

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN DEL CO₂
DE LOS CAMIONES REEFER EN LA CADENA LOGÍSTICA DE FRÍO DE
LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACIÓN DE CEREZAS FRESCAS

CARLOS EDUARDO VIDAL SOLAR

HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

CHILLÁN-CHILE

2022

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN DEL CO₂
DE LOS CAMIONES REEFER EN LA CADENA LOGÍSTICA DE FRÍO DE
LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACIÓN DE CEREZAS FRESCAS**

Aprobado por:

Edgard Parra Huenchulaf
Ingeniero Civil Industrial, Mg.
Profesor Asistente

Profesor Guía

Juan Antonio Cañumir Veas
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Profesor Asociado

Profesor Asesor

José Fernando Reyes Aroca
Ingeniero Civil Mecánico, Ph.D.
Profesor Asociado

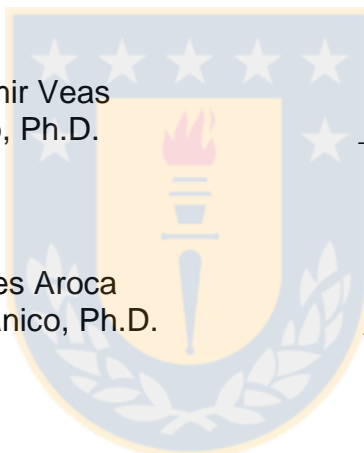
Profesor Asesor

Christian Folch Cano
Profesor de Química, Ph.D.
Profesor Asociado

Director de Departamento

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

Decana



ÍNDICE DE MATERIAS

	Página
RESUMEN	1
SUMARY	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. Objetivo general	7
2.2. Objetivos específicos.....	7
3. METODOLOGÍA	8
4. ANTECEDENTES GENERALES	10
5. CADENA LOGÍSTICA DE LAS CEREZAS	30
6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA EL USO EN LA CADENA LOGÍSTICA DE LA CEREZA.....	36
7. RESULTADOS PROYECCIÓN DE EXPORTACIÓN DE CEREZAS	40
7.1. Proyección de exportaciones de cerezas en Chile.....	43
7.2. El transporte en la proyección de las exportaciones de cerezas	46
8. HUERTO DE CEREZAS ESTUDIADO: MARENGO LOS NICHES, CURICÓ	47
9 EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂), PARA EL HUERTO ESTUDIADO	55
9.1. Emisiones dióxido de carbono (CO ₂) camiones diésel.....	55
10. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂) DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS FACTIBLES DE SER UTILIZADAS.....	56
10.1. Emisiones dióxido de carbono (CO ₂) camiones eléctricos	56
10.2. Emisiones dióxido de carbono (CO ₂), para camiones a gas licuado del petróleo (GLP).....	58
10.3. Emisiones dióxido de carbono (CO ₂), para camiones a gas natural licuado (GNL):	59
10.4. Emisiones dióxido de carbono (CO ₂), para camiones híbridos	60
10.5. Emisiones dióxido de carbono (CO ₂), para camiones a pila de combustible de hidrógeno	62
11. DISCUSIÓN.....	64
12. CONCLUSIÓN.....	66

13. BIBLIOGRAFÍA.....	68
14. ANEXO.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1. Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq) en el sector de energía, dividido en subcategorías desde el año 1990-2013.....	11
Tabla 2. Emisiones por tipo de GEI (Gg CO ₂ eq), desde el año 1990-2013..	13
Tabla 3. Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq), para los diferentes tipos de transporte para la serie de años desde 1990-2013.....	14
Tabla 4. Con datos de los informes bienales de actualización de Chile sobre el cambio climático, se elaboró una tabla con las emisiones de CO ₂ equivalente, para el transporte terrestre.	20
Tabla 5. Con los datos obtenidos de los catastros frutícolas, se realizó una tabla de superficie de cerezos (ha) por región.	41
Tabla. 6. Con los datos de los catastros frutícola por región (2018, 2019, 2020), se muestra por región superficie en producción, producción informada y exportación de cerezas.....	42
Tabla 7. Temporada en periodo de año y cantidad de exportada en tonelada.	44
Tabla 8. Emisiones de CO ₂ , totales para el uso de camiones diésel en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.	56
Tabla 9. Emisiones de CO ₂ totales para el uso de camiones eléctricos en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.....	57
Tabla 10. Emisiones de CO ₂ totales para el uso de camiones gas licuado del petróleo en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.	58
Tabla 11. Emisiones de CO ₂ totales para el uso de camiones a gas natural licuado (GNL) en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.	59
Tabla 12. Emisiones de CO ₂ totales para el uso de camiones híbridos en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.....	61
Tabla 13. Factores de emisiones utilizados en los cálculos.	75
Tabla 14. Factor de emisiones GEI (Gases de Efecto invernadero) del Sistema Eléctrico Nacional.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Consumo energético carretero por tipo de vehículo (porcentaje), para los años 2000 y 2012.	10
Figura 2. Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq) en el sector de energía, dividido en subcategorías desde el año 1990-2013.	12
Figura 3. Emisiones por tipo de GEI (Gg CO ₂ eq) para el periodo 1990-2013.	13
Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016.	13
Figura 4. Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq), para los diferentes tipos de transporte, para el periodo desde 1990-2013.	15
Figura 5. Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq), en las diferentes categorías de transporte terrestre para el periodo de año desde 1990-2013.	16
Figura 6. Emisiones de gases invernadero por gas desde 1990 hasta 2016.	17
Figura 7. Gases de efecto invernaderos producidos por las subcategorías de energía en un periodo desde 1990 hasta 2016.	18
Figura 8. Emisiones de gases de efecto invernadero producido por tipo de transporte desde 1990 hasta 2016.	19
Figura 9. CO ₂ equivalente en proyección en el tiempo en rangos de 3 años (t), para el transporte terrestre.	21
Figura 10. Proyección de las emisiones de CO ₂ equivalentes (CO ₂ eq) para el transporte terrestre en función al tiempo en años (t).....	22
Figura 11. Participación de los mercados en las exportaciones de cerezas desde Chile.	27
Figura 12. Carta de navegación logística.	29
Figura 13. Cadena logística de la cereza.	30
Figura 14. Exportación de cereza (toneladas) en función a la temporada (t) desde el año 2010 hasta 2020.	44
Figura 15. Proyección de exportación de cerezas en función de periodos de años (t).	45
Figura 16. Cantidad de camiones necesarios para la exportación de cerezas en función de periodos de año (t).	46
Figura 17. Emisiones de CO ₂ (toneladas) en relación al tipo de combustible utilizado en el camión, para la cadena logística de la cereza del huerto	

estudiado.....	62
Figura 18. Comparación de emisiones de CO ₂ , para camiones a diésel y a GNL.....	76

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Imagen 1. Ruta desde la ubicación del huerto hasta el packing Dole de Lontué.	49
Imagen 2. Distancia planta Dole Lontue hasta el puerto San Antonio.....	50
Imagen 3. Distancia entre el paking plata Dosal, Tutuquén y el huerto de cerezas (punto rojo, Curicó).	51
Imagen 4. Distancia entre plata Dosal de Tutuquén y punto de exportación en puerto San Antonio.....	52
Imagen 5. Distancia en (km) y tiempo en (h) entre plata Prize de Requínoa (punto rojo) y huerto de cerezas (circunferencia negra).....	53
Imagen 6. Distancia (km)y tiempo en ruta (h) entre planta Prize de Requínoa (punto rojo) y punto de exportacion des puerto de San Antonio (circunferencia negra).....	54

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISMINUCIÓN DEL CO₂
DE LOS CAMIONES REEFER EN LA CADENA LOGÍSTICA DE FRÍO DE
LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACIÓN DE CEREZAS FRESCAS**

ANALYSIS OF THE ENERGETIC EFFICIENCY AND DECREASE OF CO₂
OF THE REEFER TRUCKS IN THE COLD LOGISTIC CHAIN OF THE
PRODUCTION AND COMMERCIALIZATION OF FRESH CHERRIES

Palabras claves: Alternativas de energías, Gases de Efecto Invernadero.

