- Región de la Araucanía (IX)

Tabla 23 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región de la Araucanía (IX) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de la Araucanía									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
144	Arándano	<1,1	1,1	3,8	ND	23,02	1,3	13	D
145	Arándano	<1,1	1,1	3,8	ND	11,9	1,3	13	D
146	Arándano	<1,1	1,1	3,8	ND	13,4	1,3	13	D

147	Arándano	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
148	Arándano	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
511	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	18,0	1,3	13	D
512	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	24,4	1,3	13	D
513	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	21,3	1,3	13	D
514	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	18,1	1,3	13	D
515	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	18,2	1,3	13	D
672	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
673	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	6,4	1,3	13	D

En la tabla 23, para los niveles de cadmio, no hay muestras que sean detectadas bajo el límite de cuantificación, pero para los niveles de plomo hay nueve muestras detectadas y siete de ellas tienen valores sobre el nivel de cuantificación.

Tabla 24 Niveles de Cadmio y Plomo en manzanas y arándanos de la Región de la Araucanía (IX) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de la Araucanía									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
183	Arándano	1,37	1,1	3,8	D	3,46	1,3	13	D
192	Arándano	1,1	1,1	3,8	D	56,3	1,3	13	D
193	Arándano	<1,1	1,1	3,8	ND	36,3	1,3	13	D
224	Arándano	4,73	1,1	3,8	D	52,0	1,3	13	D
225	Arándano	4,79	1,1	3,8	D	43,4	1,3	13	D
585	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
586	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1411	Manzana	1,8	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
1412	Manzana	2,02	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
1413	Manzana	1,8	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND

En la tabla 24, para los niveles de cadmio siete muestras están detectadas, donde solo la 224 y 225 se encuentran sobre el límite de cuantificación. Para los niveles de

plomo, cinco muestras están detectadas, pero cuatro de ellas están sobre el límite de cuantificación.

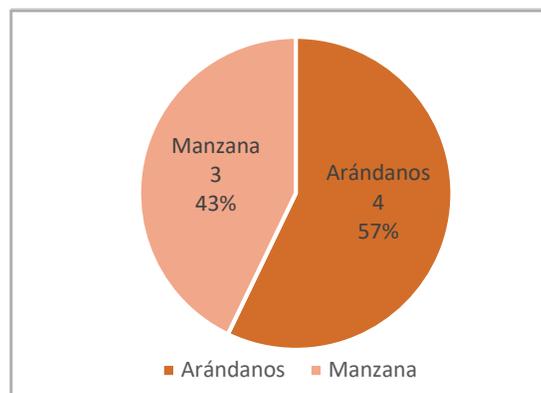


Figura 67 Cantidad de muestras de cadmio detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.

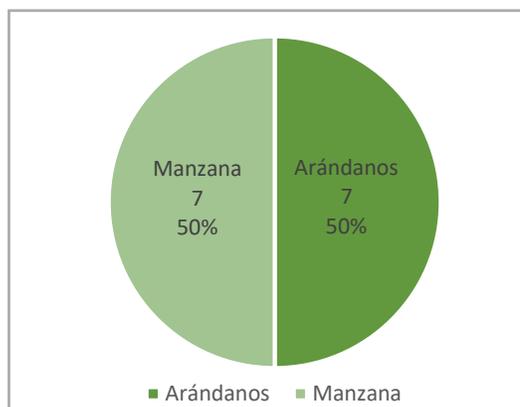


Figura 68 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2019.

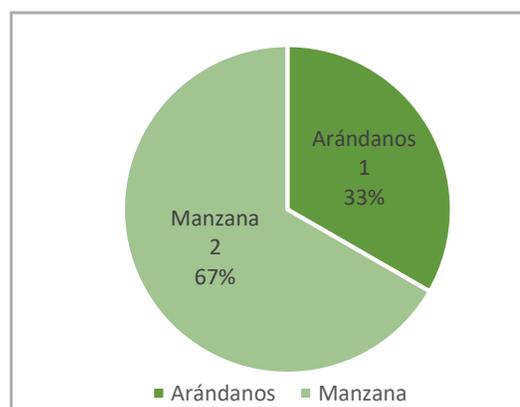


Figura 69 Cantidad de muestras de cadmio no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.

En la Región de la Araucanía (IX) se encuentran datos detectados en relación a cadmio solo para el año 2020, figura 67, donde predomina los arándanos con un 57% (cuatro datos detectados de cinco en total) y un 43% para las muestras de manzana (tres datos detectados de cinco en total).

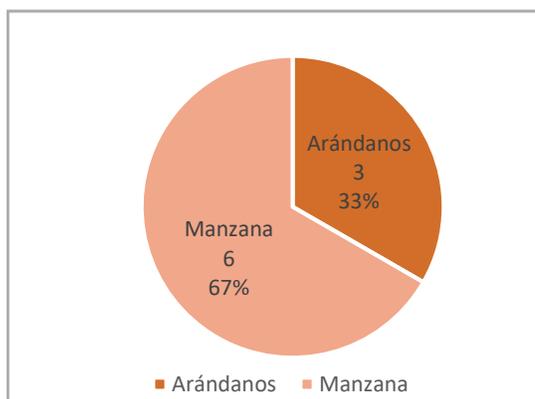


Figura 70 Cantidad de muestras de plomo detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2019.

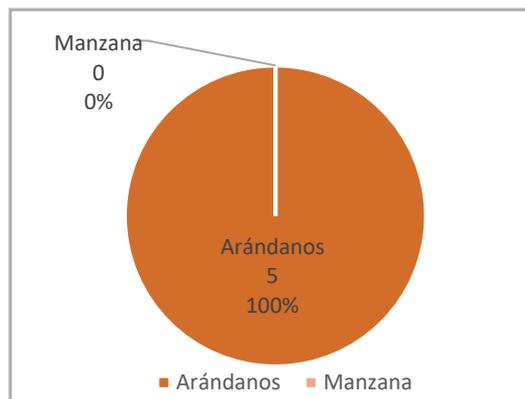


Figura 71 Cantidad de muestras de plomo detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.

