

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CICLO DE VIDA EN LA
PRODUCCIÓN DE UVA DE MESA EN CHILE**

GABRIEL ALEXIS CÁRDENAS RUIZ

PROYECTO DE HABILITACIÓN
PROFESIONAL PRESENTADO A LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
AGRICOLA DE LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCIÓN, PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL

CHILLÁN-CHILE

2021

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CICLO DE VIDA EN LA PRODUCCIÓN DE UVA DE MESA EN CHILE

Aprobado por:

José Fernando Reyes Aroca
Ing. Civil Metalúrgico, Ph. D.
Profesor Asociado

Profesor Guía

Mónica Patricia Montory Gonzáles
Bioquímica, Dra
Profesor Asistente

Profesor Asesor

Javier Felipe Ferrer Valenzuela
Ingeniero Civil Químico, Dr
Profesor Asociado

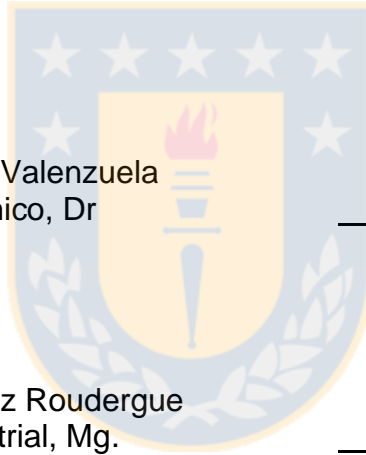
Profesor Asesor

Marco Antonio López Roudergue
Ingeniero civil Industrial, Mg.
Profesor Asistente

Director de Departamento

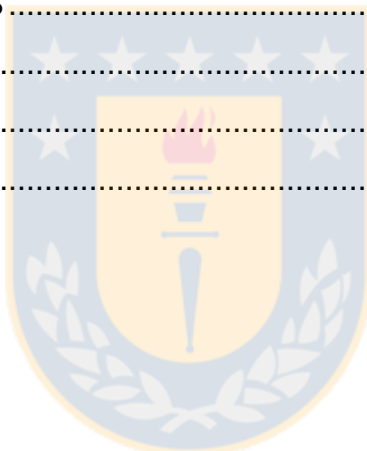
María Eugenia González Rodríguez
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
Profesor Asociado

Decana



ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
RESUMEN	1
SUMMARY	2
1.INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS	8
3. METODOLOGIA	9
4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	11
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	53
7. CONCLUSIONES	61
8. BIBLIOGRAFIA	63
9. APENDICE	70
10. ANEXO	71



ÍNDICE DE TABLAS

En el texto	Página
Tabla 1. Valores máximos encontrados de HC en uva de mesa de industrias no vinculadas entre sí.....	11
Tabla 2. Análisis de criterios metodológicos de la ISO 14044:2006.....	17
Tabla 3. Análisis de criterios metodológicos de la PAS 2050:2011.....	18
Tabla 4. Análisis de criterios metodológicos de la ISO 14067:2019.....	19
Tabla 5. Resumen comparativo de las metodologías analizadas.....	20
Tabla 6. Ruta de los insumos durante la fase de producción.....	24
Tabla 7. Comportamiento de las emisiones en la fase de producción (límites de cuna a puerta de la granja).....	25
Tabla 8. Ruta de los insumos durante la fase de packing.....	27
Tabla 9. Comportamiento de las emisiones en la fase de packing (límites de puerta de granja a puerta packing).....	27
Tabla 10. Cantidad y distribución (D) de puntos de emisión clasificados según tipo y fuente, durante producción y packing en uva chilena.....	28
Tabla 11. Cantidad y distribución (D) de puntos de emisión según actividad, durante producción y packing en uva de mesa chilena.....	29
Tabla 12. Huella de carbono (HC) en kg CO ₂ e/kg de fruta para diferentes países.....	30
Tabla 13. Comparación de las actividades que más contribuyen a la huella de carbono de uva en la fase de producción.....	32
Tabla 14. Comparación de la fuente y tipo de emisión (no relacionados entre sí), que más contribuyen a la huella de carbono de uva en la fase de producción.....	33
Tabla 15. Comparación de los sectores que más contribuyen a la huella de carbono de uva en la fase de packing.....	33

En el Anexo	Página
Tabla A1. Gases de efecto invernadero y PCG.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diagrama de procesos considerados en uva de mesa....	36
Figura 2. Flujo de entradas y salidas en la fase de producción (límites de cuna a puerta de la granja).....	38
Figura 3. Flujo de entradas y salidas en la fase de packing (límites de puerta de granja a puerta packing).....	42
Figura 4. Comparación de la huella de carbono (HC) chilena con diferentes países y el promedio mundial.....	47
Figura 5. Comparación de las magnitudes de huella de carbono (HC) emitidas durante las labores de cultivo por extracción y uso de energía en fase de producción.....	31
Figura 6. Comparación de las magnitudes de huella de carbono (HC) emitidas durante la fabricación y uso de insumos en fase de producción.....	31
Figura 7. Comparación de las magnitudes de huella de carbono (HC) emitidas durante la gestión de residuos en fase de producción.....	32

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DEL CICLO DE VIDA EN LA PRODUCCIÓN DE UVA DE MESA EN CHILE

EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF THE LIFE CYCLE IN THE PRODUCTION OF TABLE GRAPE IN CHILE

Palabras claves: Huella de carbono, gestión, agricultura, emisiones

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del ciclo de vida en la producción de uva de mesa en la zona central de Chile mediante análisis bibliográfico desde el ámbito normativo, análisis local, hasta la situación comparativa internacional. Para determinar la mejor metodología se realizó una evaluación de las normas ISO 14044:2006, ISO 14067:2019 y PAS 2050, donde se concluyó que la mejor metodología para ser usada en el sector agrícola nacional es la norma PAS 2050. Para determinar la situación a nivel país, se examinaron los componentes y aspectos del ciclo de vida, así como las entradas y las salidas de materia y energía del sistema, determinado que la mayor fuentes emisora de GEI, son producidas por gasto energético durante la fabricación y transporte de insumos, tanto en su fase de producción como de packing, por lo que su comportamiento se verá influenciado por la manera en que se gestionan esos puntos. Por último, para determinar la situación comparativa internacional, se analizaron puntos críticos de diferentes países, concluyendo, que la situación chilena en la fase de producción se asemeja a cultivos de Chipre y USA y se diferencia de Argentina, España y Sudáfrica.

EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF THE LIFE CYCLE IN THE PRODUCTION OF TABLE GRAPE IN CHILE

Keywords: Carbon footprint, management, agriculture, emissions

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the life cycle behavior of table grape production in the central zone of Chile through bibliographic analysis from the normative field, local analysis, to the international comparative situation. To determine the best methodology, an evaluation of the ISO 14044: 2006, ISO 14067: 2019 and PAS 2050 standards was carried out, where it was concluded that the best methodology to be used in the national agricultural sector is the PAS 2050 standard. At the country level, the components and aspects of the life cycle were examined, as well as the inputs and outputs of matter and energy from the system, determining that the largest GHG emitting sources are produced by energy expenditure during the manufacture and transportation of inputs, both in its production and packing phase, so its behavior will be influenced by the way in which these points are managed. Finally, to determine the international comparative situation, critical points of different countries were analyzed, concluding that the Chilean situation in the production phase resembles crops from Cyprus and the USA and differs from Argentina, Spain and South Africa.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas a que se le dará mayor relevancia los próximos años es el cambio climático y su efecto sobre la vida en la tierra. IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) (2013) afirma que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco (p.1). Cambio climático se define como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera, sumándose a la variabilidad natural del clima (ONU, 1992). Una de las industrias que contribuye a esta amenaza es la agrícola, que además trae otros problemas ambientales como: erosión del suelo, contaminación, sobreexplotación del recurso hídrico y pérdida de biodiversidad, entre otros (Vinyes et al. 2017). Una herramienta para hacer frente a este fenómeno es la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), huella de carbono (HC), Novoa et al (2000) concluye que los principales GEI de la agricultura chilena son el CH₄ (metano) y el N₂O (óxido nitroso), además que las principales fuentes de N₂O son por el uso de guano y fertilizantes nitrogenados (p.164).

Las características climatológicas de los valles de la depresión intermedia en la zona central de Chile facilitan la agrupación del 68% de la superficie frutícola del país (Apey, 2019), siendo la uva de mesa el cultivo más representativo. Factor importante de su cultivo es la fertilización, la que está dada por las características del suelo y no por la variedad de uva de mesa, otro factor importante es el manejo de plagas (Torres, 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento del ciclo de vida en la producción de uva de mesa en la zona central de Chile.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar y describir en forma general las metodologías más utilizadas en la gestión de la huella de carbono de un producto.
- Examinar los aspectos característicos de la huella de carbono durante el transcurso del ciclo de vida en la producción de uva de mesa en la zona central de Chile, con énfasis en los puntos de mayor aporte.
- Comparar los puntos de mayor contribución en la huella de carbono del ciclo de vida en uva de mesa chilena con la situación internacional.

3. METODOLOGÍA

Actividades para responder el objetivo Específico 1: recopilación bibliográfica y análisis de las metodologías utilizadas en la gestión de la HC de productos, con énfasis en los aspectos y criterios más importantes considerados en la medición de la HC, para obtener características de diseño, evaluación y cuantificación, que las diferencie el uno del otro, para lograr identificar el método más eficiente en la gestión de GEI del sector frutícola.

Actividades para responder el objetivo Específico 2: búsqueda de información en bibliotecas digitales y la base de datos de la Universidad de Concepción, revisar artículos sobre HC, GEI en la agricultura, insumos, maquinaria, entre otros, centrado en el análisis de valores de HC en cultivos de uva de mesa en Chile y sus componentes del ciclo de vida, teniendo solo en cuenta las etapas de producción y packing, además de examinar los aspectos y composición de la HC, para crear un mapa con las entradas y salidas de materia y energía, donde se recopilarán datos sobre las actividades y fuentes de emisiones del sistema productivo, identificando los procesos que más contribuyen en la gestión de la HC a nivel país.