RESUMEN

Las emisiones de CO₂ cada año han ido en alza en el sector del transporte, esto se debe principalmente por el aumento de camiones de carga a diésel que vemos día a día transitar con mercancías por las carreteras de nuestro país. Sin duda, estos son de vital importancia ya que, son los encargados de transportar alimentos de primera necesidad, que muchas veces requieren de condiciones especiales en su ruta.

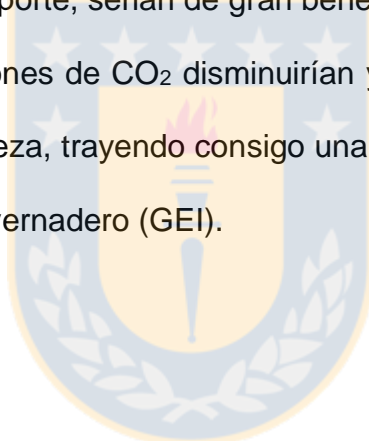
El principal responsable en el aumento del CO₂ es el diésel, es por este motivo que hace bastantes años muchas empresas de camiones están trabajando con nuevas alternativas de energía para el transporte de carga pesada, con el propósito de encontrar la menos contaminante y más eficiente.

En este estudio se trabajó con la cadena logística de transporte (reefer) de la cereza de un huerto específico, con la finalidad, de obtener las emisiones de CO₂ derivadas del transporte de esta (camiones diésel), para posteriormente

ser comparadas con diferentes alternativas de energías utilizadas en camiones (gas licuado del petróleo (GLP), gas natural licuado (GNL), híbridos, eléctricos e hidrógeno verde).

El estudio se sustentó en una revisión bibliográfica, en base de los factores de emisiones de CO₂ y en pruebas ya realizadas con las diferentes alternativas de energías, se obtuvo la cantidad de emisiones de CO₂ que cada una de estas producía en la cadena logística de frío del transporte de la cereza.

Como resultados, se obtuvo que al utilizar cada una de estas alternativas de energías en el transporte, serían de gran beneficio para este sector ya que, al utilizarlas las emisiones de CO₂ disminuirían y aumentaría la eficiencia en el transporte de la cereza, trayendo consigo una significativa disminución de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).



ANALYSIS OF THE ENERGETIC EFFICIENCY AND DECREASE OF CO₂ OF THE REEFER TRUCKS IN THE COLD LOGISTIC CHAIN OF THE PRODUCTION AND COMMERCIALIZATION OF FRESH CHERRIES

Keywords: Alternative Energy, Greenhouse gases.

SUMMARY

Each year, CO₂ emissions have been increasing the transportation sector, this is mainly due to the increase in Diesel based trucks that we see daily transit with goods through the roads of our country. Undoubtedly, these are of vitally important because they are in charge of carrying food of first need which, in many cases, requires special conditions in their route.

The main responsible for the increase in CO₂ is Diesel. For this reason, since many years ago, a lot of tracking companies have been working with new energy alternatives for the Load charge transport in order to find the least polluting and the most efficient.

In this research, we worked with the transport logistic chain (reefer) of cherries from a specific orchard. In order to get the CO₂ emissions from the transport of this, later is going to be compared with different energy alternatives used in trucks (Liquefied Petroleum Gas (LPG), Liquefied Natural Gas (LNG), Hybrids, Electrics and Green Hydrogen).

This research was based on a bibliographic inquiry, taking into account; CO₂ emissions, tests carried out with different alternatives of energy, and the

amount of CO₂ emissions that each of them produced into the logistic chain of the transport of the cherries.

As a result, it was obtained that by using each one of these energy alternatives in transport, they would be a great benefit for this sector because when we use this alternative, CO₂ emissions would decrease and increase the efficiency in the transport of cherries bringing with it a very significant decrease in Greenhouse Effect (GHG).



1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es un concepto que ha llegado para quedarse en la agenda pública de muchos países. El gran aumento del costo de los combustibles fósiles, el impacto que estos producen en el medio ambiente principalmente por su combustión y los problemas de suministro energético, han sido los hechos que han motivado a instalar con fuerza este concepto.

Si existe un sector en el cual esta nueva realidad energética y ambiental implica una oportunidad, éste es el transporte. El impacto de este sector en la matriz de consumo energético de los países y su peso en las emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes lo ubican en el centro de las enormes transformaciones impulsadas por esta nueva realidad (Villalobos, 2010).

El transporte representa cerca del 19% del consumo global de energía y el 23% de las emisiones relativas a la energía de dióxido de carbono (CO₂), estimándose que, de no mediar acciones inmediatas, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ relacionadas al transporte, se elevarían cerca de un 50% al 2030 y más del 80% al 2050. En el caso particular del transporte por carretera en los países en vías de desarrollo, se esperan crecimientos de un 2,8% al año al 2030 (Villalobos, 2010).

En la cadena de suministro agroalimentaria el desafío es aumentar la eficiencia, pero de manera menos perjudicial con el medio ambiente. Siendo

la operación del transporte un componente esencial que puede contribuir al éxito o al fracaso económico de los productores y otros empresarios.

Específicamente en la cadena logística de la producción y comercialización de cerezas frescas, el transporte reefer de carga por carretera es un factor importante para lograr cumplir con la promesa de entrega al cliente de manera eficiente y sustentable, manteniendo la calidad de la fruta y la llegada oportuna a destino. Por ejemplo, el transporte desde el huerto al packing y desde el packing al puerto y viceversa.

Es aquí donde debemos hacer un respectivo análisis en el tema de emisiones relacionado hacia el transporte de carga por carretera, ya que siempre se consideran la rentabilidad del negocio y no el impacto ambiental que se produce para transportar dicho producto.

El presente estudio se centra en identificar la cadena logística de la cereza, considerando el transporte reefer y distribución de la fruta, comparando alternativas de energías no convencionales, con el propósito de identificar la fuente de energía más eficiente y que genere menores emisiones de gases de efecto invernadero, favoreciendo así un impacto positivo al medio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar las alternativas de energías existentes para el uso en camiones reefer en la cadena de frío de las cerezas que generen una mayor eficiencia y disminución de las emisiones de CO₂.

2.2. Objetivos específicos

- Examinar la cadena logística general de las cerezas.
- Explicar las diferentes fuentes de energías alternativas factibles de utilizar en los camiones reefer.
- Comparar las emisiones de CO₂ de las diferentes alternativas de energías encontradas.

3. METODOLOGÍA

El presente estudio se sustentó en una revisión bibliográfica, lo cual permitió examinar los datos de manera cuantitativa, a través de las estadísticas, comparando así la eficiencia de las distintas alternativas de energía tales como eléctricos, híbridos, gas natural, gas licuado del petróleo y pila de combustible de hidrógeno (verde), para el transporte de cerezas en camiones reefer.

Se identificarán proyectos probados con las diferentes alternativas de energías considerando principalmente las emisiones de gases de efecto invernadero que estos tienen, especialmente dióxido de carbono (CO_2) y se compararan con emisiones del transporte convencional a diésel.

Para llevar a cabo la aplicación de este estudio se buscó un huerto que permita conocer su producción total, para poder identificar la cadena logística de la cereza, considerando la ubicación del huerto, packing y puertos.

En base a la información anterior se trazó la ruta respectiva y a partir de los datos revisados bibliográficamente se realizó una comparación de la eficiencia y emisiones de dióxido de carbono entre las diferentes alternativas de energías usadas en el transporte, con respecto al combustible convencional, el diésel.

El cálculo de emisiones respectivo a cada alternativa de energía, se obtuvo a partir del factor de emisiones de CO_2 y mediante pruebas realizadas en carreteras.