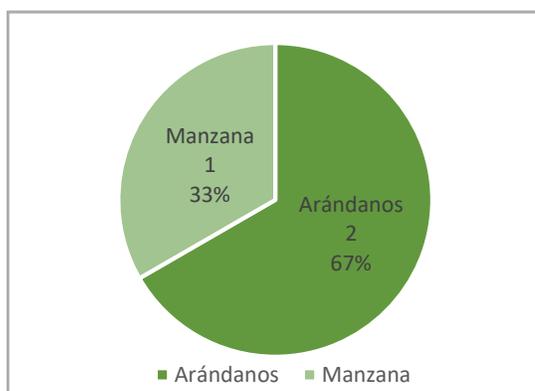


Figura 72 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2019.

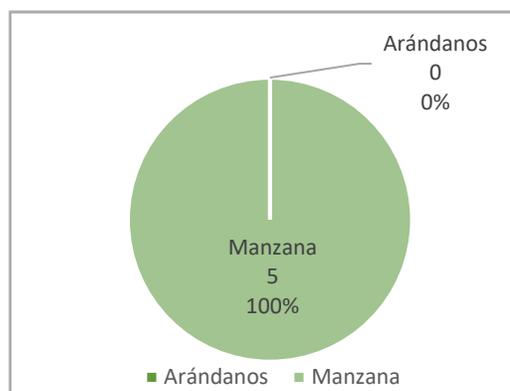


Figura 73 Cantidad de muestras de plomo no detectadas para manzana y arándanos en la Región de la Araucanía (IX) año 2020.

Para plomo, en el año 2019, figura 70, destacan las muestras de manzana con un 67% (seis datos detectados de siete en total) y los arándanos tiene un 33% (tres muestras detectadas de cinco en total) y para el año 2020, figura 71, todas las muestras de arándanos de encuentran detectadas y las de manzana no detectadas.

- Región de Aysén (XI)

Tabla 25 Niveles de Cadmio y Plomo en cerezas de la Región de Aysén (XI) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Aysén									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
186	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	40,2	1,3	13	D
187	Cerezas	2,6	1,1	3,8	D	33,06	1,3	13	D
188	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	27,5	1,3	13	D
498	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	14,4	1,3	13	D
499	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	9,2	1,3	13	D
500	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	32,2	1,3	13	D
501	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	17,6	1,3	13	D
502	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	8,17	1,3	13	D
503	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	7,2	1,3	13	D
543	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	20,9	1,3	13	D
544	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	16,8	1,3	13	D
545	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	19,2	1,3	13	D

En la tabla 25, para cadmio solo la muestra 187 está detectada, pero bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo, todas las muestras están detectadas, pero solo nueve muestras se encuentran sobre el límite de cuantificación.

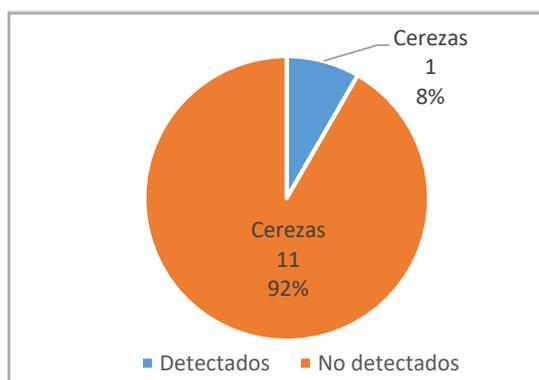


Figura 74 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas para cerezas en la Región de Aysén (XI) año 2020.



Figura 75 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas para cerezas en la Región de Aysén (XI) año 2020.

En la Región de Aysén (XI) en relación a cadmio, figura 74, solo el 8%, es decir, una de doce muestras de cerezas se encuentra detectada mientras que un 92% (once) no están detectadas. Con respecto al plomo, figura 75, el 100% (doce) de las muestras de cerezas se encuentran detectadas.

- Región de Ñuble (XVI)

Tabla 26 Niveles de Cadmio y Plomo en arándanos de la Región de Ñuble (XVI) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Ñuble									
Nº de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)	ND/D
1760	Arándanos	1,75	1,1	3,8	D	24,6	1,3	13	D
1829	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	12,0	1,3	13	D
1830	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	11,2	1,3	13	D
1831	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	13,3	1,3	13	D
1832	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	14,9	1,3	13	D

En la tabla 26, para cadmio solo la muestra 1760 se encuentra detectada, pero bajo el límite de cuantificación. Para los niveles de plomo, todas las muestras están detectadas, pero solo tres muestras se encuentran sobre el límite de cuantificación.

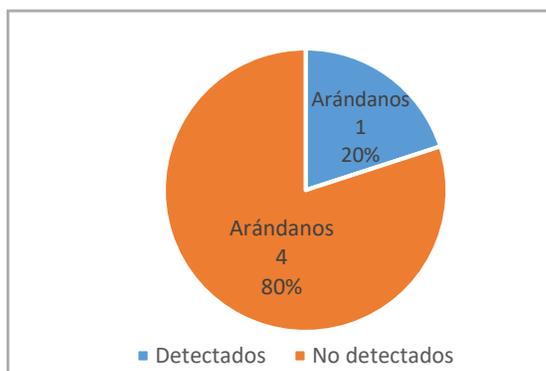


Figura 76 Cantidad de muestras de cadmio detectadas y no detectadas para arándanos en la Región de Ñuble (XVI) año 2020.