Actividades para responder el objetivo Específico 3: búsqueda y análisis de información para conocer valores de HC y factores que inciden en su estructura, en uva de otras regiones del mundo, enfocado en los sectores que contribuyen en la gestión de la HC a nivel internacional para analizar la situación comparativa de estos puntos con los de la uva chilena.

4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

4.1. Gases de efecto invernadero (GEI)

ISO 14067 (2019) lo define como “componentes gaseosos de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitidas por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes” (p. 16). Esta propiedad produce el efecto invernadero.

En Chile para 2016, se contabilizaron 111.677,5 miles de toneladas de CO₂ equivalente (kt CO₂-eq), incrementándose en un 114,7 % desde 1990. Los principales causantes son las emisiones de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles, CH₄ del ganado y N₂O por uso de fertilizantes. Las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO₂ (78,7 %), CH₄ (12,5 %), N₂O (6,0 %) y gases fluorados (2,8 %) (MMA, 2019, p.144)

4.2. Huella de carbono

La Huella de Carbono de producto es la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se generan en cada una de las fases del ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas, hasta el destino al abandono del producto. (Álvarez, 2015). Para la estimación de la HC se requiere conocer el parámetro de dato de actividad (DA) para obtener la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones que se producen, y el factor de emisión (FE) que relaciona los DA actividad con la

cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las últimas emisiones. Como los datos de FE pueden ser diferentes según fuente bibliográfica o no son precisos ni representativos, se habla de Incertidumbre que se refiere a la falta de certeza, como pueden ser la existencia de fuentes y procesos no identificados o la falta de transparencia (IPCC, 2000)

4.3. Gestión de la huella de carbono en un producto agrícola

Una buena metodología para la gestión de la HC de un producto debe contar con ciertos criterios básicos, lo primero y más importante es que deben tener un enfoque de ciclo de vida ya que este aspecto toma los flujos de la cadena de suministro. Algunos otros criterios para tener en consideración son: gestión de los resultados, que incluye la identificación de "puntos calientes", la comunicación con los clientes, la evaluación comparativa y el seguimiento. Para la cuantificación de la HC, la unidad funcional debe estar definida claramente y estar relacionada con los objetivos y alcance del estudio; los límites del sistema, deben comprender todas las fases (procesos unitarios) del ciclo de vida, incluyendo los procesos relacionados con la cadena de suministro; el criterio de corte, debe incluir todos los datos necesarios para proporcionar representatividad de la HC del producto; la calidad de los datos deben estar garantizados; Los Datos primarios (datos recopilados) deben ser precisos y representativos del lugar; idealmente se debe contar con una plantilla de recopilación de datos clara y de fácil interpretación; los datos

secundarios deben ser obtenidos de fuentes confiables; la asignación de emisiones debe contener GEI asociados a todas las fuentes de emisión significativas en el ciclo de vida; una buena metodología para ser aplicada a productos agrícolas según mi apreciación personal, debe contener orientaciones sobre el cambio de uso del suelo, refiriéndose a los impactos ambientales por el uso y conversión de la superficie terrestre original por actividades relacionadas con el producto, debe tener como principal impacto el cambio climático y además se deben considerar las emisiones y absorciones de carbono fósil y biogénico; de igual forma que deje con claridad la incorporación o no en el estudio de HC la compensación de emisiones; además debe contener orientaciones sobre la interpretación de los resultados y requisitos sobre el informe el cual debe ser claro y demostrar el cumplimiento de los requisitos, además de contar idealmente con una plantilla de informe.

4.3.1. ISO 14040: 2006 e ISO 14044:2006

La ISO 14040: 2006 sobre “análisis de ciclo de vida, principios y marco de referencia” e ISO 14044:2006 sobre “análisis de ciclo de vida, requisitos y directrices”, son normas complementarias creadas por la Organización Internacional de Normalización (ISO). La ISO 14044: 2006 especifica los requisitos y proporciona directrices para la evaluación del ciclo de vida, la ISO 14044: 2006 cubre estudios de evaluación del ciclo de vida y estudios de inventario del ciclo de vida (European Commission, 2011, p. 14). Tienen como

objetivo la identificación de oportunidades de mejora del desempeño ambiental del producto en las fases de diseño y desarrollo; el establecimiento de prioridades en la planificación estratégica del producto; la elección de indicadores de desempeño ambiental, entre los que se incluyen técnicas de medición y estrategias de marketing (ISO 14044:2006).

4.3.2. PAS 2050:2011

Es una herramienta de gestión de acceso público y gratuito, elaborada en el año 2007 por British Standard Institute (BSI) con el apoyo del Carbon Trust y DEFRA, ambos organismos del gobierno inglés. Está dedicada al cálculo de emisiones de productos y servicios, responde a las normativas ISO y del GHG Protocol. Titulada como: especificaciones para la evaluación del ciclo de vida de las emisiones de GEI de bienes y servicios, no consiste en un programa de bases de datos de factores de emisión, sino que se presenta como guía que describe los pasos a determinar (CEPAL, 2010, p. 25).

4.3.3. ISO 14067:2019

Creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), forma parte de la familia de normas ISO 14060, enfocadas en cuantificar, controlar, informar y validar las emisiones de GEI, especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y el informe de la HC de un producto, tomando como referencia las ISO 14040 e ISO 14044 y la estructura de la PAS 2050.

4.4. Ciclo de vida de la uva de mesa chilena

4.4.1. Fase de cambio de uso de suelo

Es donde se elimina la vegetación original y se acondiciona el suelo para dar paso al establecimiento del cultivo de uva, por lo que el suelo sufre un cambio en el propósito para el cual se utilizaba anteriormente (FIA, 2010).

4.4.2. Fase de producción

Es donde ocurren los procesos de agricultura, destacan actividades de preservación del cultivo y cosecha. Esta fase se caracteriza por la utilización de insumos, poda y riego según la época del año que corresponda (FIA, 2010).

4.4.3. Fase de packing/ unidad de frío

El edificio está conformada por el packing de limpia, la cámara de gas y el packing de embalaje, primero se procede a la recepción del producto en el packing de limpia donde en cintas transportadores el personal se dedica a la selección, limpieza y clasificación de la uva, luego el producto es transportado a la cámara de gasificación donde la uva será sometida a una fuente de gas Anhídrido Sulfuroso (SO_2), para eliminar esporas de hongos, después la uva es trasladada al packing de embalaje. Finalmente, cada caja es pesada y luego embalada (Sagrado corazón table grape, 2017), la fruta lista se transporta a la unidad de frío donde, será almacenada hasta que llegue el transporte acondicionado para trasladar el producto al puerto de salida del país.

4.4.4. Fase de transporte internacional

La fruta se embarca por vía marítima hasta el puerto de destino fuera del país. El puerto de salida será el más cercano a la zona de producción los cuales son para uvas de las regiones Atacama y Coquimbo, el puerto de Caldera; para uvas de las regiones de Valparaíso, Metropolitana, de O'Higgins y del Maule, el puerto de Valparaíso (FIA, 2010), como la zona de mayor producción es la región de O'Higgins es más probable que la uva salga por Valparaíso. El puerto de destino más frecuente es Filadelfia, USA en la costa este.

4.5. Emisiones de GEI durante el ciclo de vida de la uva de mesa

Las emisiones se clasifican en directas, indirectas e involucradas, las directas son los GEI de las operaciones y procesos que ocurren dentro de los límites del sistema; las indirectas, son las generadas por la quema de combustibles fósiles requeridos para el funcionamiento de los medios de transporte y las involucradas, son las que constituyen la HC de los suministros (FIA, 2010). Las fuentes de emisión se clasifican en emisiones generadas por fabricación, transporte y uso de insumos, por extracción, transporte y uso de energía (combustibles y electricidad) y por gestión de residuos (FIA, 2010).

Tabla 1. Valores máximos encontrados de HC en uva de mesa de industrias no vinculadas entre sí.

Limites	HC (kg CO ₂ e/kg de uva)
Cuna a puerta de la granja	0,59
Puerta de la granja a puerta de Packing	0,86

Fuente: Elaboración propia, desde FIA,2010.

4.5.1. Emisiones generadas por fabricación, transporte y uso de insumos

Son los GEI relacionadas con las entradas de materiales y energía requeridos para el funcionamiento de los procesos productivos. Insumos, como fertilizantes, cal, pesticidas y agua emiten CO_2 cuando se producen, almacenan y/o transportan (Karlsson, 2017).

La necesidad de contar con nitrógeno, fósforo y potasio, obliga a suministrar estos elementos en forma de fertilizantes sintéticos y/u orgánicos, los fertilizantes sintéticos se extraen y fabrican requiriendo una gran cantidad de energía (Karlsson, 2017). El uso de fertilizantes, donde el nitrógeno que contiene es incorporado al suelo, entrando a ser parte de procesos microbianos que incluyen la liberación de N_2O a la atmósfera por la oxidación del nitrógeno. Si se utiliza urea para la fertilización hay que considerar que este insumo genera emisiones de CO_2 ya que la urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) se convierte en amonio (NH_4^+), ion hidroxilo (OH^-), y bicarbonato (HCO_3^-), el bicarbonato que se forma se convierte en CO_2 y agua (IPCC, 2006). Otro insumo que libera GEI es la cal agrícola, por la liberación de iones bicarbonatos (HCO_3^{2-}), pero a juzgar con fichas técnicas publicadas por ODEPA la cal agrícola no es un insumo utilizado para cultivos de uva de la zona central. Otros GEI liberados a la atmósfera, son refrigerantes como los hidrofluorocarbonos (HFC) utilizados en procesos del ciclo de vida donde se debe mantener una temperatura adecuada sobre el producto (ODEPA, 2018). Se usan gases del tipo HFC, como el de menor potencial de calentamiento global (PCG), el R-152a. Otros refrigerantes son el Freón R-22 y Freón R-12 (FIA, 2010).