Los mapas con las rutas se realizaron mediante la aplicación Google maps, se destacó principalmente la ubicación específica del huerto como también los packing en donde se transporta la fruta, y luego se trazó la distancia entre los

packing y el puerto de San Antonio principal punto de exportación.



4. ANTECEDENTES GENERALES

Los automóviles representan en promedio la mitad del consumo del transporte carretero en los nueve países participantes del Programa BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética) con datos descompuestos del consumo por tipo de vehículo. Existen grandes diferencias entre países en la participación de los automóviles en el consumo energético del transporte carretero: de un mínimo de 20% en Ecuador o Nicaragua, a un 69% en Uruguay (Figura 1). El transporte por vehículos de trabajos livianos tiene una participación importante en Nicaragua y México (más de 55%), (CEPAL, 2016).

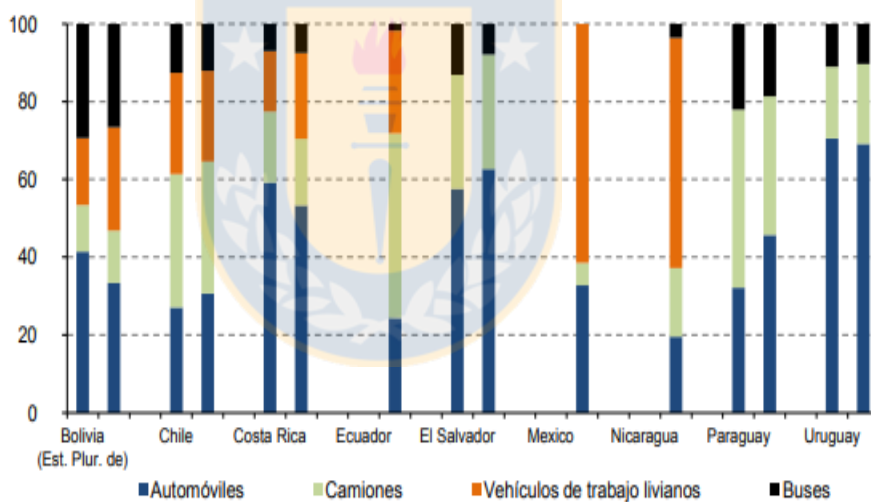


Figura 1. Consumo energético carretero por tipo de vehículo (porcentaje), para los años 2000 y 2012.

Fuente: BIEE, Cepal, 2016.

En el 2013, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo FOLU (silvicultura y otros usos de la tierra)), fueron de 109.908,8

Gg CO₂ eq (gigagramos de CO₂ equivalente), incrementándose en un 113,4 % desde 1990 y en un 19,3 % desde el 2010. El principal GEI (gas de efecto invernadero) emitido fue el CO₂ (78,4 %), seguido del CH₄ (10,7 %), N₂ O (10,0 %), y los Gases fluorados (0,9 %), (Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016).

En el sector donde se observó mayor porcentaje de emisión de gas de efecto invernadero fue en el de energía con un 77,4%, principalmente por el uso de combustibles fósiles para la producción de energía y uso de diésel en transporte por carretera. En la Tabla 1, se puede apreciar la cantidad de emisiones que hubo en cada subcategoría de energía, en la cual podemos ver que el transporte es el segundo más contaminante del sector.

Tabla 1. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq) en el sector de energía, dividido en subcategorías desde el año 1990-2013.

Subcategoría	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.1. Industrias de la energía	5.843,8	14.909,2	25.623,4	32.800,0	36.388,6	38.518,4
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.257,5	13.007,4	14.801,8	14.901,0	15.122,8	14.282,3
1.A.3. Transporte	9.249,3	17.348,9	20.952,5	21.861,6	22.555,3	24.545,7
1.A.4. Otros sectores	3.974,8	5.562,1	7.028,2	8.014,6	7.122,8	6.846,4
1.B.1. Combustibles sólidos	481,5	74,2	40,0	47,5	51,1	92,1
1.B.2. Petróleo y gas natural	1.412,7	1.221,0	977,9	902,3	835,9	790,6
Total	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4

Fuente: informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016.

Para el año 2013, el sector energía fue uno de los principales productores de gases de efecto invernadero. Al dividir este sector en subcategorías nos encontramos con que la industria energética fue la que liberó mayores

emisiones de GEI a la atmósfera con un 45,3%, seguido del transporte y la industria manufacturera y de la construcción con un 28,9% y 16,8% respectivamente, siendo estas tres categorías las más representativas del sector (Figura 2).

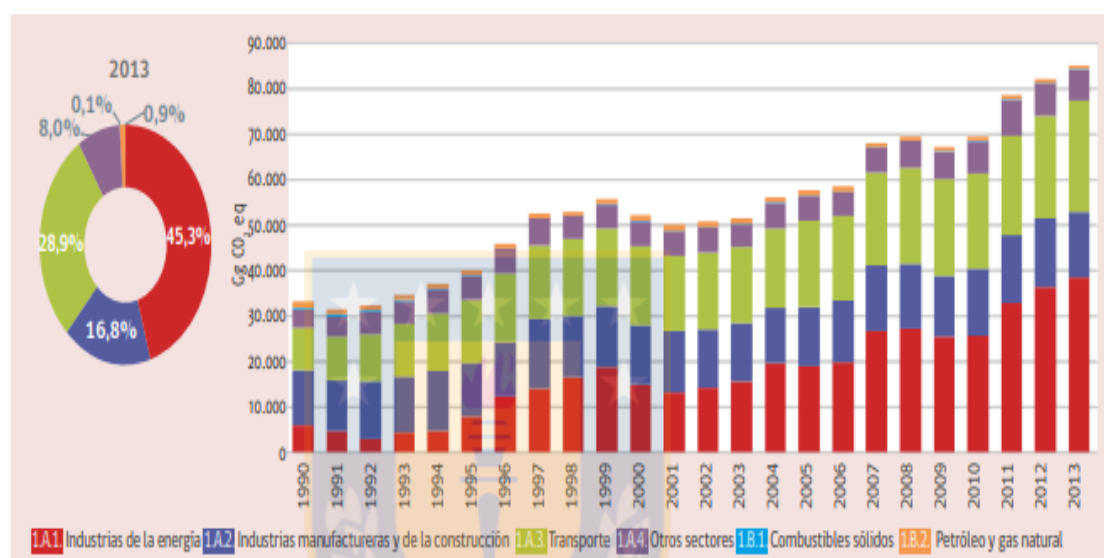


Figura 2. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq) en el sector de energía, dividido en subcategorías desde el año 1990-2013.

Fuente: informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016.

En la Tabla 2 y Figura 3, se muestran el tipo de GEI en Gg CO₂ eq, expresadas numéricamente y en porcentaje (%), que se emanaron al ambiente desde el año 1990 hasta 2013, para el sector energía en donde esta categorizado el transporte, al observar, podemos apreciar que en Chile se ha reflejado un gran aumento de emisiones de gases, siendo el principal el CO₂.

En el año que más aumento fue en el 2013 ya que se liberaron un total de 96,2% de CO₂, teniendo una gran diferencia con el CH₄ y N₂O, que solo estuvieron presentes en 2,4% y 1,4% respectivamente.

Tabla 2. Emisiones por tipo de GEI (Gg CO₂ eq), desde el año 1990-2013.