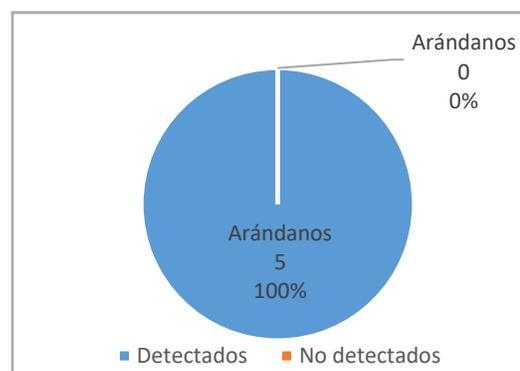


Figura 77 Cantidad de muestras de plomo detectadas y no detectadas para arándanos en la Región de Ñuble (XVI) año 2020.

En la Región de Ñuble (XVI) para cadmio, figura 76, hay un 80% (cuatro) de muestras detectadas de arándanos, mientras que el 20% (una) no está detectada. Para plomo, figura 77, el 100% (cinco) de las muestras de arándanos se encuentran detectadas.

En el año 2019, las regiones con mayor cantidad de muestras detectadas para los niveles de cadmio fueron la Región del Libertador Bernardo O'Higgins (VI) destacando las muestras de pera y para los niveles de plomo predominaron las muestras de uva. En la Región del Maule (VII) sobresalieron las muestras de cerezas para cadmio y las muestras de cerezas para plomo.

En el año 2020, tanto para los niveles de cadmio como los de plomo, hubo más muestras detectadas en la Región Metropolitana, destacando las muestras de uva. En la Región de Libertador Bernardo O'Higgins (VI) sobresalieron las muestras de uva y Región del Maule (VII) en las muestras de arándanos.

Según los datos de las tablas anteriores, se puede calcular el promedio de la concentración de plomo y cadmio con respecto a los datos detectados, de esa forma se puede observar en que año hay más concentración de los metales para cada fruta, como se observa en la tabla 27 y 28.

Tabla 27 Promedio de la concentración ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de cadmio y plomo para cada muestra detectada en distintas regiones del país, año 2019.

Región	Uva		Pera		Manzana		Arándanos		Cerezas		Kiwi	
	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb
Atacama (III)	1,48	14,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquimbo (IV)	1,90	14,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valparaíso (V)	3,80	13,60	-	-	-	-	-	-	-	-	3,34	23,22
Metropolitana (XIII)	-	-	1,39	27,85	-	-	-	-	-	-	-	27,85
L. Bernardo O'Higgins (VI)	-	16,79	2,41	12,71	3,80	15,18	-	-	-	12,15	1,20	9,59
Maule (VII)	-	-	-	-	-	15,37	1,40	14,78	1,37	24,23	1,31	12,00
Biobío (VIII)	-	-	-	-	-	22,05	-	-	-	-	-	-
Araucanía (IX)	-	-	-	-	-	20,00	-	17,07	-	-	-	-

Tabla 28 Promedio de la concentración ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de cadmio y plomo para cada muestra detectada en distintas regiones del país, año 2020.

Región	Uva		Pera		Manzana		Arándanos		Cerezas		Kiwi	
	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb
Atacama (III)	4,20	15,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquimbo (IV)	1,45	16,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valparaíso (V)	2,28	22,38	-	-	-	-	2,47	20,48	-	-	-	-
Metropolitana (XIII)	3,23	20,42	-	18,71	-	-	1,43	21,72	1,76	10,75	-	-
L. Bernardo O'Higgins (VI)	2,80	16,55	4,98	27,52	1,47	12,60	-	-	-	-	-	-
Maule (VII)	-	-	-	-	2,25	21,22	1,71	23,79	-	23,76	1,59	-
Biobío (VIII)	-	-	-	-	-	-	1,14	15,83	-	-	-	-
Araucanía (IX)	-	-	-	-	1,87	-	3,00	38,29	-	-	-	-
Aysén (XI)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,60	20,53	-	-
Ñuble (XVI)	-	-	-	-	-	-	1,75	15,19	-	-	-	-

En cuanto a los datos de las tablas 27 y 28, y considerando que el límite de cuantificación (LC) de cadmio es 3,8 µg/kg y de plomo es 13 µg/kg, se deduce que en la Región de Atacama hay mayor concentración de cadmio y plomo en el año 2020 para las muestras de uva que en el año 2019.

Tanto en la Región de Coquimbo como en Valparaíso para las muestras de uva, hay mayor cadmio en el año 2019 y mayor concentración de plomo en el año 2020.

En la Región Metropolitana hay una alta concentración en las muestras de uvas para ambos metales en el 2020, los arándanos tienen alta concentración de plomo en el 2020, los kiwis y pera tienen alta concentración de plomo en el 2019.

En la Región del L. Bernardo O'Higgins para uva hay mayor concentración de plomo en el 2019, para pera hay mayor concentración de ambos metales en el 2020, para manzana hay mayor concentración para ambos metales en el año 2019.

En la Región del Maule, para las muestras de manzana y arándanos hay mayor concentración de ambos metales en el año 2020, para cerezas hay mayor concentración de plomo en el año 2019 y para kiwi hay mayor concentración de cadmio en el año 2020.

Para la Región del Biobío hay una alta concentración de plomo para manzana en el 2019 y para las muestras de arándanos hay alta concentración de plomo en el 2020.

En la Región de la Araucanía hay una alta concentración de plomo para manzana en el año 2019 y para arándanos hay una alta concentración de plomo en el 2020.

La Región de Aysén, solo se muestrea el año 2020, donde las muestras de cerezas presentan una alta concentración de plomo, considerando el LC. La misma situación se repite para la Región de Ñuble, donde se muestreo solo para el año 2020, encontrando una alta concentración de plomo en los arándanos.