4.5.2. Emisiones generadas por extracción, transporte y uso de energía (combustibles fósiles y electricidad)

Combustibles fósiles y electricidad, emiten CO₂ cuando se producen, almacenan y/o transportan (Karlsson, 2017). Los GEI relacionados al uso de combustibles son liberados en actividades cuya energía es requerida para activar los procesos, proviene de la combustión de materiales con contenido de carbono (C), ya sea de origen fósil (derivados del petróleo) o de origen biomásico (maderas, leña), liberando gases CO₂, CH₄ y N₂O (ODEPA, 2018, p. 20). Las emisiones de CO₂ son de la oxidación del carbono que, en condiciones óptimas, el contenido total de carbono debería convertirse en CO₂. El CH₄ se produce en pequeñas cantidades debido a la combustión incompleta, el N₂O se produce directamente a partir de la quema de combustible (GCE, 2012, p.4). Sobre la electricidad, esta es una fuente importante de CO₂ generada por combustión durante su generación (ODEPA, 2018, p. 24). En riego el agua se bombea desde pozos, que requieren de combustible o electricidad (Karlsson, 2017). Si la fuente de energía es renovable, no se contabiliza según las orientaciones de la PAS 2050.

4.5.3. Emisiones generadas por gestión de residuos

La quema de residuos es una práctica común que proporciona CO₂ y en menor medida CH₄ y N₂O (ODEPA, 2018, p. 22). Los residuos destinados a relleno sanitario como sitio de disposición final, en parte son residuos biológicos, esta

acción significa emisiones de CH₄ (ODEPA, 2018, p. 23). Si los residuos orgánicos con incorporados al suelo, el nitrógeno procederá a su mineralización, liberando N₂O. Si la materia orgánica se descompone sobre el suelo la emisión GEI será de CO₂ por oxidación de carbono (IPCC, 2006).

4.6. Huella de carbono global en uvas

Clude et al. (2017) determino mediante el análisis de 6 valores de HC en diferentes lugares del mundo que la uva en su fase de producción ronda en promedio los 0,41 kg CO₂e/ kg de fruta.

4.6.1. España

Los viñedos para vinos tienen una HC de la cuna a puerta de la granja de 0,5 kg CO₂e/kg, la que se distribuye en un 48% de emisiones directas durante labores de riego, 35 % de emisiones involucradas durante la fabricación de insumos (fertilizantes y plaguicidas), 20 % por tracción mecánica, 6% de emisiones directas por uso de fertilizantes y 1% de emisiones directas por gestión de residuos. En packing son dominadas por fabricación de empaques, seguido por consumo energético y gestión de residuos (Aguilera et al., 2020).

4.6.2. Sudáfrica

La uva de mesa se caracteriza a nivel de granja (fase de producción) por emisiones durante las labores de riego. Las emisiones de packing son

impulsadas por el uso de materiales de empaque (Janse, 2015). Un estudio determino que la HC de la uva de mesa, en fase de producción (cuna a la puerta de la granja) ronda los 0,45 kg CO₂/ kg fruta (CCC, 2020), la cual se distribuye en un 44% de emisiones directas durante el riego, 29% de emisiones involucradas durante la fabricación de insumos (fertilizantes y plaguicidas) y un 27 % de emisiones directas por tracción mecánica. Para la fase de packing la HC se compone mayormente por emisiones relacionadas a la fabricación de empaques (72%), consumo de energía (27%) y gestión de residuos (1%) (CCC, 2018). no se menciona directamente las emisiones por uso de fertilizantes ni gestión de residuos, por lo que se asume como supuesto que es menos del 1% de distribución.

4.6.3. Argentina

Abraham y Alturria (2013) determinaron que el principal componente de la HC (etapa de producción) son emisiones por uso de combustible fósil en labores de cultivo (laboreo del suelo, riego, aplicación de enmiendas, fertilizantes y pesticidas y cosecha. Las emisiones involucradas es el segundo componente por fabricación y transporte de insumos. La HC de un viñedo de uva para vino arrojo 0,72 kg CO₂/ kg fruta, la que se distribuye en un 44% de emisiones directas durante el riego, 32% de emisiones directas por tracción mecánica y 24% de emisiones involucradas durante la fabricación de insumos (fertilizantes y plaguicidas) (Civit et al., 2012). No se menciona directamente las emisiones

por uso de fertilizantes ni gestión de residuos, por lo que se asume como supuesto que es menos del 1%.

4.6.4. Chipre

Un estudio determinó que la HC durante el cultivo de uva de mesa Thompson Seedless ubicados en las regiones de Limassol, dio como resultado 0,85 kg CO₂e/kg de fruta, donde su estructura se compone principalmente de emisiones directas por consumo de energía (41%) en las labores agrícolas (riego, seguido de tracción mecánica, que por razones de comparación se supondrá que el 25% es por riego y el 20% por tracción mecánica), 32% de emisiones involucradas durante la fabricación de insumos (fertilizantes y plaguicidas), 17 % de emisiones directas por uso de fertilizantes y 6% de emisiones directas por gestión de residuos (Litskas et al., 2017).

4.6.5. USA

Un cultivo de uva para vino en California arroja una HC de 0,48 kg CO₂e/kg de fruta, la cual se distribuye en un 58 % a emisiones involucradas por la fabricación de insumos (fertilizantes y plaguicidas), 26% de emisiones directas por tracción mecánica, 10% de emisiones directas durante el riego y 6% de emisiones directas por uso de fertilizantes (Steenwerth et al., 2015). No se menciona directamente las emisiones por gestión de residuos, por lo que se asume como supuesto que es menos del 1% de distribución.

5. RESULTADOS

A continuación, se analizarán diferentes normas relacionadas a la gestión de la huella de carbono de un producto.

Tabla 2. Análisis de criterios metodológicos de la ISO 14044:2006.

Criterio	Especificaciones
Ciclo de vida	· Presenta un enfoque de análisis de ciclo de vida
Unidad Funcional	· Coherente con el objetivo y el alcance del estudio, definida con claridad y medible
Límites del sistema	· No son del todo claro · Primero se definen en relación con el objetivo y alcance, pero luego cambian a razón de la calidad de datos
Criterio de corte	· Seleccionados a partir de su importancia ambiental con relación a la masa y energía
Datos primarios	· Específicos del análisis, ósea que son recolectados de los sitios de producción
Datos secundarios	· Son obligatorios para el cálculo de la HC · No son específicos, son derivados de otras fuentes como literatura
Plantilla de datos	· Obligación a que sean de fuentes confiables · El texto no cuenta con plantilla de recopilación de datos
Calidad de datos	· Se encuentra en la norma ISO 14049 · Rango temporal, rango geográfico, tecnología usada en el producto, precisión, integridad, coherencia e incertidumbre de la información
Asignación	· Contiene todas las emisiones de las entradas y las salidas del proceso
Cambio uso de suelo	· Ninguna especificación
Cambio climático	· Se abordan múltiples impactos ambientales no solo el cambio climático
Carbono fósil y biogénico	· Ninguna especificación
Compensación de emisiones	· Ninguna especificación
Interpretación de resultados	· Identificación de los aspectos significativos del análisis de CV

Informe	<ul style="list-style-type: none"> · Contiene detalles metodológicos incluyendo la Interpretación de los resultados · Plantilla se encuentra en la ISO 14048
---------	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Análisis de criterios metodológicos de la PAS 2050:2011.

Criterio	Especificaciones
Ciclo de vida	<ul style="list-style-type: none"> · Presenta enfoque de análisis de ciclo de vida
Unidad funcional	<ul style="list-style-type: none"> · Unidad que será analizada
Límites del sistema	<ul style="list-style-type: none"> · Claramente definido e incluye todos los procesos del ciclo de vida · Enfoque de la cuna a la puerta o de cuna a la tumba
Criterio de corte	<ul style="list-style-type: none"> · Contiene todas las emisiones dentro del límite del sistema que tienen el potencial de hacer una contribución a la evaluación de GEI
Datos primarios	<ul style="list-style-type: none"> · Específicos del análisis, ósea que son recolectados de los sitios de producción · Son obligatorios para el cálculo de la HC
Datos secundarios	<ul style="list-style-type: none"> · No específicos, son derivados de otras fuentes como literatura · Obligación a que sean de fuentes confiables
Plantilla de datos	<ul style="list-style-type: none"> · Se proporciona una plantilla de datos
Calidad de datos	<ul style="list-style-type: none"> · Rango temporal, rango geográfico, tecnología usada en el producto, precisión, integridad, coherencia e incertidumbre de la información
Asignación	<ul style="list-style-type: none"> · Contiene todas las emisiones de las entradas y las salidas del proceso
Cambio uso de suelo	<ul style="list-style-type: none"> · Se incluyen emisiones que se hayan producido en los últimos 20 años
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> · Único impacto ambiental que se considera
Carbono fósil y biogénico	<ul style="list-style-type: none"> · Las emisiones de carbono fósil se deben incluir en la evaluación
Compensación de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> · No se deben incluir en la evaluación
Interpretación de resultados	<ul style="list-style-type: none"> · Ninguna especificación
Informe	<ul style="list-style-type: none"> · Ninguna especificación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Análisis de criterios metodológicos de la ISO 14067:2019.

Criterio	Especificaciones
Ciclo de vida	· Presenta enfoque de análisis de ciclo de vida
Unidad Funcional	· Coherente con el objetivo y el alcance del estudio
Límites del sistema	· Claramente definida y medible · Claramente definido e incluye todos los procesos del ciclo de vida · Con enfoque de la cuna a la puerta o de la cuna a la tumba
Criterio de corte	· Deben incluir todas las emisiones dentro del límite del sistema que tienen el potencial de hacer una contribución a la evaluación de GEI
Datos primarios	· Específicos del análisis, ósea que son recolectados de los sitios de producción
Datos secundarios	· Son obligatorios para el cálculo de la HC · No específicos, son derivados de otras fuentes como literatura o bases de datos
Plantilla de datos	· Obligación a que sean de fuentes confiables · El texto no cuenta con plantilla de datos, se encuentra en la norma ISO 14049
Calidad de datos	· Rango temporal, rango geográfico, tecnología usada en el producto, precisión, integridad, coherencia e incertidumbre de la información
Asignación	· Debe contener todas las emisiones de las entradas y las salidas del proceso
Cambio uso de suelo	· Se incluyen las emisiones aplicando las orientaciones metodológicas del IPCC
Cambio climático	· Único impacto ambiental que se considera
Carbono fósil y biogénico	· Emisiones de carbono fósil y biogénico se deben incluir en la evaluación de la HC
Compensación de emisiones	· Ninguna especificación
Interpretación de resultados	· Identificación de los aspectos significativos del análisis de ciclo de vida
Informe	· Contiene la Interpretación de los resultados · Plantilla se encuentra en la ISO 14048

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Resumen comparativo de las metodologías analizadas.