GEI	1990	2000	2010	2011	2012	2013
CO ₂	30.405,6	49.367,0	66.655,7	75.701,1	78.953,6	81.823,1
CH ₄	2.479,8	2.149,2	1.942,5	1.929,7	2.026,9	2.060,8
N ₂ O	334,2	606,7	825,5	896,2	1.096,1	1.191,5
Total	33.219,5	52.122,9	69.423,7	78.527,0	82.076,6	85.075,4

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016

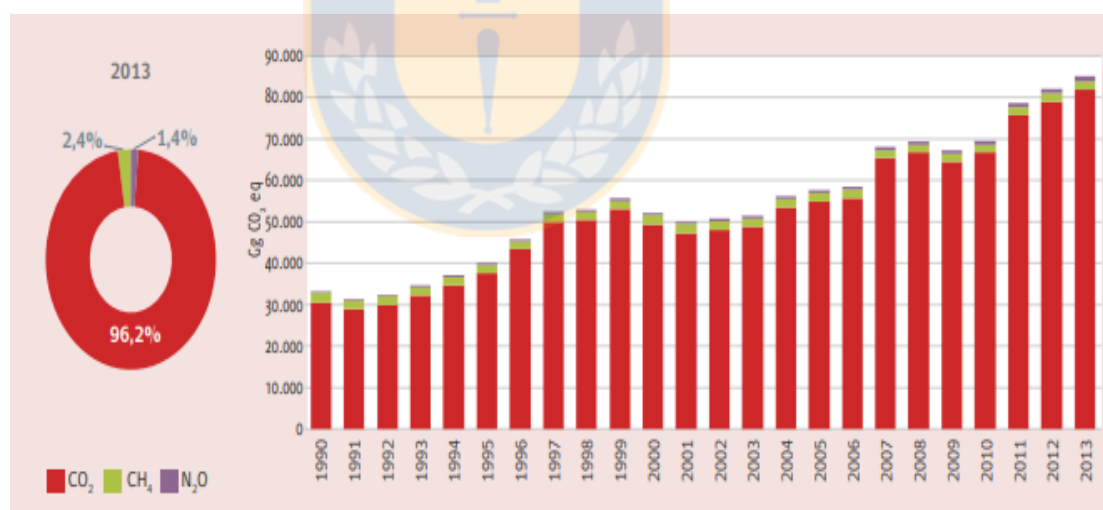


Figura 3. Emisiones por tipo de GEI (Gg CO₂ eq) para el periodo 1990-2013.
Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016.

El sector transporte es uno de los principales productores de CO₂, con

24.545,7 Gg CO₂ eq (28,9%) en el año 2013. Siendo la principal causa el aumento del parque automotriz en comparación a los años anteriores, se incrementó en un 165,4% desde 1990 hasta el año 2013.

En la Tabla 3 y Figura 4, se observan el total de CO₂ eq, para los diferentes componentes del transporte. Siendo el más significativo el transporte terrestre con un 88,9% de emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 3. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq), para los diferentes tipos de transporte para la serie de años desde 1990-2013.

Componente	1990	2000	2010	2011	2012	2013
1.A.3.a. Aviación civil	568,0	683,0	789,8	806,0	1.132,1	998,6
1.A.3.b. Transporte terrestre	7.522,5	14.993,3	18.752,7	19.709,5	20.164,9	21.812,1
1.A.3.c. Ferrocarriles	64,5	64,1	153,2	158,8	160,4	155,4
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	880,4	1.079,0	434,4	621,8	467,7	889,2
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	213,9	529,6	822,3	565,5	630,3	690,4
Total	9.249,3	17.348,9	20.952,5	21.861,6	22.555,3	24.545,7

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016



Figura 4. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq), para los diferentes tipos de transporte, para el periodo desde 1990-2013.

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016.

Durante muchos años los camiones de carga o servicio pesado, han sido los principales generadores de GEI en Chile, ya que, son estos los encargados de transportar diferentes productos día a día a lo largo de nuestro país. Muchas veces lo hacen sin ayuda de una logística operacional en la cadena de suministro, trayendo consigo un gran consumo energético y grandes cantidades de emisiones de efecto invernadero a lo largo de la ruta.

Como podemos apreciar en la Figura 5, año a año sigue creciendo la cantidad de CO₂ liberado por este rubro. En la Figura 5 podemos ver que en el año 2013 aumento considerablemente llegando a provocar mas de la mitad de GEI generados en el transporte terrestre de ese año.



Figura 5. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq), en las diferentes categorías de transporte terrestre para el periodo de año desde 1990-2013.

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2016.

Según “el informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, del año 2018”, en el año 2016, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo UTCUTS (usos de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura)), fueron de 111.677,5 kt CO₂ eq (kilotoneladas de CO₂ equivalente), incrementándose en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013.

En la Figura 6, se observa que el principal GEI emitido fue el CO₂ (78,7 %), seguido del CH₄ (12,5 %), N₂O (6,0 %), y los Gases fluorados (2,8 %),

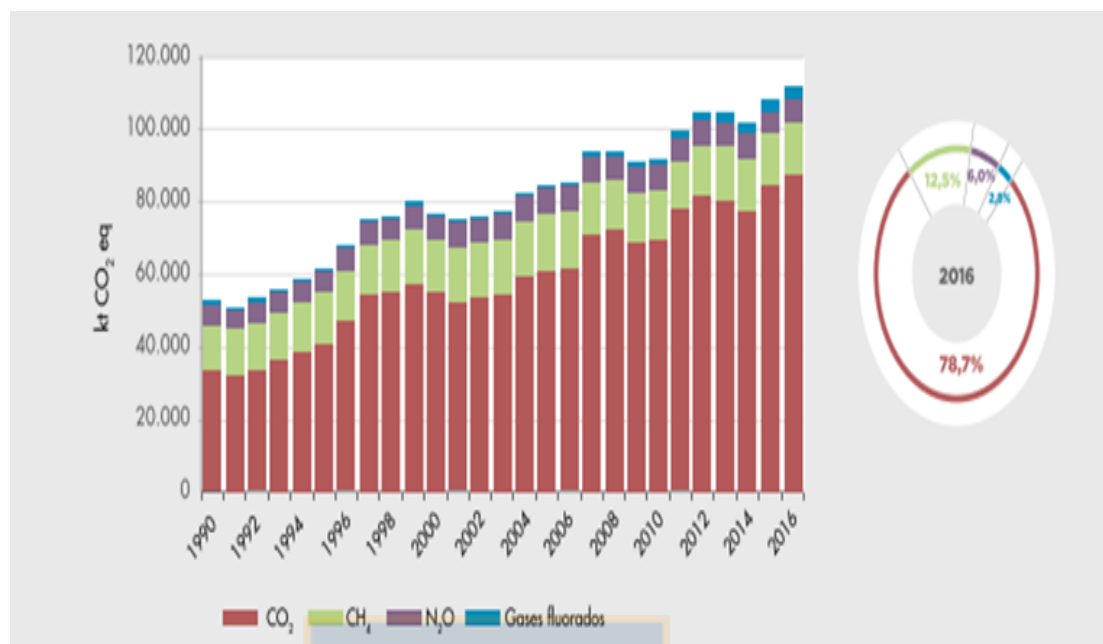


Figura 6. Emisiones de gases invernadero por gas desde 1990 hasta 2016.

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2018.

Según el informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático del año 2018. El sector Energía es el principal emisor nacional de GEI, con el 78,0 % de las emisiones de GEI totales en 2016. En la Figura 7, se observa la categoría Actividades de quema de combustible, donde la subcategoría Industrias de la energía es la más importante con el 41,5 % de participación, seguida de un 31,3 % de Transporte, 18,7 % de Industrias manufactureras y de la construcción y, finalmente, un 8,5 % de otros sectores.