Considerando los límites máximos permitidos de cadmio y plomo de las tablas 1, 2, 3 y 4, y los promedios de las concentraciones del año 2019 y 2020 representados en las tablas 27 y 28, podemos deducir que las concentraciones de los seis tipos de fruta analizadas están bajo la norma nacional e internacional. Sin embargo, sigue siendo imperativo tener una normativa nacional sobre metales pesados y fertilizantes aplicable a todos los alimentos.

3.2 Recomendaciones

La diferencia de concentraciones en las regiones, se puede deber a varios factores, uno de ellos es el uso excesivo de fertilizantes, tales como urea, sulfato de amonio, superfosfatos, cloruro de potasio, etc. Si bien se componen principalmente de nutrientes como fósforo, nitrógeno y potasio, también contienen metales pesados, a saber, cadmio, plomo, arsénico y mercurio, en especial los fertilizantes sólidos. Al tener un bajo costo, se adquieren de forma rápida y fácil. Además, al no haber una ley que regularice el uso de estos, los agricultores y productores, generalmente, utilizan estos productos sin medir sus consecuencias, contaminando las frutas que luego comercializan. Por lo tanto, es imperativo generar un reglamento que controle el uso de fertilizantes, donde se indique detalladamente la cantidad de producto que se debe utilizar por metro cuadrado, según el tipo de fruta y verdura que se cosecha.

Otro factor, se puede deber al tipo de suelo según la región muestreada, ya que, los componentes del suelo también contribuyen en parte con estos metales. Los suelos del norte del país son expuestos, regularmente, a la contaminación de la industria minera, debido a sus desechos industriales y relaves, los cuales contaminan suelos y en muchos casos napas subterráneas. En la RM, en cambio, el suelo se ve contaminado, generalmente, por industrias de plantas de cemento, vidrios, plástico PVC, fundición de carburos, entre otras, donde el Pb y el Cd son protagonistas de los contaminantes que generan.

Además, en las regiones centrales del país, la urbanización va creciendo día a día y algunos predios de los productores se encuentran cercanos a estas industrias quedando

expuestos a la contaminación de estos metales, que se produce por el tránsito de vehículos, desechos industriales que contaminan el agua de riego, pinturas, polvo, tuberías, entre otros.

La zona sur del país, tiene un suelo más bien volcánico, donde los metales pesados se presentan de forma natural debido a las cenizas volcánicas que cubren algunos suelos agrícolas. Por lo tanto, es recomendable, hacer un previo estudio de suelo, según el sector, antes de aplicar algún agroquímico y cosechar frutas y/o verduras.

Si bien el consumo ocasional de alimentos contaminados con cadmio y/o plomo, no genera un riesgo inmediato para la salud, hay dos formas de que eso provoque algún tipo de enfermedad, puede ser por una exposición aguda a esta contaminación, donde se consume algún producto con altos niveles de cadmio y/o plomo, que puede llegar a provocar una intoxicación o también, por medio de la exposición crónica a esta contaminación a través de las frutas y verduras que se consumen, es decir, el consumo por años de alimentos contaminados con estos metales, podría verse reflejado en daños irreversibles para la salud.

Es necesario continuar con el programa de monitoreo del SAG, muestreando las regiones agrícolas del país, idealmente, las mismas regiones y mismo tipo de fruta a medida que pasen los años, de esa forma se puede obtener un registro mucho más completo de las concentraciones de cadmio y plomo que se encuentran en las muestras de frutas. A su vez, sería conveniente medir otros metales pesados que se encuentran en agroquímicos, como arsénico y mercurio, así se puede complementar anualmente la línea

base presente en este seminario para ser utilizado por el SAG como material de apoyo en sus proyectos e investigaciones.

Además, es imperioso invertir en educación para los productores y agricultores sobre los diferentes tipos de contaminación que pueden tener los alimentos si no se tiene el cuidado necesario, así se puede asegurar la inocuidad de los alimentos en todos los procesos en que se elabora, tanto de los que se exportan como los que se consumen dentro de país.

IV. CONCLUSIONES

En las muestras correspondientes al año 2019, las zonas agrícolas del país con mayor presencia de cadmio fueron, la Región de Valparaíso para uva y Libertador Bernardo O'Higgins para manzana. Para plomo fueron, las Regiones de Valparaíso para kiwi y Metropolitana para kiwi y pera.

En las muestras del año 2020, predominó la presencia de cadmio en la Región de Atacama para uva y de plomo en la Región de la Araucanía para arándanos. En la Región del Libertador Bernardo O'Higgins destacó la presencia de ambos metales en peras.

Las concentraciones de cadmio y plomo presente en las muestras de fruta analizadas por el SAG, no presentan un riesgo inmediato para su consumo, debido a que se encuentran bajo la norma nacional (para plomo) e internacional (para ambos metales).

La ingesta continua de estos alimentos contaminados (aunque tengan bajas concentraciones de metales) puede producir enfermedades y un riesgo irreversible en la salud, sobretodo en niños, afectando el sistema nervioso central.

Es necesario implementar una normativa y/o reglamento que indique los límites máximos de los metales pesados y fertilizantes, aplicable a todos los alimentos que se exportan y se consumen dentro del país.

Se debe continuar con el muestreo variable del programa de monitoreo del SAG para seguir complementando, anualmente, la línea base presentada en este seminario.