Aspectos	ISO 14044	PAS 2050	ISO 14067
Ciclo de vida	✓	✓	✓
Unidad Funcional	✓	✓	✓
Límites del sistema	✓	✓	✓
Criterio de corte	✓	✓	✓
Datos primarios	✓	✓	✓
Datos secundarios	✓	✓	✓
Plantilla de datos	×	✓	×
Calidad de los datos	✓	✓	✓
Asignación de emisiones	✓	✓	✓
Cambio de uso del suelo	×	✓	✓
Cambio climático	×	✓	✓
Carbono fósil y biogénico	×	✓	✓
Compensación de emisiones	×	✓	×
Interpretación de los resultados	✓	×	✓
Informe y plantilla de informe	✓	×	✓

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se analizarán las fases del ciclo de vida de la uva de mesa en producción y packing. Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

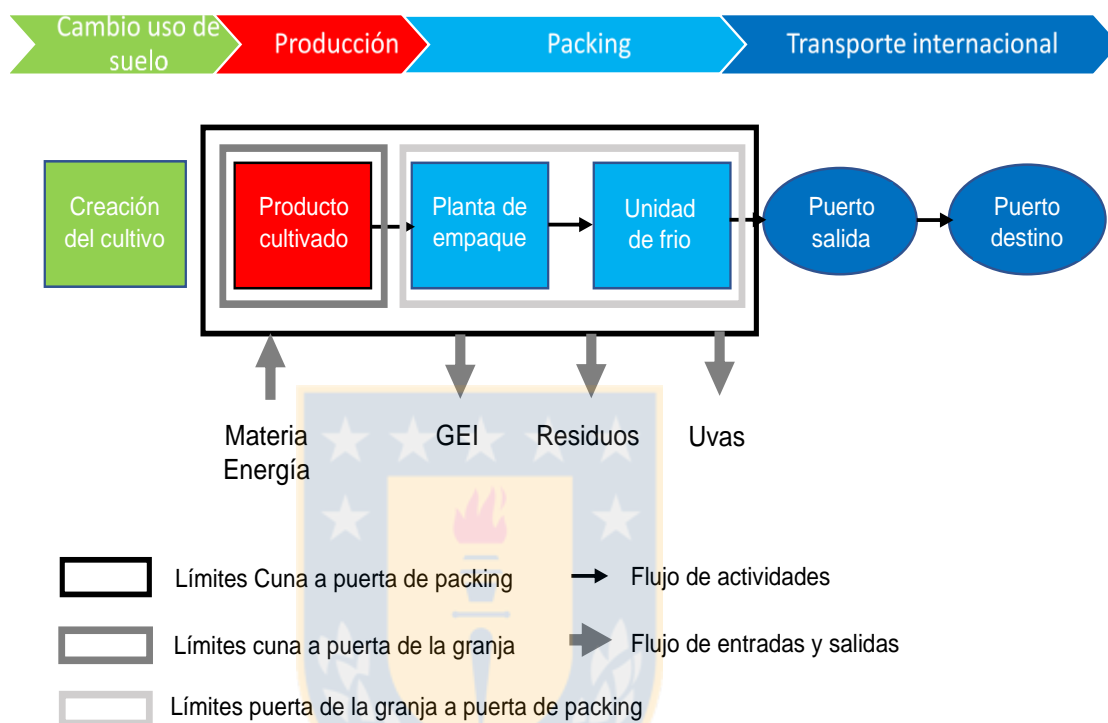


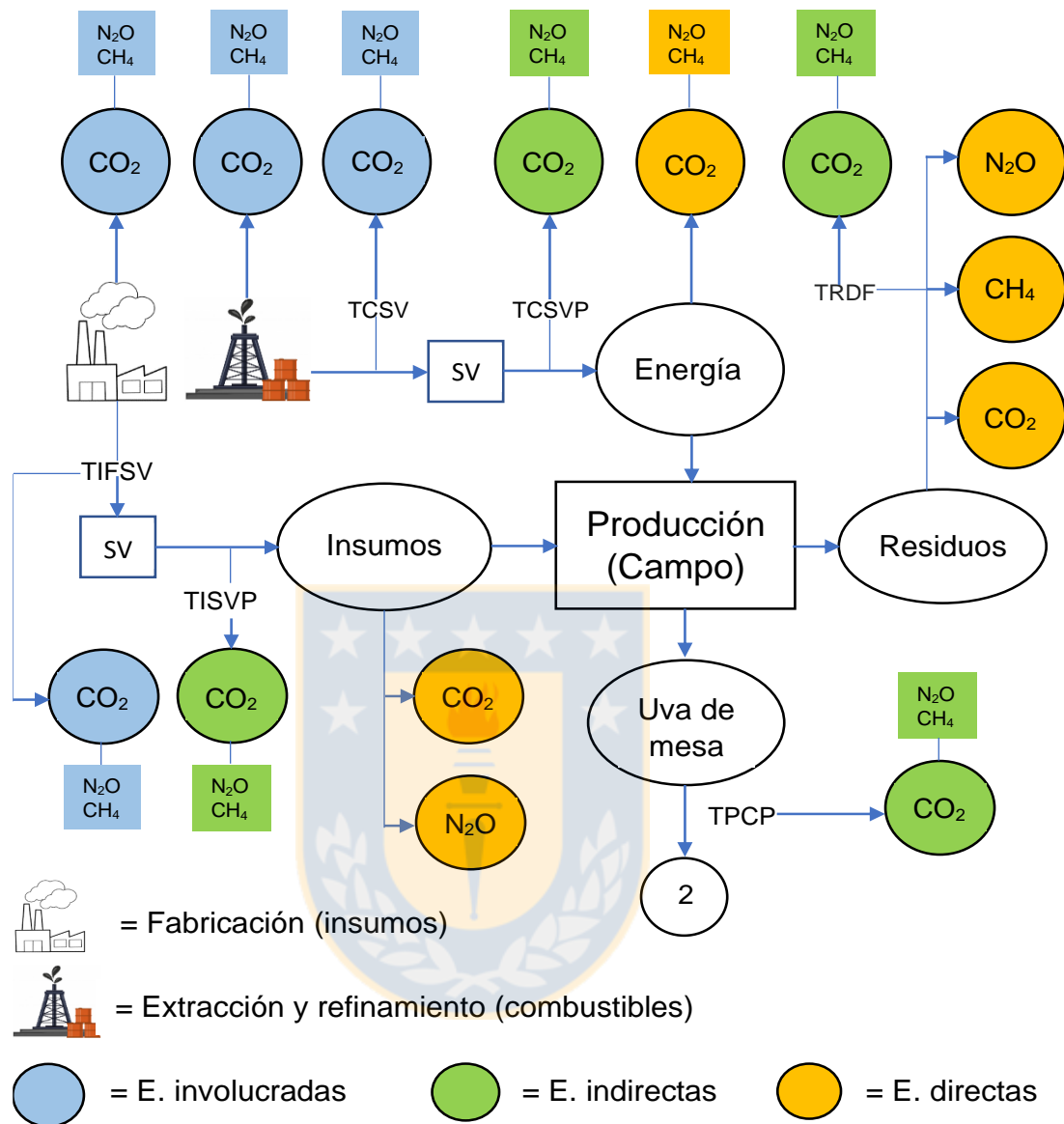
Figura 1. Diagrama de procesos considerados en uva de mesa.

Límites del sistema: los límites del sistema a considerar para la evaluación de la uva de mesa chilena, es de cuna a puerta de granja (desde la extracción o la adquisición de materias primas hasta la salida del producto cosechado) y de puerta de granja a puerta packing (desde la entrada del producto cosechado a la salida del producto procesado considerando la extracción o la adquisición de materias primas) de forma independientes entre sí.

Categorías de impacto ambiental: cambio climático.

Criterio de corte: se considera como entradas de materia, insumos como fertilizantes, plaguicidas, refrigerantes, materiales de embalaje (cajas de cartón y plástico, bolsas y envases plásticos), Pallets y gas anhídrido sulfuroso. Se consideran como entradas de energía todo consumo de diésel usado durante labores de cultivo (gestión del suelo, acción de fertilización, acción de control de plagas, cosecha) y packing, además de todo consumo de combustible diésel usados en medios de transporte de insumos, combustibles y producto (uva) tanto dentro como fuera de los límites. Y todo consumo de electricidad en labores de riego, iluminación y equipos electrónicos. Se considerarán como salidas los GEI sin considerar la magnitud de la emisión, los residuos como desechos de poda, hojarasca, fruta, plásticos y cartones, ocurridos dentro de los límites, y salidas de producto (uva que haya sido cultivada y procesada) teniendo como unidad funcional, kg de fruta procesada.

Asignación de emisiones: se consideran las fuentes de emisión producidas durante la fase de producción y packing por separado, considerando: emisiones involucradas e indirectas por fabricación y transporte de insumos importados (fertilizantes, plaguicidas, cajas, bolsas y envases plásticos y refrigerantes) e insumos nacionales (cartones); emisiones involucradas e indirectas por extracción, refinamiento y transporte de diésel (desde el extranjero); emisiones directas por uso de energía (diésel y electricidad); emisiones directas por uso de fertilizantes y emisiones directas e indirectas por gestión y transporte de residuos, no se consideran capturas de carbono.



SV= sitio de venta en el país TIFS = transporte de insumos hasta SV

TIS = transporte de insumos desde SV hasta lugar de uso

TCS = transporte de combustibles hasta SV

TCSV = transporte de combustibles desde SV hasta lugar de uso.

TRDF = transporte de residuos a su disposición final

TPCP = transporte del producto desde el campo hasta packing

Figura 2. Flujo de entradas y salidas en la fase de producción (límites de cuna a puerta de la granja).