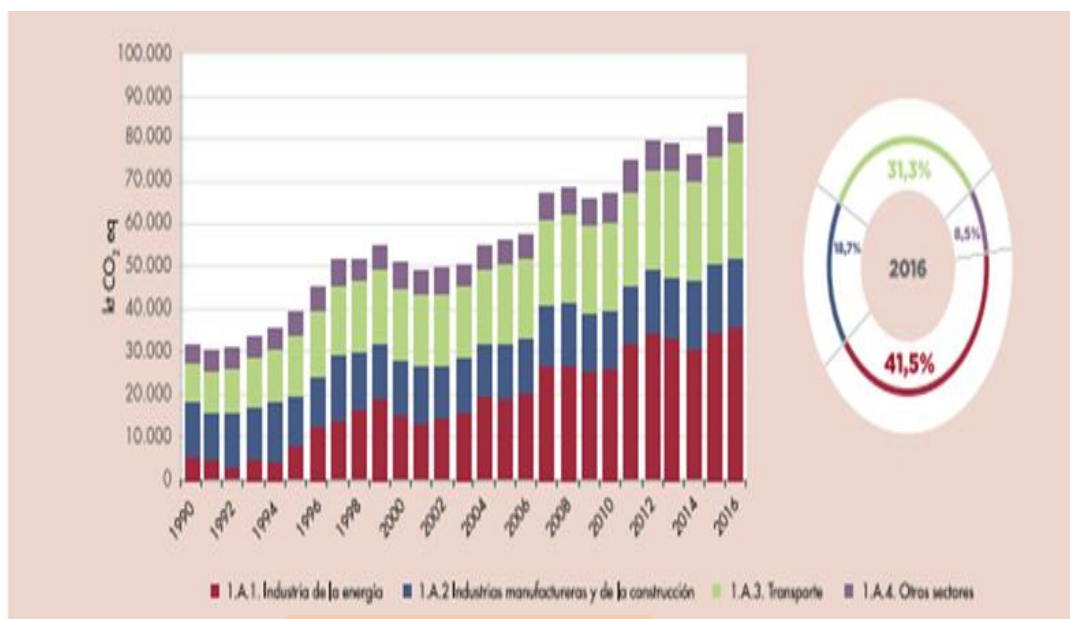


Figura 7. Gases de efecto invernaderos producidos por las subcategorías de energía en un periodo desde 1990 hasta 2016.

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2018.

En la Figura 8, se observa la subcategoría que incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en todas las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación, etc.), excluyendo el transporte militar y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que se reportan por separado. En el año 2016, las emisiones de GEI para el sector del transporte contabilizaron 26.936,4 kt CO₂ eq, incrementándose en un 191,8 % desde 1990 y en un 8,4 % desde 2013 (Figura 8), debido al crecimiento del parque automotriz nacional inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país. Dentro de la subcategoría, el Transporte terrestre es el de

mayor relevancia con un 87,7 % de las emisiones de GEI, seguido de un 6,2% de Aviación nacional, 2,8% de Navegación nacional, 2,8% de otro tipo de transporte y un 0,6% de Ferrocarriles. A nivel de las emisiones por tipo de combustible del Transporte terrestre, el diésel es el de mayor importancia con un 57,9%, seguido de 42,1% de gasolina para motor (informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2018).

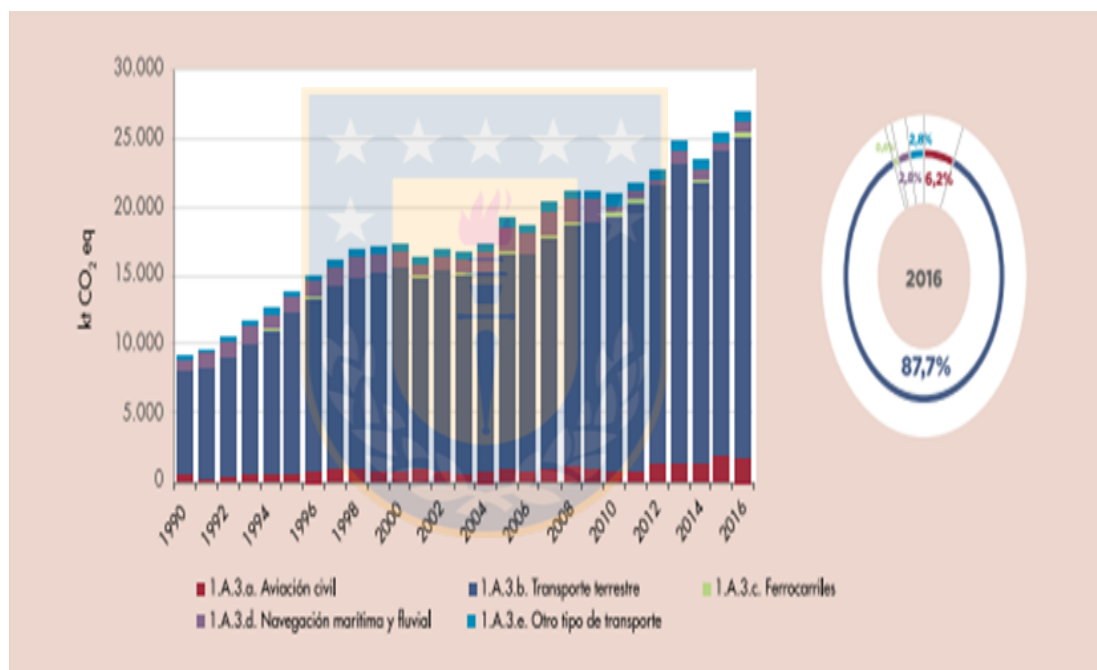


Figura 8. Emisiones de gases de efecto invernadero producido por tipo de transporte desde 1990 hasta 2016.

Fuente: Informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático, 2018.

4.1. Proyección de emisiones de CO₂ para el transporte terrestre

Mediante una regresión lineal, se elaboró en base a datos ya existentes, una proyección de las emisiones (de no hacer nada al respecto) de CO₂ eq (Gg) para el transporte terrestre (incluye todo tipo de vehículos de transporte terrestre). El modelo con el cual se realizó la proyección fue el siguiente:

$$\text{CO}_2 \text{ eq (Gg)} = 813,92x + 18920$$

Tabla 4. Con datos de los informes bienales de actualización de Chile sobre el cambio climático, se elaboró una tabla con las emisiones de CO₂ equivalente, para el transporte terrestre.

Año	Emisiones CO ₂ eq (Gg)
2010	19.463,5
2013	21.812,1
2016	23.623,2

Fuente: Elaboración propia, 2021.

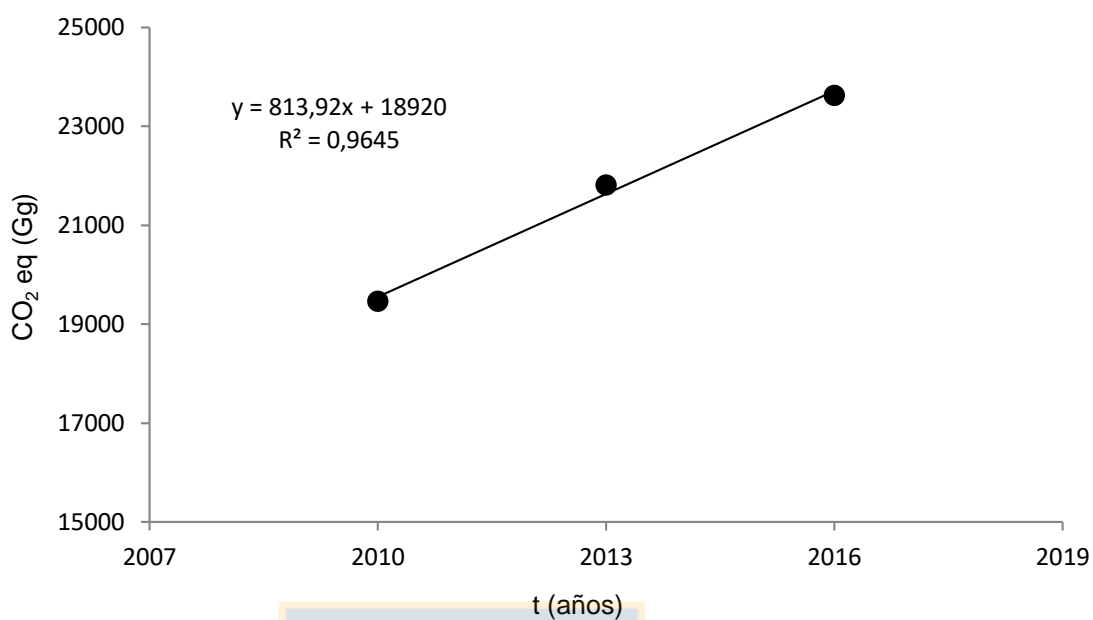


Figura 9. CO₂ equivalente en proyección en el tiempo en rangos de 3 años (t), para el transporte terrestre.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Con los datos de los 3 informes de actualización de Chile sobre el cambio climático se graficó las emisiones de CO₂, para cada año correspondiente. Y a partir de aquellos datos se obtuvo un nuevo modelo, con el cual se realizó una proyección de las emisiones de CO₂, para un periodo desde el año 2019 hasta el 2031, en rangos de 3 años, como podemos observar en la Figura 10.