V. REFERENCIAS

- Ahamed, M.; Kaleem, M.; Siddiqui, J. 2007. Environmental lead toxicity and nutritional factors. *Clin. Nutr.* 26, 400–408.
- Bonda, E., Wlostowski, T., Krasowska, A. 2007. Metabolismo y toxicidad del cadmio en humanos y animales. *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych* pp 56, 87–97.
- Burriel F., Conde L., Arribas S., Hernández J. 2006. Química Analítica de los cationes: Plomo, 18ª edición. Thomson. pp 426-235.
- Codex Alimentarius. 193/1995. Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (NGCTAP).
- CEE 1987. 822/87 By-Laws (EEC) of the Council, of March 16, establishing the Common Organization of Markets in the Wine Sector.
- Crespo C. 2012. Influencia del ejercicio físico en los niveles séricos de elementos minerales traza. [Tesis doctoral]. Extremadura: Universidad de Extremadura.
- Decreto N°775/2018, Ministerio de Agricultura de la República de Indonesia.
- Delgadillo, H., González E., Castillo, V., Peña, A., Aguilar J. R. 2016. Pollution of lagoons by heavy metals. Proposal for sustainable remediation. *Ecosistemas*, pp 55–59.
- DO, 2006. Reglamento (CE) N°1881/2006. Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Duffus J.H., 2002, " 'Metales pesados': ¿un término sin sentido?" , *Química Pura y Aplicada* , vol. 74, núm. 5, págs. 793–807
- Falco, G. Nadal M., Llobet J. & Roig J. 2012. Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria. Ediciones Díaz de Santos. España, 15-20.
- Food label nutrition facts (FDA). “Ley de administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos”.
- González G, Hardisson A, Arias JJ 1996. Quantity of K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Pb, Zn and ashes in DOC Tacoronte Acentejo (Canary Islands, Spain) musts and wines. *Z Lebensm Unters Forsch* 203: 517-521.
- Housecroft C.E, Sharpe A.G. 2008. *Inorganic chemistry*. Prentice Hall, Harlow.

- Kaye G.W.C, Laby T.H. 1986. Tablas de constantes físicas y químicas (decimoquinta ed.), John Wiley and Sons Ltd, Estados Unidos.
- Krzywy, I., Krzywy, E., Pastuszek-Gabinowska, M., Brodkiewicz, A. 2010. Ol'ow – czy jest sie czego obawia'c Ann. Acad. Med. Stetin., 56, 118–128.
- Límites máximos de residuos para plaguicidas. Health Canada.
- Liu, P., Wang, C.N., Song, X.Y., Wu, Y.N. 2010. Dietary intake of lead and cadmium by children and adults—Result calculated from dietary recall and available lead/cadmium level in food in comparison to result from food duplicate diet method. Int. J. Hyg. Environ. Health, pp 213, 450–457.
- Lopéz L. 2016. “Estudio de complejos metálicos con ligandos de interés biológico”. Universidad nacional de la plata. Facultad de ciencias exactas. Departamento de química. Tesis doctoral. Buenos Aires.
- Mataix J., Carazo E. 2005. Minerales I. Visión General: Estructura química, clasificación y aporte alimentario. En: Mataix J, Carazo E. Nutrición para Educadores. 2ª ed. Madrid. Editorial Diez de Santos; 728 p.
- MINSAL, 1996. Reglamento Sanitario de alimentos DTO N° 977/96. República de Chile.
- Müller U. 2007. Inorganic structural chemistry. Wiley, Chichester.
- Oymak, T., Tokalioglu, S., Yilmaz, V., Kartal, S., Aydin, D. 2009. Determination of lead and cadmium in food samples by the coprecipitation method. Food Chem, pp 113, 1314–1317.
- Pourret O., Bollinger J.C., 2017. ‘Heavy Metals’ - What to do now: To use or not to use? Science of the Total Environment, Elsevier, 610-611, pp.419-420.
- Puga S., Sosa M., Lebgue T., Quintana C. y Campos A. 2006. Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera. Universidad Autónoma de Chihuahua. Ecol. apl. v.5 n.1-2. Lima.
- Ramírez O.A. y Cámara H.M. 2012. Los oligoelementos en la naturaleza. Anales de la Real Academia de Doctores de España. Volumen 16, n.º 1, pp. 155-159.
- Reglamento N° 55/2016, Ministerio de Agricultura de Indonesia, Control de la Inocuidad alimentaria en la importación y exportación de alimentos frescos de origen vegetal.
- Reglamento N° 221/2002 de la Comisión del 6 de febrero. Contenido máximo de determinados contaminantes en productos alimenticios.

- Remache, A. 2013. Validación De Métodos para el Análisis de Metales En Diferentes Matrices Por Espectrofotometría De Absorción Atómica. UCE.
- Rengel Z. 2004. Heavy metals as essential nutrients. In: Prasad MNV (ed) Heavy metal stress in plants, 2nd edn. Springer, Berlin, pp 271–294.
- Ríos, S., Torres, G. 2014. The agropecuarian sector in Los Lagos region, and the paradigm “Chile power food”: Challenges for a national agrarian policy. *Mundo Agrar*.
- Sabine M., Griswold W. 2009. Efectos de los metales pesados en la salud humana. *Reinar. Sci. Technol. Ciudadanos Briefs*.
- Savory J., Wills M.R. 1992. Trace metals: Essentials nutrients or toxins. *Clin Chem*; 38: 1565-1573.
- Sikorski, Z. E. 2007. *Chemia zywnosci zdrowotne i od`zywcze wlasciwosci skladnikow zywnosci*; Warszawa: Wydawnictwo Naukowo – Techniczne.
- Varela G. 2005. Historia de las Vitaminas. En: Salas J., García, P. y Sánchez J.M. *La alimentación y la nutrición a través de la historia*. Barcelona. Editorial Glosa; 488 p. 2.
- World Health Organization (WHO), 1992. Cadmium. *Environmental Health Criteria*, Geneva. Vol. 134.
- World Health Organization (WHO), 1995. Lead. *Environmental Health Criteria*, Geneva. Vol. 165.
- Wojciechowska-Mazurek, M., Starska, K., Brulińska-Ostrowska, E., Karlowski, K., Grudzińska, B. 2003. Ocena pobierania metali szkodliwych dla zdrowia z calodziennymi racjami pokarmowymi dzieci imlodzie`zyw wybranych wojew ´ odtwach. *Bromat Chem. Toksykol.*, pp 267, 101–103.
- Wuana, R., & Okieimen, F. 2011. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. *Revista ISRN Ecology*.