GEI por uso de insumos: GEI relacionados a los agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas), emitidos desde el suelo, durante su fabricación y/o por actividades de transporte, los que son comprados una vez al año y empleados por hectárea de cultivo.

Tabla 6. Ruta de los insumos durante la fase de producción.

Insumos	Nombre	Fabricación	Emisión
Fertilizantes nitrogenados	Urea	China/USA	Directas/ involucradas
	Nitrato de amonio	S/I	Directas/ involucradas
Fungicidas	Amistar Top	Reino unido/ Brasil	Involucradas
	Azufre mojable	Chile	Involucradas
	Benlate 50%	S/I	Involucradas
	Bayletón 25 %	S/I	Involucradas
	Captan 80 WP	Israel	Involucradas
	Podexal	Chile	Involucradas
Herbicida	Roundup	Argentina/Brasil	Involucradas
	H1 2000 175 EC	Japon	Involucradas
Insecticidas	Winspray	Argentina	Involucradas
	Lorsban 4 E	Colombia	Involucradas
	Karate zeon	Bélgica/Grecia	Involucradas
Acaricida	Vertimec 018 EC	Suiza/Brasil/ Alemania/ Hungria	Involucradas

Fuente: Elaboración propia a partir de: (Odepa, 2012), (Odepa, 2014) y SAG

GEI por la generación de residuos: GEI emitidos durante la gestión y transporte de los residuos, estos materiales son generadas de las actividades propias del ciclo de vida, como residuos de poda, hojarasca y fruta

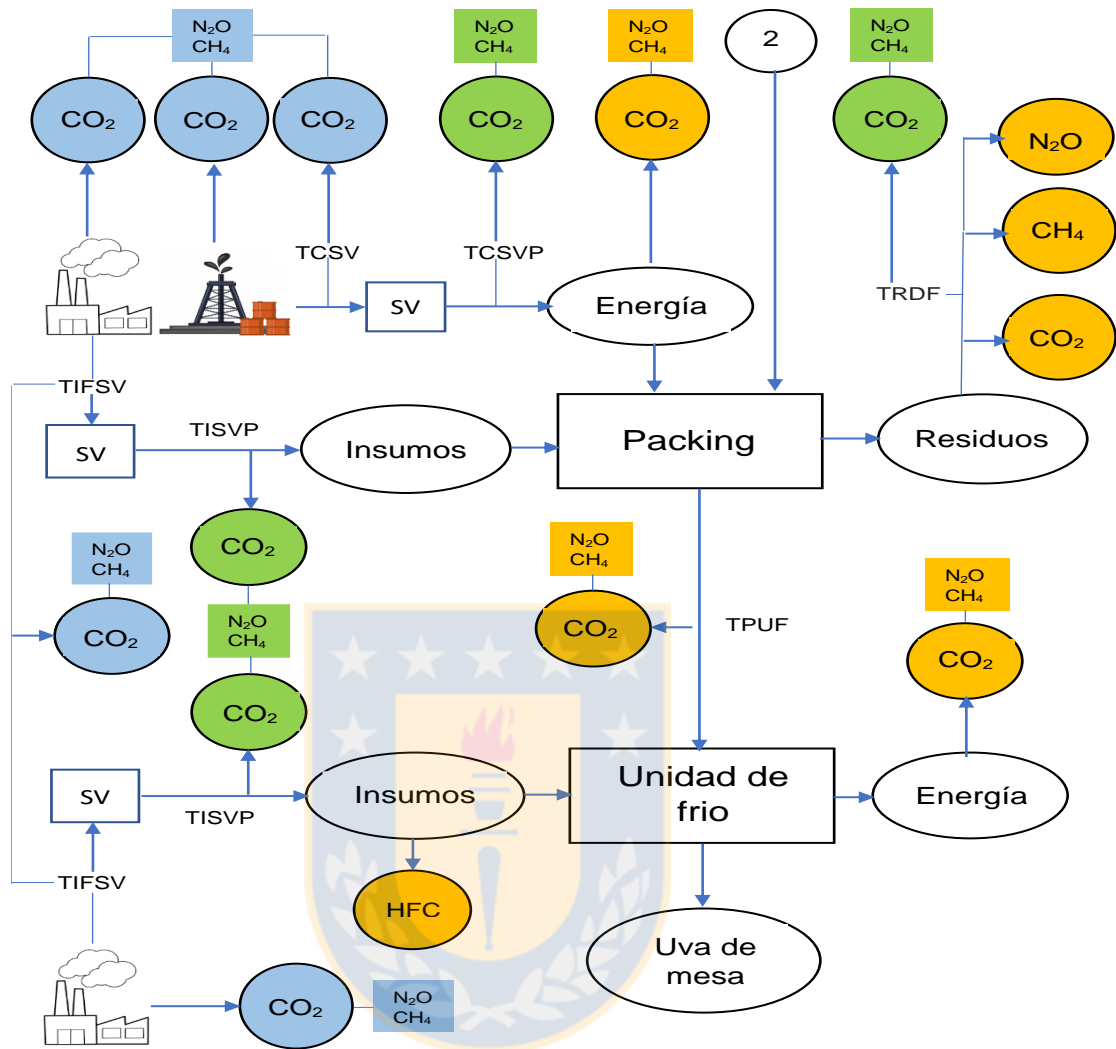
GEI por uso de energía: GEI emitidos durante los procesos de uso, extracción, generación y transporte de energía que será empleada en actividades cuya fuente de energía son combustibles fósiles y electricidad,

como rastraje, surcadura, melgadura, fertilización, aplicación de plaguicidas, riego y luminaria, empleándose maquinaria como trituradoras, tractores, bombas y camiones.

Tabla 7. Comportamiento de las emisiones en la fase de producción (límites de cuna a puerta de la granja).

	Fuente de emisión		Procedencia	Variable
Energía	Producción de combustibles		Quema de combustible	Consumo
	Transporte internacional de combustibles		Quema de combustible	Distancia
	Refinamiento		Quema de combustible	Consumo
	Traslado combustible a SV		Quema de combustible	Distancia
	Traslado de combustible al campo		Quema de combustible	Distancia
	Uso de equipos		Quema de combustible	Consumo
	Consumo eléctrico		Quema de combustible	Consumo
Insumos	Manufactura de fertilizantes		Quema de combustible	Consumo
	Traslado inter. de fertilizante		Quema de combustible	Distancia
	Traslado de fertilizante a SV		Quema de combustible	Distancia
	Traslado de fertilizante a campo		Quema de combustible	Distancia
	Aplicación de fertilizantes		Dosis aplicada	Volumen
	Manufacturas plaguicidas		Quema de combustible	Consumo
	Traslado inter. de plaguicidas		Quema de combustible	Distancia
	Traslado de plaguicidas a SV		Quema de combustible	Distancia
	Traslado de plaguicidas a campo		Quema de combustible	Distancia
Residuos	Traslado de residuos		Quema de combustible	Distancia
	Residuo incorporado (suelo)		Dosis aplicada	Volumen
	Residuos sobre el suelo		Descomposición	Volumen
	Residuos en relleno		Descomposición	Volumen
	Traslado uva a packing		Quema de combustible	Distancia

Fuente: Elaboración propia.



TPUF= transporte de uva de mesa desde packing hasta unidad de frío

Figura 3. Flujo de entradas y salidas en la fase de packing (límites de puerta de granja a puerta packing).

GEI por uso de insumos: principalmente materiales de embalaje, que dependiendo de los requerimientos del cliente se utilizan cajas de cartón, plástico o madera. Para el envasado se utilizan envases tipo polibag, clamshell y punnet (Nimacovij, 201?) Otro insumo utilizado son gases refrigerantes, para retardar el deterioro natural de la uva.

Tabla 8. Ruta de los insumos durante la fase de packing.

Insumos	Nombre	Fabricación*	Emisión
Refrigerantes	R-152 ^a R-404 ^a	Importados	Directas/Indirectas/ Involucradas
	SO ₂	Chile	Involucradas
	Papeles y cartones	Chile	Involucradas
Otros	Pallets	Chile	Involucradas
insumos	Plástico de envasado	Importados	Involucradas
	Plásticos de empaque	Importados	Involucradas

Fuente: Elaboración propia

*Supuestos

Los insumos importados desde distancias más lejanas tendrán una HC mayor.

GEI por la generación de residuos: los residuos generados en esta fase tienes que ver con el descarte de fruta e insumos de platicos y cartones.

GEI por uso de energía: energía eléctrica requerida en el funcionamiento de los equipos y combustible usado en grúa horquilla para el traslado de pallet.

Tabla 9. Comportamiento de las emisiones en la fase de packing (límites de puerta de granja a puerta packing).

	Fuente de emisión	Procedencia	Variable
Energía	Producción de combustibles	Quema de combustible	Consumo
	Traslado internacional de combustibles	Quema de combustible	Distancia
	Refinamiento	Quema de combustible	Consumo
	Traslado combustible a SV	Quema de combustible	Distancia
	Traslado de combustible a packing	Quema de combustible	Consumo
	Uso de equipos	Quema de combustible	Consumo
	Consumo eléctrico	Quema de combustible	Consumo
Insumos	Manufactura de gases refrigerante (GR)	Quema de combustible	Consumo
	Traslado internacional GR	Quema de combustible	Distancia
	Traslado de GR a SV	Quema de combustible	Distancia
	Traslado de GR a packing	Quema de combustible	Distancia
	Recarga de GR	Dosis aplicada	Consumo

	Manufactura de SO ₂	Quema de combustible	Consumo
	Traslado de SO ₂ a SV	Quema de combustible	Distancia
	Traslado de SO ₂ a packing	Quema de combustible	Distancia
	Manufactura de pallets	Quema de combustible	Consumo
	Traslado pallets a packing	Quema de combustible	Distancia
	Manufactura cartones	Quema de combustible	Consumo
	Traslado cartones a SV	Quema de combustible	Consumo
	Traslado cartones a packing	Quema de combustible	Distancia
	Manufactura plásticos	Quema de combustible	Consumo
	Traslado inter. de plástico	Quema de combustible	Distancia
	Traslado de plástico a SV	Quema de combustible	Distancia
	Traslado plástico a packing	Quema de combustible	Distancia
Residuos	Traslado de residuos	Quema de combustible	Distancia
	Residuo incorporado (suelo)	Dosis aplicada	Volumen
	Residuos sobre el suelo	Descomposición	Volumen
	Residuos en relleno	Descomposición	Volumen
	Traslado uva a unidad frio*	Quema de combustible	Distancia

Fuente: Elaboración propia. *incluido en la clasificación de residuos para facilitar el análisis

Tabla 10. Cantidad y distribución (D) de puntos de emisión clasificados según tipo y fuente, durante producción y packing en uva chilena.