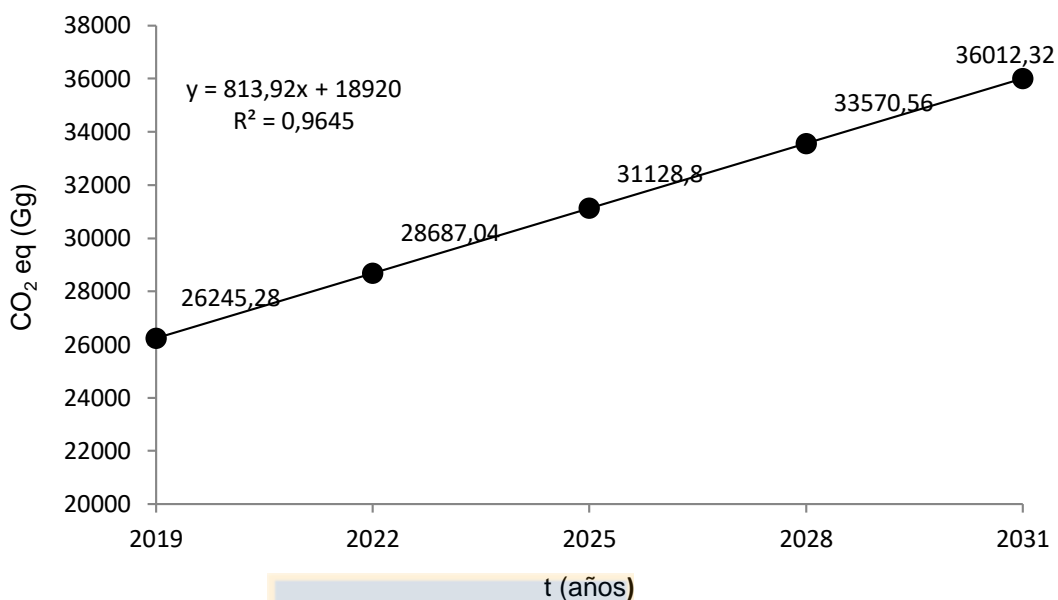


Figura 10. Proyección de las emisiones de CO₂ equivalentes (CO₂ eq) para el transporte terrestre en función al tiempo en años (t).

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Al observar la Figura 10, podemos apreciar que cada año las emisiones de gas de efecto invernadero, principalmente el dióxido de carbono (CO₂), van en aumento, y de no realizar algo al respecto seguirá en proyecciones más altas, provocando así daños a los ecosistemas cada vez serán más irreversibles.

En relación al transporte de alimentos, ésta es una operación muy compleja en la cual los productos frescos o procesados son movilizados ya sea en bruto o elaborados, para su consumo directo o para ser usados como materias primas o ingredientes en procesos de manufactura o preparación de alimentos u otros productos no alimenticios.

El transporte de alimentos es único ya que los materiales agroalimentarios son entidades bioquímicas muy complejas, susceptibles de ser dañadas por diferentes agentes tales como calor, humedad, luz, y otros factores físicos y bioquímicos, microorganismos y malas prácticas de manejo. Son entidades con una vida útil determinada por su composición, historia, manejo y medio ambiente y, por lo tanto, son perecederas. La calidad y la inocuidad de los alimentos usualmente sufren considerable deterioro si la operación de transporte no es ejecutada correcta y oportunamente, anulando todos los esfuerzos hechos en los huertos, en la planta de procesamiento o en los puntos de almacenamiento y venta.

La falta de equipos y de aplicación de prácticas de transporte adecuados, así como la inadecuada infraestructura y logística del transporte, son factores cruciales para asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, para lograr alta eficiencia de las cadenas de suministro y para conseguir las requeridas ventas y ganancias para todos los involucrados (De León *et al.*, 2004).

El transporte afecta de muchas maneras la estructura de costos en las cadenas de suministros, y el precio final de los productos. De hecho, en muchos casos el transporte es la operación más cara en toda la cadena, y puede ser determinante para el éxito de una actividad económica productiva y empresarial, o puede resultar el factor limitante que hace que los costos sean

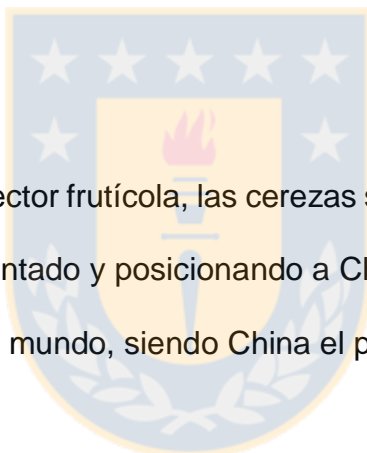
prohibitivos y que un proyecto no sea económicamente viable. En muchos países en desarrollo el transporte rural está asociado no solamente con la comercialización de productos agroalimentarios, o con las tareas hogareñas de consecución de alimentos y otros insumos esenciales tales como agua y leña, sino también con las necesidades básicas de movilización y acceso a los mercados y a los servicios sociales incluyendo escuelas y centros de salud. (De León *et al.*, 2004).

Por lo tanto, el transporte es un factor que afecta no solamente los costos finales sino también la seguridad alimentaria en el hogar y la competitividad de los productores y demás actores claves en las cadenas agroalimentarias, independientemente de que se trate de micro, pequeña, mediana o grande escala y capacidad de los agricultores y empresarios. Es tal su importancia que puede constituirse en una barrera para los pequeños productores y para el desarrollo de agronegocios eficientes y lucrativos. En resumen, el transporte es uno de los eslabones claves en la cadena de suministro (De León *et al.*, 2004).

La existencia de un transporte accesible, adecuado y eficiente, favorece la incorporación a la producción agrícola de tierras localizadas a grandes distancias de los centros de consumo, favorece la aplicación de tecnologías de producción y de poscosecha que requieren nuevos insumos, facilita el traslado a grandes distancias de productos altamente perecederos, asegura el cumplimiento de elevados estándares de calidad, genera el acopio de grandes

volúmenes de productos, el uso de empaques y embalajes apropiados y el cumplimiento de las entregas de los productos en tiempo y forma (De León *et al.*, 2004).

La cadena agroalimentaria en Chile incluye varios rubros de alimentos tales como el sector frutícola que ha adquirido una relevancia significativa para el país: abarca en superficie alrededor de 320 mil hectáreas, origina en cifras gruesas 73 mil empleos permanentes y 383 mil de temporada, contribuye en 39,2% al PIB sectorial y en 34% a las exportaciones silvoagropecuarias (Apey, 2019).



Actualmente en el sector frutícola, las cerezas se proyectan como las estrellas, ya que siguen aumentando y posicionando a Chile como el principal proveedor de estas frutas en el mundo, siendo China el principal destino.

Dentro de la venta de cerezas chilenas en China un factor importante que rige la exportación de Chile, es el año nuevo chino. Esta festividad, también llamada “fiesta de la primavera”, presenta una fecha de celebración basada en el calendario lunar, marcado por el día de luna nueva más próximo al día equidistante entre el solsticio de invierno y el equinoccio de primavera del hemisferio norte. Por lo tanto, la víspera del año nuevo chino presenta una fecha móvil que se ubica en nuestro calendario entre finales de enero y mediados de febrero, coincidente con los mayores arribos de cerezas de Chile.