VI. ANEXOS

- **ANEXO 1: Curvas de calibración para la validación de método.**

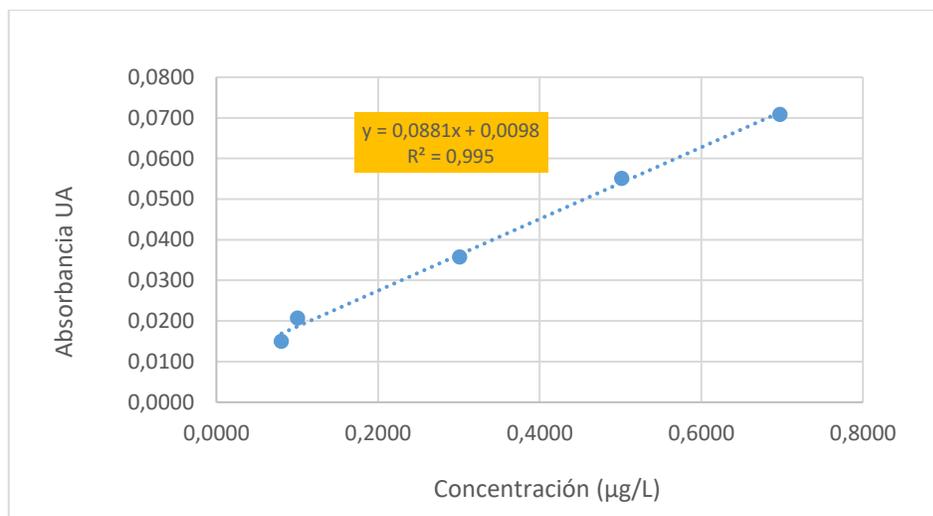


Figura 19 Curva de calibración con estándares puros para cadmio en muestras de pera $\lambda=228,8$ nm.

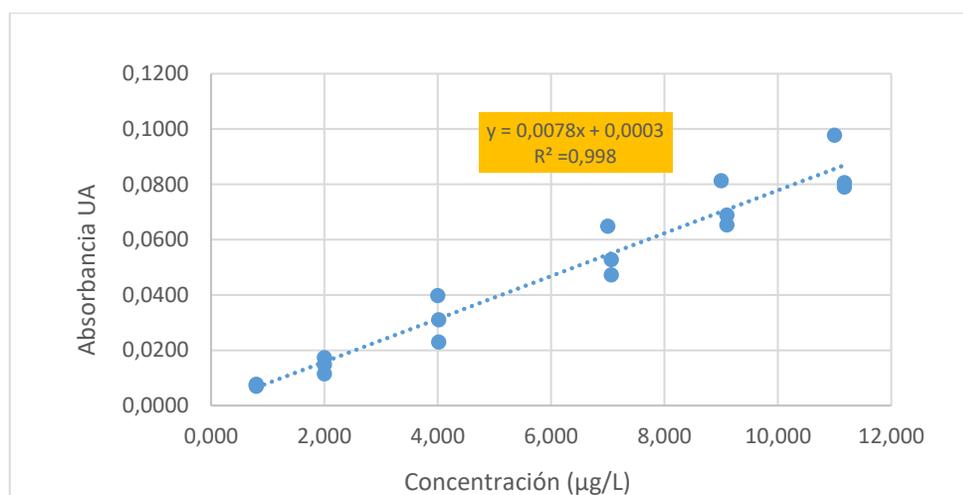


Figura 20 Curva de calibración con estándares puros para plomo en muestras de pera $\lambda=283,3$ nm.

• **ANEXO 2: Región de Valparaíso**

Tabla 13 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas y kiwis de la Región de Valparaíso (V) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Valparaíso									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
271	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	11,2	1,3	13	D
272	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	8,6	1,3	13	D
273	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	18,7	1,3	13	D
274	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
275	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	12	1,3	13	D
276	Uva	4,2	1,1	3,8	D	13,1	1,3	13	D
277	Uva	3,4	1,1	3,8	D	20,9	1,3	13	D
278	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
279	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	10,2	1,3	13	D
280	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
395	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	12	1,3	13	D
396	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	19,3	1,3	13	D
397	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
398	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	9,95	1,3	13	D
399	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
628	Kiwi	3,05	1,1	3,8	D	30,4	1,3	13	D
629	Kiwi	3,62	1,1	3,8	D	16	1,3	13	D

Tabla 14 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas y arándanos de la Región de Valparaíso (V) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región de Valparaíso									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
236	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	26,0	1,3	13	D
237	Uva	2,5	1,1	3,8	D	29,0	1,3	13	D
238	Uva	2,05	1,1	3,8	D	27,8	1,3	13	D
239	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	16,4	1,3	13	D
240	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	21,5	1,3	13	D
241	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	16,4	1,3	13	D
533	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	19	1,3	13	D

534	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	22,9	1,3	13	D
1751	Arándanos	1,87	1,1	3,8	D	17,5	1,3	13	D
1752	Arándanos	2,34	1,1	3,8	D	18,6	1,3	13	D
1753	Arándanos	2,39	1,1	3,8	D	20,9	1,3	13	D
1754	Arándanos	2,51	1,1	3,8	D	20,1	1,3	13	D
1755	Arándanos	1,72	1,1	3,8	D	12,5	1,3	13	D
1756	Arándanos	6,94	1,1	3,8	D	12,05	1,3	13	D
1757	Arándanos	1,72	1,1	3,8	D	25,8	1,3	13	D
1768	Arándanos	1,7	1,1	3,8	D	24,1	1,3	13	D
1769	Arándanos	1,77	1,1	3,8	D	25,8	1,3	13	D
1770	Arándanos	1,73	1,1	3,8	D	27,5	1,3	13	D