Tipo	Fuente	Fase del ciclo de vida*	
		Producción	Packing
Directas	Energía	2	2
	Insumos	1	1
	Residuos	3	4
	Total	6	7
	D (%)	29	24
Indirectas	Energía	1	1
	Insumos	2	5
	Residuos	2	1
	Total	5	7
	D (%)	24	24
Involucradas	Energía	4	4
	Insumos	6	11
	Total	10	15
	D (%)	47	52
	Total	21	29
DT (%)		42	58

Fuente: Elaboración propia. *fases del ciclo de vida tomas de forma conjunta

Tabla 11. Cantidad y distribución (D) de puntos de emisión según actividad, durante producción y packing en uva de mesa chilena.

Fase	Labores de cultivo	Fabricación y uso agroquímicos		Gestión residuos
Producción	7		9	5
D (%)	33		43	24
	Labores de Packing	Fabricación ME	Fabricación otros insumos	Gestión residuos
Packing	7	9	8	5
D (%)	24	31	28	17

Fuente: Elaboración propia. ME: materiales de empaque

A continuación, se expondrán los resultados del análisis investigativo de la HC en uva internacional, en clima mediterráneo por riego por goteo y cultivo convencional el cual se define como un sistema agrícola que utiliza una alta gestión de insumos, riego y energía con el objetivo de maximizar el rendimiento (Karlsson, 2017). Teniendo en cuenta que para González (2011) “No es posible comparar valores de huella de carbono publicados, para un mismo producto, a menos que hayan sido calculados utilizando una misma metodología, bajo un mismo ciclo de vida y empleando los mismos factores de emisión” (p. 68). Debido a la complejidad de que se cumpla lo anteriormente citado, los valores cuantitativos tendrán una importancia secundaria, siendo el principal factor los puntos de mayor contribución a la HC.

Tabla 12. Huella de carbono (HC) en kg CO₂e/kg de fruta para diferentes países.

País	Región	Tipo de uva	HC	Fuente
Chile	O'Higgins	mesa	0,59	FIA, 2010
España	Castilla-La mancha	vino	0,50	Aguilera et al., 2020
Sudáfrica	Ciudad del Cabo	mesa	0,45	CCC, 2020
Argentina	Mendoza	vino	0,72	Civit et al., 2012
Chipre	Limassol	mesa	0,85	Litskas et al., 2017
USA	Napa, California	vino	0,48	Steenwerth et al., 2015

Fuente: elaboración propia.

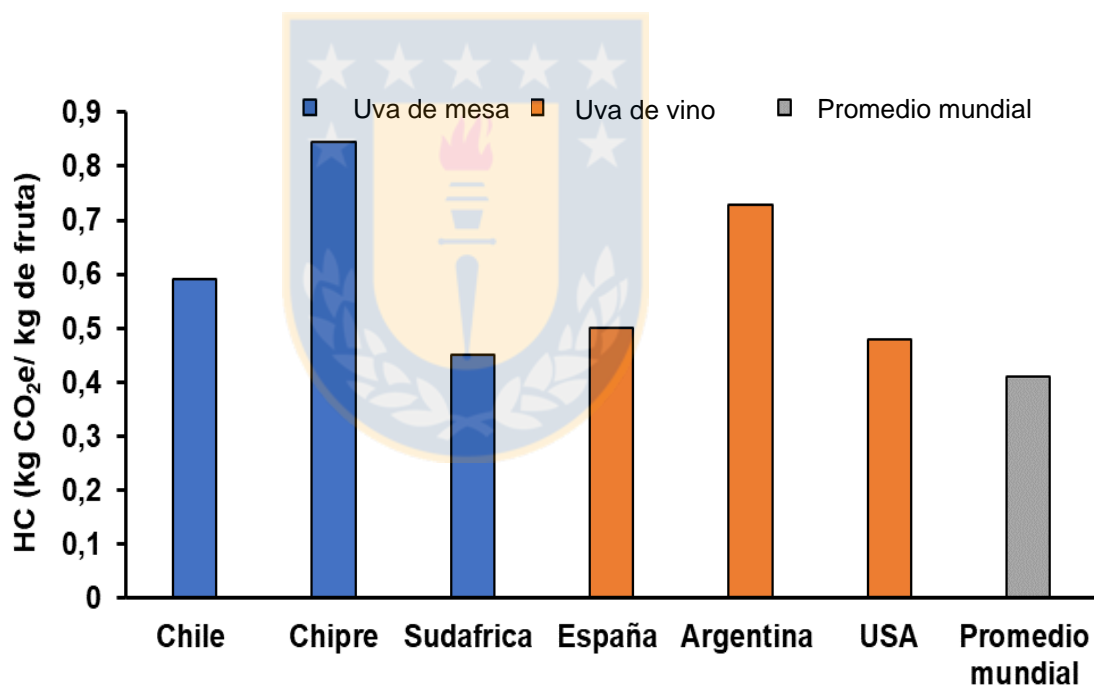


Figura 4. Comparación de la huella de carbono (HC) chilena con diferentes países y el promedio mundial.

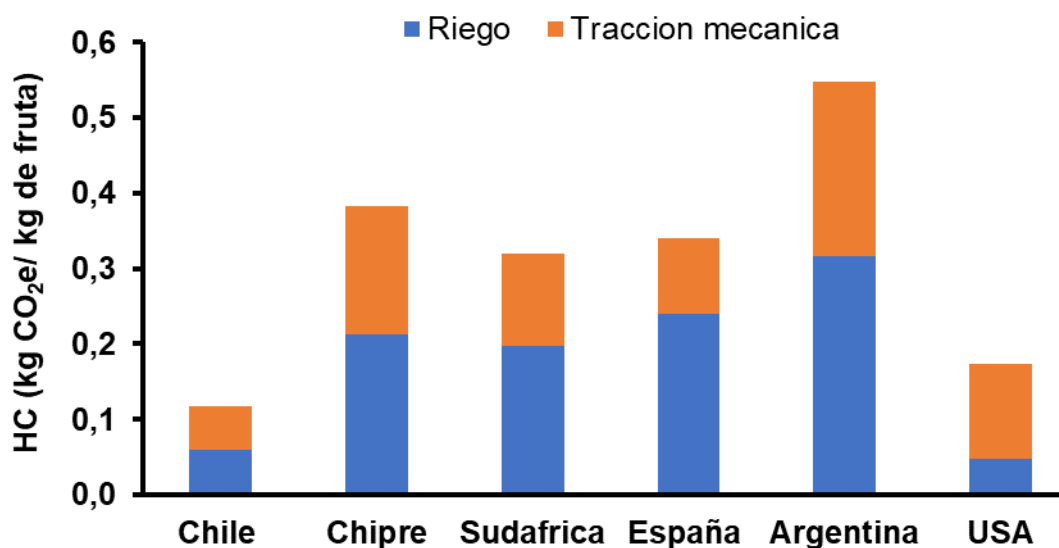


Figura 5. Comparación de las magnitudes de huella de carbono (HC) emitidas durante las labores de cultivo por extracción y uso de energía en fase de producción.

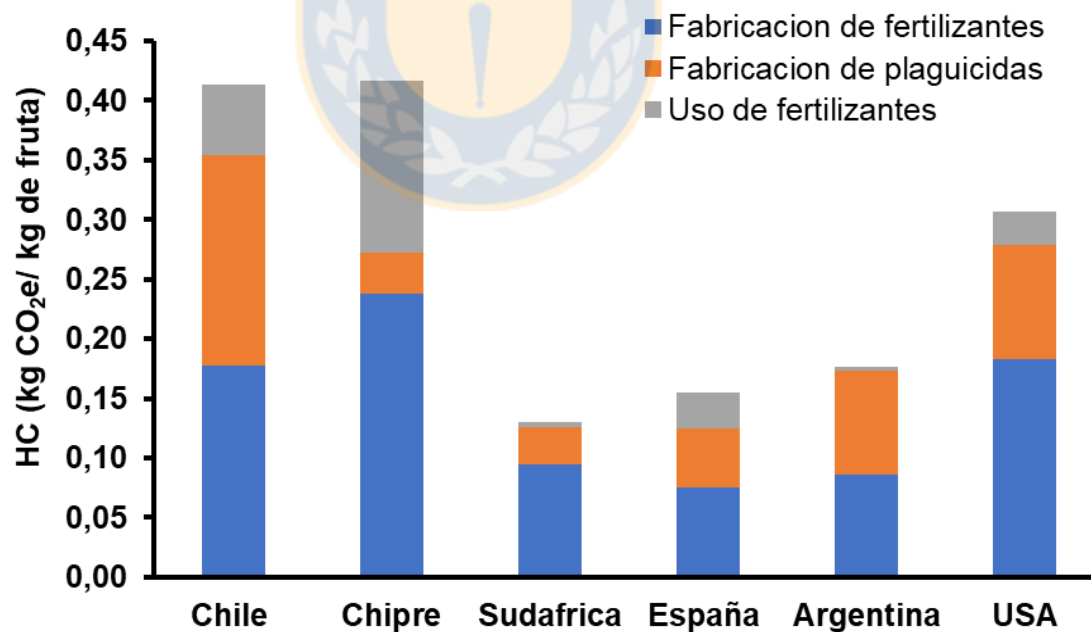


Figura 6. Comparación de las magnitudes de huella de carbono (HC) emitidas durante la fabricación y uso de insumos en fase de producción.