Contrario a lo que se podría pensar, las festividades del año nuevo chino no abarcan solamente un día o una noche, sino que es un periodo que presenta su mayor actividad desde dos semanas antes de la fecha del “chú xī” (víspera del año nuevo chino) hasta dos semanas después, cuando se celebra la fiesta de los faroles. De acuerdo a lo observado en las últimas temporadas, durante este periodo y en mayor medida durante el periodo previo al año nuevo chino, es cuando se registran los mayores aumentos en la actividad de venta en el mercado. Coincidente y afortunadamente, este periodo de dos a tres semanas antes del año nuevo chino ha coincidido con los mayores arribos marítimos de cerezas en las últimas tres temporadas, lo que ha ayudado a llevar un buen ritmo de ventas (Redagrícola, 2019).

La exportación de cereza en Chile sigue aumentando su importancia en el mercado. Actualmente, es la tercera fruta más relevante del país en cuanto a volúmenes. La región del Maule fue la que exportó más cerezas con 94.749 toneladas y un aumento de un 15% en los envíos comparado con el ejercicio anterior. Le sigue la región de O'Higgins; con 87.696 toneladas despachadas, un 38% de participación y un crecimiento de un 32%. Ambas regiones representan cerca del 80% de los envíos de Chile. Asimismo, la variedad más exportada esta temporada fue Lapins; que se consolidó con un 31% del total de envíos. En tanto, Santina y Regina, conocidas por su buen comportamiento de poscosecha, crecieron en un 41% y 54% respecto 2018/19. El principal mercado fue el Lejano Oriente con 93,9% del volumen exportado por Chile. En este mercado, China/Hong-Kong fue el principal destino (Portalfrutícola, 2020).

En la Figura 11, podemos observar los principales destinos de las exportaciones chilenas hacia el mundo para la temporada 2019/2020, siendo el principal importador el lejano oriente con un 88,8%.

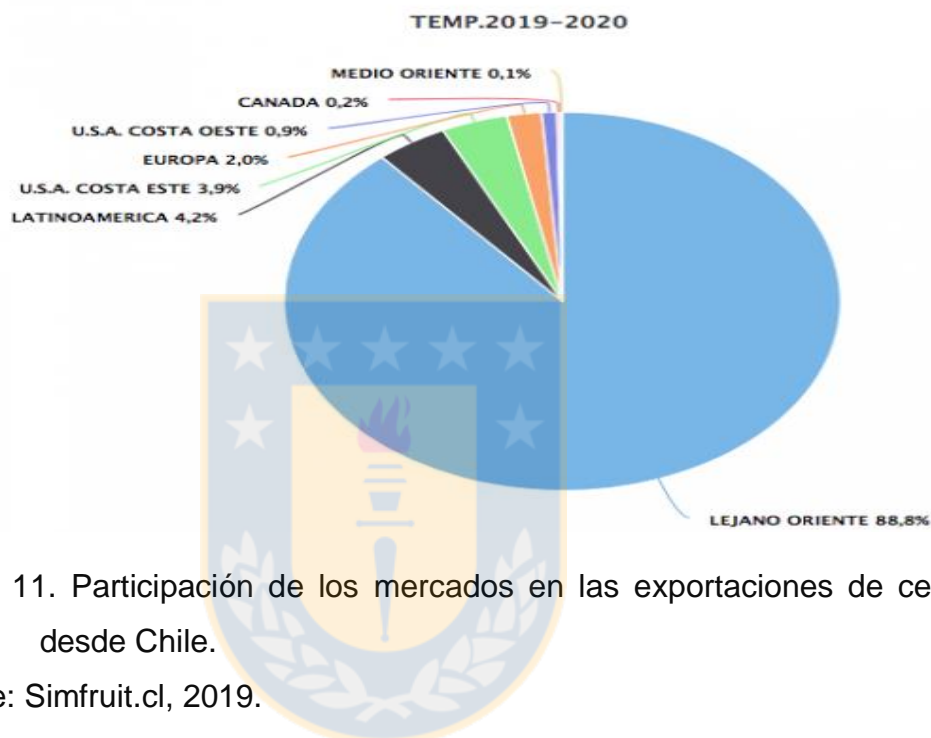


Figura 11. Participación de los mercados en las exportaciones de cerezas desde Chile.

Fuente: Simfruit.cl, 2019.

El Comité de Cerezas de Chile de la Asociación de Exportadores de Fruta (ASOEX) estimó que la producción y exportación de cerezas frescas totalizará 316.184 toneladas (63.236.847 cajas de 5 kilos), reflejando un incremento de 38,3% respecto a 2019-2020.

Esta previsión, la segunda que hace el gremio, es mayor a la primera, en la cual, se esperaba alcanzar las 310.352 toneladas, pero también marca un nuevo récord en exportaciones de cerezas frescas de Chile. Asimismo, se

destaca que el Comité representa el 77,4% de las exportaciones en el rubro cerezas de Chile (PortalPortuario, 2020).

En cuanto a mercados, es importante precisar que durante 2018-2019, el 92,3% del total de las exportaciones chilenas de cereza tuvo como destino Asia, con China recibiendo el 95% del volumen enviado a los mercados asiáticos, y el 88% de lo enviado al mundo, situación que no sería diferente durante la temporada 2019-2020 (ASOEX, 2019).

Para el movimiento de toda esta fruta, necesitamos de una gran cantidad de camiones de transporte pesado, los cuales deben contar con la ayuda de una buena logística, la cual es un factor importante en toda la cadena de suministro de cualquier empresa o rubro que cumpla con un servicio, ya que de esta dependerá la calidad del servicio que entreguen y los tiempos de entregas.

La cadena de suministro evolucionó a lo que ahora se conoce como la carta de navegación logística, donde se muestra las ventajas competitivas que generan la Logística Operacional y la Logística Estratégica para las empresas. (delogistica 2019). En la Figura 12, se detallan las actividades de la carta de navegación logística.

Carta de Navegación Logística



Figura 12. Carta de navegación logística.

A lo largo de la carta de navegación logística sin duda el transporte es un sector de vital importancia a la hora de cumplir con las diferentes entregas que se deban realizar. Es por esto que deberá ser eficiente a lo largo del trayecto, ya que será clave a la hora de los costos asociados, como también el grado de contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero que genera en la ruta.

5. CADENA LOGÍSTICA DE LAS CEREZAS



Figura 13. Cadena logística de la cereza.

La Figura 13 muestra la cadena logística de la cereza la cual incluye los huertos de producción, Packing, Puertos, Transportes interbodegas y distribución.

5.1. Huertos de producción

Son el inicio de la cadena logística, es acá donde se debe tener cuidado con el manejo de la fruta ya que hay que tener en cuenta la temperatura ambiente y el tiempo al cual estará expuesta, principalmente porque soportan un determinado tiempo expuestas a la intemperie sin ningún tipo de refrigeración. Debemos determinar la ubicación y tamaño de los huertos de cerezos. Como también la del packing donde irá destinada dicha fruta, para así poder conocer la ruta más óptima para el recorrido.

Las demandas de los packing han ido en aumento ya que cada año la exportación de cerezas aumenta más, lo que provocará un aumento de la superficie de las plantaciones de cerezas para los siguientes años.

Normalmente en el recorrido del huerto al packing se utilizan camiones de menor tamaño, ya que depende de la cantidad de producción diaria del huerto. En el caso de los sistemas de refrigeración, muchas veces los camiones no son refrigerados, solo se cubren con alguna lona para cuidar su temperatura en el traslado. Principalmente es así ya que en mayor ocasión los packing se encuentran en cercanías al huerto. En el caso de quedar en distancias y tiempos más largos (más de 30 minutos) se implementan camiones con sistemas reefer.