- **ANEXO 3: Región Metropolitana**

Tabla 15 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas y kiwis de la Región Metropolitana (XIII) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región Metropolitana									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
171	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	13,8	1,3	13	D
193	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
227	Uva	3,4	1,1	3,8	D	20,9	1,3	13	D
281	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
282	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
283	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
284	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
961	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	33	1,3	13	D
962	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	26	1,3	13	D
963	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	26	1,3	13	D
964	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	26,4	1,3	13	D

Tabla 16 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas, peras, arándanos, cerezas y kiwis de la Región Metropolitana (XIII) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región Metropolitana									
Nº de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
231	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	31,7	1,3	13	D
256	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	5,71	1,3	13	D
477	Uva	3,3	1,1	3,8	D	38,02	1,3	13	D
478	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	10,16	1,3	13	D
479	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	15,6	1,3	13	D
504	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	10,8	1,3	13	D
525	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	23,02	1,3	13	D
526	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	23,02	1,3	13	D
527	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	26,5	1,3	13	D
528	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	32,5	1,3	13	D
529	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	24,7	1,3	13	D
532	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	23,7	1,3	13	D
562	Uva	3,15	1,1	3,8	D	13,0	1,3	13	D
563	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	26,2	1,3	13	D
584	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	4,89	1,3	13	D
587	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	16,8	1,3	13	D
588	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	14,9	1,3	13	D
589	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
590	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	22,9	1,3	13	D
591	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
592	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
593	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1614	Arándanos	1,43	1,1	3,8	D	20,1	1,3	13	D
1665	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	19,9	1,3	13	D
1666	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	19,1	1,3	13	D
1667	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	40,7	1,3	13	D
1668	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	38,04	1,3	13	D
1669	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	35,5	1,3	13	D
1670	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1695	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	8,2	1,3	13	D
1696	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	6,6	1,3	13	D
1697	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	7,4	1,3	13	D
1711	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	7,7	1,3	13	D
1712	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	7,2	1,3	13	D

1713	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	5,7	1,3	13	D
1714	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	12,2	1,3	13	D
1735	Cerezas	1,75	1,1	3,8	D	7,8	1,3	13	D
1736	Cerezas	1,98	1,1	3,8	D	11,5	1,3	13	D
1737	Cerezas	1,68	1,1	3,8	D	17,0	1,3	13	D
1758	Cerezas	1,84	1,1	3,8	D	12,8	1,3	13	D
1777	Cerezas	1,57	1,1	3,8	D	14,8	1,3	13	D

- **ANEXO 4: Región Libertador Bernardo O'Higgins**

Tabla 17 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas, kiwis, peras, manzanas y cerezas de la Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región Bernardo O'Higgins									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
187	Pera	2,6	1,1	3,8	D	17,7	1,3	13	D
188	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
189	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
190	Manzana	4	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
191	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
192	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	20	1,3	13	D
228	Uva	1,07	1,1	3,8	ND	10,3	1,3	13	D
229	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
230	Pera	1,97	1,1	3,8	D	8,11	1,3	13	D
231	Pera	1,39	1,1	3,8	D	16,8	1,3	13	D
232	Pera	1,81	1,1	3,8	D	8,48	1,3	13	D
233	Pera	1,42	1,1	3,8	D	5,93	1,3	13	D
254	Uva	1,95	1,1	3,8	D	13	1,3	13	D
255	Uva	1	1,1	3,8	ND	4,02	1,3	13	D
256	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	23	1,3	13	D
257	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	10,6	1,3	13	D
258	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	9	1,3	13	D
259	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	8,7	1,3	13	D
260	Uva	1	1,1	3,8	ND	34,7	1,3	13	D
336	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
337	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
338	Manzana	3,6	1,1	3,8	D	10	1,3	13	D
339	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND

340	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
341	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
342	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
343	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
371	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	12,6	1,3	13	D
372	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
373	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	19,4	1,3	13	D
374	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
375	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
376	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
377	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	6,3	1,3	13	D
378	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	37	1,3	13	D
379	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	22,3	1,3	13	D
392	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	13,2	1,3	13	D
393	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
394	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	12	1,3	13	D
400	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
401	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	11,5	1,3	13	D
402	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
403	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
404	Pera	3	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
405	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
406	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
407	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
424	Pera	3,71	1,1	3,8	D	20,8	1,3	13	D
425	Pera	1,5	1,1	3,8	D	11,3	1,3	13	D
440	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	11,8	1,3	13	D
441	Kiwi	1	1,1	3,8	ND	9,6	1,3	13	D
442	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	6,7	1,3	13	D
443	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	6,7	1,3	13	D
444	Kiwi	1,2	1,1	3,8	D	10	1,3	13	D
445	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	9,0	1,3	13	D
446	Kiwi	1,2	1,1	3,8	D	11,4	1,3	13	D
497	Pera	4,3	1,1	3,8	D	12,5	1,3	13	D
498	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	19,4	1,3	13	D
499	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	18,7	1,3	13	D
500	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	18,6	1,3	13	D
501	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	20,7	1,3	13	D
502	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	13,1	1,3	13	D
1354	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	15,7	1,3	13	D

1355	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	16,7	1,3	13	D
1381	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	16,7	1,3	13	D
1382	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	11,7	1,3	13	D
1386	Cerezas	1,36	1,1	3,8	D	26,3	1,3	13	D
1421	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	13,7	1,3	13	D
1422	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	10,6	1,3	13	D