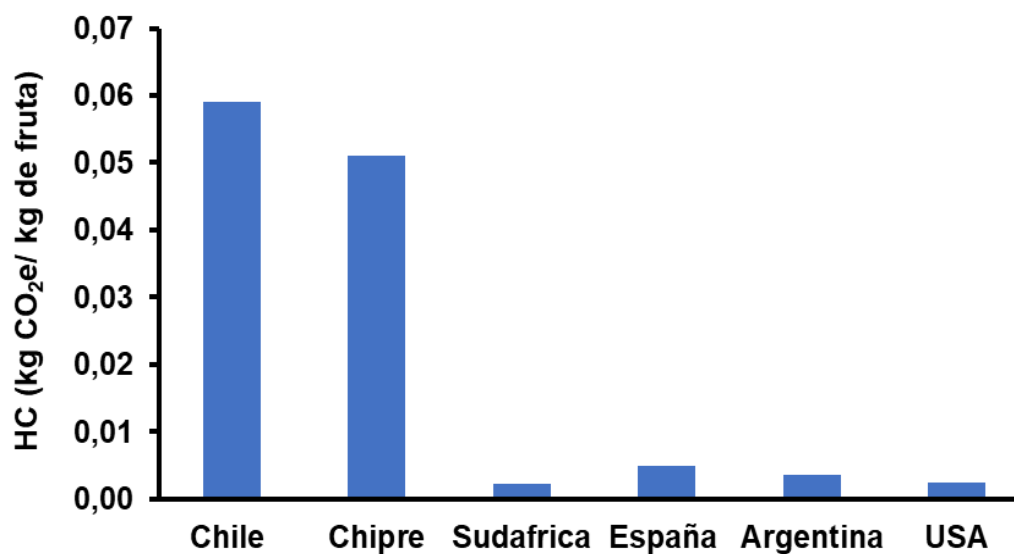


Figura 7. Comparación de las magnitudes de huella de carbono (HC) emitidas durante la gestión de residuos en fase de producción.

Tabla 13. Comparación de las actividades que más contribuyen a la huella de carbono de uva en la fase de producción.

País	Actividad	Procedencia
Chile	Fabricación de agroquímicos	Combustible fósil
España	Labores de cultivo	Combustible fósil
Sudáfrica	Labores de cultivo	Consumo eléctrico
Argentina	Labores de cultivo	Consumo eléctrico
Chipre	Fabricación de agroquímicos	Combustible fósil
USA	Fabricación de agroquímicos	Combustible fósil

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Comparación de la fuente y tipo de emisión (no relacionados entre sí), que más contribuyen a la huella de carbono de uva en la fase de producción.

País	Fuente	Tipo	GEI
Chile	Insumos	Involucradas	CO ₂
España	Energía	Directas	CO ₂
Sudáfrica	Energía	Directas	CO ₂
Argentina	Energía	Directas	CO ₂
Chipre	Insumos	Directas	CO ₂
USA	Insumos	Involucradas	CO ₂

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Comparación de los sectores que más contribuyen a la huella de carbono de uva en la fase de packing.

País	Fuente	Tipo	Actividad	Procedencia
Chile	Insumos	Involucradas	Fabricación de empaques	Combustible fósil
España	Insumos	Involucradas	Fabricación de empaques	Combustible fósil
Sudáfrica	Insumos	Involucradas	Fabricación de empaques	Combustible fósil

Fuente: Elaboración propia

6. DISCUSIÓN

En relación con el primer objetivo, sobre la identificación de la norma metodológica que mejor se comporta sobre un producto agrícola, se detectó mediante una evaluación comparativa de diferentes directrices que en cuanto a los aspectos mínimos (ciclo de vida, unidad funcional, límites del sistema, criterio de corte, datos primarios, datos secundarios, calidad de los datos, asignación de emisiones) para contar con una estructura adecuada para calcular la huella de carbono, la norma ISO 14044:2006, PAS 2050:2011 e ISO 14067:2019 cumplen satisfactoriamente con esos requerimientos. En cuanto a los criterios sobre la forma de interpretar los resultados del análisis (interpretación de los resultados e informe y plantilla de informe) se detectó que la norma PAS 2050:2011 no cuenta con esos requerimientos en comparación con la ISO 14044:2006 e ISO 14067:2019 y en relación los criterios sobre aplicabilidad al sector agrícola (cambio de uso del suelo, cambio climático y carbono fósil y biogénico) se identificó que la norma ISO 14044:2006 no hace ninguna referencia a esas directrices en comparación a la PAS 2050:2011 e ISO 14067:2019. En general, con lo anteriormente expuesto la PAS 2050:2011 e ISO 14067:2019 son perfectamente adecuadas para la aplicación sobre un producto agrícola, diferenciando a la PAS 2050:2011 que es de acceso público, facilitado su aplicación a cualquier organización.

Respecto al análisis de las características de la huella de carbono en uva de mesa de la zona central de Chile, se identifican distintos aspectos que influyen en la gestión de la HC. Relacionado al análisis de los flujos de entradas y salidas del sistema, se observa que en la fase de producción y packing que el GEI predominante es el CO₂, donde tanto las emisiones directas, indirectas e involucradas están dominadas por el uso de combustibles fósiles, donde la cantidad de kg CO₂e/unidad emitidos dependerá de la cantidad consumida de energía ya sea por la complejidad en los procesos (fabricación, extracción y/o uso) o las distancias recorridas, entendiéndose que mientras más complejo sea un proceso (mayor gasto energético) y más lejana sea su procedencia de insumos y/o combustibles, la HC serán más abundante. Sobre la distribución de los puntos de emisión del sistema completo, se observa en producción y packing una gran cantidad de puntos de emisión, que se caracteriza por ser principalmente de tipo involucradas, seguidas de directas y más atrás las de tipo indirectas. Clasificadas según fuente de emisión, se observa que la categoría de insumos es la principal emisora, seguido por energía y más atrás por residuos. Además, hay que señalar que del total de puntos de emisión (50 puntos), el 58% son en la fase de packing y el 42% en la fase de producción, si se toman como un solo sistema. La actividad de mayor contribución a la HC en producción es la fabricación de agroquímicos (manufactura, transporte y uso) con una distribución del 43% en comparación a otras actividades. Para la fase de packing la actividad que presenta una mayor contribución a la HC son las labores de packing (fabricación, transporte y uso de materiales de empaque).

En relación con el análisis de la HC de diferentes países, se extrae que los valores de HC de las uvas de mesa no difieren mayormente de las de vino, por lo que sus prácticas de cultivos son similares y pueden ser comparables. Analizando los diferentes países se observa que las actividades que más contribuyen a la HC en el cultivo de la uva son la fabricación de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) y las labores agrícolas (riego y actividades que requieran tracción mecánica). También se observa que Chile comparte con Chipre y USA la misma actividad (fabricación de agroquímicos) como mayor contribuyente a la huella de carbono, diferenciándose de España, Sudáfrica y Argentina, que su actividad principal son las labores de cultivo. El GEI que más se libera es el CO₂ por sobre el N₂O y el CH₄, las emisiones de tipo directas e involucradas son las que tienen una mayor participación en la huella de carbono, siendo las emisiones directas la que más contribuye en España, Sudáfrica, Argentina y Chipre y las emisiones involucradas tienen una mayor relevancia solo en Chile y USA. Comparando se observa que las fuentes de emisión que más contribuyen a la HC son las relacionadas a los insumos y a la energía por sobre las relacionadas a los residuos, Chile comparte con Chipre y USA la misma fuente de emisión predominante que contribuyente a la HC, diferenciándose de España, Sudáfrica y Argentina que su fuente de emisión principal son por extracción, refinamiento y uso de energía (diésel y electricidad). Al comparar se observa que las emisiones relacionadas a materiales de empaque son las que más contribuyen a la HC durante la fase de packing.

7. CONCLUSIONES

A partir de la evaluación del comportamiento del ciclo de vida en la producción de uva de mesa en la zona central de Chile enfocado en mostrar la situación de la gestión de la uva de mesa tanto en el plano local como internacional, en relación con los factores y características del análisis de ciclo de vida, y la mejor metodología de gestión de los GEI, se concluyó lo siguiente:

Después de consolidar la información sobre los criterios metodológicos de las normas ISO 14044:2006, ISO 14067:2019 y PAS 2050, se determinó que la norma PAS 2050:2011 es perfecta para ser aplicadas a productos agrícolas como lo es la uva de mesa, en comparación con las ISO 14040:2006 y 14044:2006.

Al examinar las características presentes en la gestión de la huella de carbono durante el ciclo de vida de la producción de uva de mesa se determinó que la situación a nivel país, se caracteriza por poseer la mayor cantidad de focos de emisión en la fase de packing seguido de cerca por la fase de producción, determinándose que el valor de la huella de carbono depender mayormente de las emisiones involucradas (emisiones que no son del todo controlables por la empresa) ya que presentan la mayor representatividad, además de depender fuertemente del uso de combustible fósil durante las actividades productivas, siendo las distancias de transporte internacional de insumos y combustibles, además de la energía usada para la manufactura de grandes cantidad de volúmenes de insumos un foco importante de fuentes de emisión, siendo todos estos; factores importantes que afectan el rendimiento ambiental

relacionado con el cambio climático, siendo las salidas de CO₂ el principal GEI liberado seguido por el N₂O, por lo que la gestión se debe centrar en reducir las cantidades de materiales de empaque y agroquímicos (insumos) para disminuir la cantidad de gasto energético requerido para su fabricación, en cuanto a las distancias de viaje, es preferible optar por mercados más secanos para disminuir el consumo de combustibles fósiles.

Al analizar la situación comparativa de Chile con el resto de los países, se determinó que, en la fase de producción, Chile presenta valores de huella de carbono no muy distintos a los valores obtenidos del plano internacional, estando por debajo de Argentina y Chipre. Teniendo como actividad principal en común con Chipre y USA la fabricación de agroquímicos y diferenciándose de Argentina, España y Sudáfrica que tiene como actividad de mayor contribución las labores de cultivo. Sobre el tipo de emisión predominante, Chile se asemeja a USA por tener en común las emisiones de tipo involucradas como mayor contribuyente a la huella de carbono y sobre la fuente de emisión más relevante, Chile se asemeja a los cultivos de Chipre y USA, con las emisiones relacionadas a los insumos. En cuanto a la situación chilena de los GEI en packing no difieren de lo evaluado en países como España y Sudáfrica, siendo las emisiones involucradas producidas por fabricación y transporte de materiales de empaque factor en común. En resumen, el comportamiento de la uva chilena está relacionado al gasto energético producido en los procesos de fabricación de insumos y las distancias de transporte, algo similar a Chipre y USA. Así que se sugiere gestionar ese sector, aplicando la PAS 2050.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Abraham, L., L. Alturria. 2013. Propuesta para el cálculo de la huella de carbono en el cultivo de vid en la provincia de Mendoza, Argentina [en línea]. Observatorio Vitivinícola Argentino. <<https://observatoriova.com/wp-content/uploads/2014/02/Alturria-HUELLA-CARBONO-para-pub-rev-LA.pdf>>. [Consulta: 20 mayo 2021].
2. Aguilera, E., P. Piñero, J. Infante, M. González de Molina, L. Lassaletta y A. Sanz. 2020. Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono de la alimentación en España. Real Academia de Ingeniería. Madrid, España.
3. Álvarez, S. 2015. La huella de carbono de los productos. Serie Huella de Carbono Volumen 3. AENOR. Madrid, España.
4. Apey, A. 2019. La fruticultura en Chile: tendencias productivas y su expresión territorial. Análisis realizado a partir de los catastros frutícolas para el período 1999-2018. ODEPA. Santiago, Chile.

5. Asociación Española de Normalización. 2006a. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia (ISO 14040:2006). UNE-EN ISO 14040. Madrid, España.

6. Asociación Española de Normalización. 2006b. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. Modificación 1 14044:2006/Amd 1: 2017. UNE-EN ISO 14044/A1. Madrid, España.

7. Asociación Española de Normalización. 2019. Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos para cuantificación (ISO 14067:2018). UNE-EN ISO 14067. Madrid, España.

8. British Standards Institution. 2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. PAS 2050:2011. London, UK.

9. CCC (South Africa). 2018. Benchmark report 2018. South African Wine (Red and White) [en línea]. Confronting Climate Change, South African. <[http://www.winetech.co.za/documents/CCC_Wine_Industry_Report_2018_\(December2018\).pdf](http://www.winetech.co.za/documents/CCC_Wine_Industry_Report_2018_(December2018).pdf)>. [Consulta: 09 julio 2021].

10. CCC (South Africa). 2020. Benchmark report 2020. South African pome fruit [en línea]. Confronting Climate Change, South African. <https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/FP_com/2020/05/27/Aapom.pdf>. [Consulta: 02 junio 2021].

11. CEPAL (Francia). 2010. Metodologías de cálculo de la huella de carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina [en línea]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Francia. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/1/Metodolog%C3%ADas_calculo_HC_AL.pdf>. [Consulta: 16 enero 2021].

12. Civit, B., P. Arena, S. Curadelli y R. Piastrellini. 2012. Indicadores de sostenibilidad. Huella de carbono y huella hídrica de un viñedo considerando distintos sistemas de riego en Mendoza, Argentina. *Enoviticultura* (14): 2-9.

13. Clude, S., E. Crossin and K. Verghese. 2017. Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *J. Clean. Prod.* 140(Part 2): 766-783.

14. European Commission. 2011. Analysis of existing environmental footprint methodologies for products and organizations: recommendations,

rationale, and alignment [en línea]. European Commission, Italy.
<<https://ec.europa.eu/environment/eusds/pdf/Deliverable.pdf>>.

[Consulta: 20 enero 2021].

15. FIA (Chile). 2010. Huella de carbono en productos de exportación agropecuarios de Chile [en línea]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.

<<http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/144764>>. [Consulta: 19 marzo 2021].

16. GCE (USA). 2012. Manual del sector de la energía, quema de combustibles [en línea]. United Nations, USA.

<<https://unfccc.int/sites/default/files/7-bis-handbook-on-energy-sector-fuel-combustion.pdf>>. [Consulta: 31 marzo 2021].

17. González, S. 2011. Huella de carbono de productos agropecuarios exportables. Tierra Adentro (93): 66-71.

18. IPCC (USA). 2000. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero [en línea]. Intergovernmental Panel on Climate Change, USA. <<https://www.ipcc->

nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html>. [Consulta: 06 abril 2021].

19. IPCC (USA). 2006. Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra [en línea]. Intergovernmental Panel on Climate Change, USA. <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>>. [Consulta: 06 abril 2021].

20. IPCC (USA). 2013. Cambio climático 2013: base de ciencia física [en línea]. Intergovernmental Panel on Climate Change, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg1_headlines_es.pdf>. [Consulta: 26 febrero 2021].

21. Janse, P.F. 2015. Regional resource flow model fruit sector report. GreenCape. Cape Town, South Africa.

22. Karlsson, A.E. 2017. Climate impact from fresh fruit production - a systematic review and meta-analysis. Degree project, Master of Science

with a Major in Environmental Science. University of Gothenburg, Department of Biological and Environmental Sciences. Gothenburg, Sweden.

23. Litskas, V.D., T. Irakleous, N. Tzortzakis and M. Stavrinides. 2017. Determining the carbon footprint of indigenous and introduced grape varieties through life cycle assessment using the island of Cyprus as a case study. *J. Clean. Prod.* 156: 418-425.

24. MMA (Chile). 2019. Quinto reporte del estado del medio ambiente 2019 [en línea]. Ministerio del Medio Ambiente, Chile. <<https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/REMA-2019-comprimido.pdf>>. [Consulta: 29 enero 2021].

25. Nimacovij. 2017. Ficha técnica, uva de mesa [en línea]. Nimacovij, Perú. <https://www.blizuu.com/media/files/product/FICHA_TECNICA_UVA_DE_MESA_a4tDHp4.pdf>. [Consulta: 20 abril 2021].

26. Novoa, R., S. González, R. Novoa y R. Rojas. 2000. Inventario de gases con efecto invernadero emitidos por la actividad agropecuaria chilena. *Agric. Téc. (Chile)* 60(2): 154-165.
27. ODEPA (Chile). 2012. La urea y su comercialización en Chile [en línea]. Oficina de Estudios y Política Agrarias, Chile. <<https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2012/07/urea.pdf>>. [Consulta: 20 abril 2021].
28. ODEPA (Chile). 2014. Ficha técnico-económica: uva mesa Región Valparaíso [en línea]. Oficina de Estudios y Política Agrarias, Chile. <https://www.odepa.gob.cl/fichas_de_costo/fichas_pdf/uva_valparaiso_2013-14.pdf>. [Consulta: 16 marzo 2021].
29. ODEPA (Chile). 2018. Estudio para el diseño y medición de huella de carbono en quinoas, granadas y tunas [en línea]. Oficina de Estudios y Política Agrarias, Chile. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Informe-final_Estudio-de-dise%C3%B1o-y-medicion-de-huella-de-carbono-en-quinoa_granadas_tunas.pdf>. [Consulta: 02 abril 2021].

30. ONU (USA). 1992. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático [en línea]. Organización de las Naciones Unidas, USA <<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>>. [Consulta: 22 enero 2021].
31. SAG (Chile). 2021. Lista de plaguicidas con autorización [en línea]. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. <<http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/plaguicidas-y-fertilizantes/78/registros>>. [Consulta: 20 abril 2021].
32. Sagrado Corazón Table Grapes. 2017. Uvas de Chile, para el mundo [en línea]. Sagrado Corazón Table Grapes, Chile. <http://sagradorcorazontg.cl/uva_de_mesa.html#spy-get-in-touch>. [Consulta: 30 marzo 2021].
33. Steenwerth, K.L., E.B. Strong, R.F. Greenhut, L. Williams and A. Kendall. 2015. Life cycle greenhouse gas, energy, and water assessment of wine grape production in California. *Int. J. Life Cycle Assess.* 20: 1243–1253.

34. Torres, A. 2013. Manual del cultivo de uva de mesa. Convenio INIA-INDAP. Boletín INIA N°18. INIA. Santiago, Chile.
35. Unión Europea. 2013. Recomendaciones. Recomendación de la Comisión de 9 de abril de 2013 sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida [en línea]. Unión Europea. <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/93cb8358-b80d-11e2-ab01-01aa75ed71a1/language-es>>. [Consulta: 30 marzo 2021].
36. Vinyes, E., L., Asin, S. Alegre, P. Muñoz, J. Boschmonart and C.M. Gasol. 2017. Life cycle assessment of apple and peach production, distribution and consumption in Mediterranean fruit sector. J. Clean. Prod. 149: 313-320.

9. APENDICE

9.1. Siglas, símbolos y unidades de medidas

IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
HC	Huella de carbono
ACV	Análisis de ciclo de vida
GEI	Gases de efecto invernadero
FE	Factor de emisión
PCG	Potencial de calentamiento global
t	Tonelada
L	Litro
km	Kilometro
ha	Hectárea
N ₂ O	Óxido nitroso
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
HFC	Hidrofluorocarbonos
kg CO ₂ e/kg	Kilogramos de carbono equivalente sobre kilogramos de fruta

10. ANEXOS

Anexo A: Gases de efecto invernadero y sus potenciales de calentamiento global usados para la cuantificación de la HC.

Tabla A1. Gases de efecto invernadero y PCG.

GEI	Formula química	PCG
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
HFC-23	CHF ₃	11.700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	2.800
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1.000
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1.300
HFC-143	CH ₃ CF ₃	300
HFC-143a	CH ₃ CHF ₂	3.800
HFC-152a	CF ₃ CHF ₂ CF ₃	140
HFC-227ea	CF ₃ CH ₂ CF ₃	2.900
HFC-236fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	6.300
HFC-245ca	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	560
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHF ₂ CF ₃	1.300
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23.900
Freón (R11)	CCl ₃ F	5.000
Freón (R12)	CCl ₂ F ₂	5.000
Bromuro de metilo	CH ₃ Br	5

Fuente: PAS 2050:2011