Tabla 18 Niveles de Cadmio y Plomo en uvas, kiwis, peras y manzanas de la Región Libertador Bernardo O'Higgins (VI) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región Bernardo O'Higgins									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
189	Pera	5,96	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
190	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	36,3	1,3	13	D
191	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	62,2	1,3	13	D
250	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	20,6	1,3	13	D
251	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	21,5	1,3	13	D
252	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	15,7	1,3	13	D
253	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	14,7	1,3	13	D
257	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	20,2	1,3	13	D
258	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	13,2	1,3	13	D
259	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	11,7	1,3	13	D
260	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	8,9	1,3	13	D
261	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	12,06	1,3	13	D
480	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	8,9	1,3	13	D
481	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	10,08	1,3	13	D
482	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	7,9	1,3	13	D
483	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	10,4	1,3	13	D
484	Uva	2,8	1,1	3,8	D	28,05	1,3	13	D
485	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	25,0	1,3	13	D
486	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	11,3	1,3	13	D
487	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	8,1	1,3	13	D
509	Pera	3,99	1,1	3,8	D	26,6	1,3	13	D
510	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	26,9	1,3	13	D
523	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	18,0	1,3	13	D
524	Uva	<1,1	1,1	3,8	ND	20,9	1,3	13	D
568	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	2,06	1,3	13	D

569	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	4,11	1,3	13	D
570	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	4,67	1,3	13	D
577	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	2,33	1,3	13	D
578	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	3,56	1,3	13	D
594	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
595	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1149	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	27,7	1,3	13	D
1150	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	16	1,3	13	D
1151	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	24	1,3	13	D
1152	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	13,1	1,3	13	D
1153	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	19,5	1,3	13	D
1154	Manzana	1,47	1,1	3,8	D	32	1,3	13	D
1155	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	21,7	1,3	13	D
1156	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	12,6	1,3	13	D
1197	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1198	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1199	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1200	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	25,7	1,3	13	D
1201	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	23,6	1,3	13	D
1211	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1212	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1213	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	21,3	1,3	13	D
1214	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	19,3	1,3	13	D
1215	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	19,0	1,3	13	D
1216	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1231	Pera	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1232	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1233	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND

- **ANEXO 5: Región del Maule**

Tabla 19 Niveles de Cadmio y Plomo en cerezas, manzana, kiwis y arándanos de la Región del Maule (VII) año 2019, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región del Maule									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
94	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	8,7	1,3	13	D

95	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
96	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
97	Arándanos	1,1	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
98	Arándanos	1,1	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
99	Arándanos	1,7	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
100	Arándanos	1,5	1,1	3,8	D	20,9	1,3	13	D
101	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
102	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
103	Arándanos	1,6	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
809	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
810	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
811	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
812	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
813	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
814	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
815	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
816	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
817	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
818	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1008	Kiwi	1,31	1,1	3,8	D	12	1,3	13	D
1009	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	12,3	1,3	13	D
1010	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1011	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1012	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1013	Kiwi	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1014	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1015	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	11	1,3	13	D
1016	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	11	1,3	13	D
1049	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	20,7	1,3	13	D
1050	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1051	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	19,7	1,3	13	D
1052	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	17,6	1,3	13	D
1427	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	21,8	1,3	13	D
1428	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	31,9	1,3	13	D
1429	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	24,8	1,3	13	D
1430	Cerezas	1,37	1,1	3,8	D	23,0	1,3	13	D
1431	Cerezas	1,37	1,1	3,8	D	21,8	1,3	13	D
1432	Cerezas	1,37	1,1	3,8	D	11,7	1,3	13	D
1433	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	30,9	1,3	13	D
1434	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	19,8	1,3	13	D

1435	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	19,8	1,3	13	D
1436	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	37,0	1,3	13	D

Tabla 20 Niveles de Cadmio y Plomo en manzana, kiwis, cerezas y arándanos de la Región del Maule (VII) año 2020, clasificados como no detectado (ND) /detectado (D), según límite de detección (LD) y límite de cuantificación (LC).

Región del Maule									
N° de muestra	Tipo de fruta	Nivel de cadmio (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D	Nivel de plomo (µg/kg)	LD (µg/kg)	LC (µg/kg)	ND/D
167	Arándanos	1,9	1,1	3,8	D	28,3	1,3	13	D
168	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	11,5	1,3	13	D
169	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	5,04	1,3	13	D
217	Arándanos	1,2	1,1	3,8	D	37,7	1,3	13	D
218	Arándanos	1,2	1,1	3,8	D	23,6	1,3	13	D
219	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	15,6	1,3	13	D
220	Arándanos	1,8	1,1	3,8	D	23,3	1,3	13	D
221	Arándanos	1,5	1,1	3,8	D	33,7	1,3	13	D
222	Arándanos	2,9	1,1	3,8	D	34	1,3	13	D
223	Arándanos	1,5	1,1	3,8	D	23	1,3	13	D
1234	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	34,8	1,3	13	D
1235	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	22,9	1,3	13	D
1236	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	15,8	1,3	13	D
1237	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1238	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1239	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1240	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1241	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1242	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1243	Arándanos	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1264	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1265	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1266	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND
1267	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	27,2	1,3	13	D
1268	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	19,6	1,3	13	D
1311	Manzana	1,58	1,1	3,8	D	18,3	1,3	13	D
1312	Manzana	3,16	1,1	3,8	D	20	1,3	13	D
1313	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	17,4	1,3	13	D
1314	Manzana	<1,1	1,1	3,8	ND	<1,3	1,3	13	ND

1315	Manzana	3,08	1,1	3,8	D	24,8	1,3	13	D
1316	Kiwi	1,59	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
1317	Manzana	1,17	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
1318	Manzana	1,17	1,1	3,8	D	<1,3	1,3	13	ND
1802	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	18,9	1,3	13	D
1803	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	21,5	1,3	13	D
1804	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	18,9	1,3	13	D
1805	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	19,8	1,3	13	D
1806	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	19,8	1,3	13	D
1807	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	19,8	1,3	13	D
1808	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	20,7	1,3	13	D
1809	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	20,7	1,3	13	D
1810	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	32,7	1,3	13	D
1811	Cerezas	<1,1	1,1	3,8	ND	44,8	1,3	13	D