5.2. Packing

Luego de la correcta recolección de la fruta en el huerto, como también de la correcta elección del transporte y la ruta, la fruta es transportada al packing. En este lugar se pesa y selecciona el fruto, luego pasa a la línea de envase y embalaje cumpliendo con las características necesarias para que no le ocurra ningún daño a la fruta, para luego esperar al transporte reefer que lo llevara hacia el puerto. Para transportar desde el packing al puerto se utilizan camiones de mayor tamaño, normalmente contenedores de 40 pies, destinados al transporte de carga pesada con contenedor reefer, los cuales están acondicionados para transportar y asegurar la integridad de la fruta. La mayor demanda desde el puerto de produce antes de las semanas 49 y 52, ya que si logra salir durante ese periodo se podrá posicionar delante de otros mercados y poder aprovechar la mayor instancia de venta que son en el año nuevo chino. Los tiempos de frecuencia de llegada de los envíos marítimos pueden variar en una semana, pero su tiempo de llegada son en las semanas de mayor demanda del producto. Principalmente determinaremos la ruta más apropiada entre packing y puerto, para luego poder conocer la respectiva distancia entre ambos.

5.3. Puerto

Al llegar la carga de frutas al puerto, la fruta queda lista para ser exportada, es aquí donde los camiones reefer terminan su ruta.

En toda la cadena logística el punto más importante es el transporte ya que es donde hay que ser rápido y efectivos, pero sin dejar afuera la eficiencia y la contaminación provocada al llegar a puerto.

Se debe tomar en cuenta la ruta y distancia que existe entre el packing y el puerto principal de exportación para tener en cuenta la eficiencia del camión.

5.4. La ruta de la cereza

El movimiento de cerezas (cherry) hacia el exterior representa un hito relevante para la exportación de fruta a nivel nacional. El puerto de San Antonio es el que más carga transfiere en el país, siendo la temporada alta de cerezas un proceso que une al campo chileno con una serie de elementos productivos que representan una fuente laboral para miles de familias (PortalPortuario, 2020).

Una de las empresas importantes en la materia es C&L Fruit, compañía familiar fundada en la década del 70 y que hoy tiene presencia en diferentes valles de la zona centro sur de Chile. En el 2017 integraron otros servicios además de la cosecha, ampliando su rubro con una planta de tratamiento de frutas y la gestión comercial para su venta hacia el exterior (PortalPortuario, 2020).

Según explicó Jorge Muñoz, gerente de Administración y Finanzas de C&L Fruit, “las cerezas son un tremendo desafío en temporada alta, la cual parte con la llegada desde el campo de cosecha hasta nuestra planta ubicada en el Fundo Las Pataguas, en Rengo. De ahí pasa por una serie de procedimientos como el lavado del fruto, la selección de las cerezas que cumplen los estándares para exportación, su control de temperatura y finalmente su embalaje en pallets donde queda lista para ser subida al camión para ser transportada al puerto” (PortalPortuario, 2020).

Por su parte Ariel Galleguillos, jefe de Logística y Operaciones de la exportadora C&L Fruit, señaló que “en el andén de carga se suben las cerezas a los camiones para el despacho de exportación de la fruta terminada que luego va en camino hacia el puerto de San Antonio. Es en ese lugar en el que se procede a la consolidación del contenedor, donde se estiban los pallets” (PortalPortuario, 2020).

“Los pallets se ordenan de forma paralela en el contenedor para que el flujo del aire funcione de manera correcta. La capacidad máxima y estandarizada a nivel mundial es de 20 pallets por cada contenedor de 40 pies”, agregó Galleguillos (PortalPortuario, 2020).

Uno de los factores cruciales para la exportación de las cerezas es el traslado de la carga desde la planta de embalaje al puerto de San Antonio. En ese sentido, uno de los proveedores de C&L Fruit es Trans RO de San Antonio,

empresa que cuenta con camiones especialmente equipados para este tipo de traslados en los que el éxito de la operación depende de la cadena de frío durante el trayecto y el cuidado de la fruta en su tránsito por la carretera (PortalPortuario, 2020).

Daniel Rioseco es un conductor de camiones que trabaja en Trans RO y desempeña una función clave para el arribo a puerto de la carga de cereza. En cuanto a su labor, comentó que “al terminar de cargar la fruta en la planta sellamos el contenedor y de ahí retornamos al puerto de San Antonio vía terrestre para dejar la mercadería” (PortalPortuario, 2020).

“Apenas cargamos el camión ponemos a andar el generador para mantener la cadena de frío. Las cerezas van a -5 grados celsius y entramos a puerto cuando nos dan la autorización para descargar. Como chileno me siento orgulloso de ser parte de esta cadena tan importante para el desarrollo del país”, añadió (PortalPortuario, 2020).

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS PARA EL USO EN LA CADENA LOGÍSTICA DE LA CEREZA

Particularmente para el caso de la industria del Transporte de Carga por Carretera (TCC), se tiene cada vez más estudiado los efectos que esta industria tiene sobre la productividad y competitividad de las empresas y los países, sobre sus impactos ambientales y sociales, sobre la intensidad de consumo energético nacional y sobre las emisiones de material particulado y de gases de efecto invernadero. Sin embargo, en Chile aún no se cuenta con iniciativas fuertes e integrales a fin de incrementar decididamente los estándares de operación del transporte de carga, ni con programas que permitan generar cambios positivos en las organizaciones de transporte y las cadenas logísticas de las que estas organizaciones participan (Logistec, 2015).

Hoy en día uno de los aspectos que se quiere mejorar son principalmente las emisiones que los camiones de carga emiten a la atmósfera, es por ello que se debe trabajar con camiones más ecológicos.

Los camiones ecológicos son aquellos que se centran principalmente en las reducciones de emisiones de CO₂. Este tipo de vehículos cumplen con normativas más exigentes, centradas en favorecer la visibilidad, aumentar la seguridad y reducir el consumo de combustible y por su puesto ser todo esto

conlleva a reducir los principales gases de efecto invernadero que hoy en día son la principal causa del cambio climático.

El camión ecológico es el camión del futuro ya que, además de controlar y reducir las emisiones contaminantes, apuesta por la reducción del consumo e impulsa el desarrollo de tecnologías claramente eficientes energéticamente.

Con las nuevas alternativas de energía se lograrán superar la eficiencia actual, gracias a la inclusión de nuevas tecnologías y al aprovechamiento de la energía cinética.

Principalmente estas nuevas energías se centran en 5 tipos de camiones: eléctricos, híbridos, gas natural, GLP o GLV y con pila de combustible de hidrógeno. Las cuales tienen una baja emisión de gases y una mejor eficiencia a la hora del gasto energético.

6.1. Eléctricos

Uno de los mayores retos de los vehículos eléctricos actualmente es la autonomía. En el caso de los turismos, parece que se va consiguiendo avanzar en este sentido y de hecho ya hay proyectos de vehículos de reparto en entornos urbanos que son eléctricos y que funcionan con bastante autonomía. Sin embargo, hasta el día de hoy no podíamos hablar de camiones eléctricos (Mascontainer, 2018).

Ejemplo, Nikola One es el primer camión eléctrico de Tesla. Un prototipo que ha ido cambiando mucho desde sus inicios. Ha estado muy condicionado por el diseño de las baterías y el precio de éstas, para conseguir la rentabilidad en el mercado. El modelo ha sido concebido para hacer viajes regionales, para repartos medios y como soporte en obras. Según la agencia Reuters tiene una autonomía de entre 320 y 480 kilómetros (Mascontainer, 2018).

6.2. Híbridos

Su funcionamiento es básicamente un motor-generator que va acoplado en el sector del embrague de los camiones, donde es capaz de aportar potencia (hp) al equipo cuando lo necesita, o servir de generador de energía cuando el camión retiene en una bajada, logrando cargar las baterías (Camionchileno, 2018).

Un camión de gran tonelaje consume en promedio 2.5 km/litro y con esta nueva tecnología se habla de mejorar y llegar a 3,5 km/litro, si es tan eficiente y el costo de combustible es el centro del transporte de carga, según los estudios, sería de un 30% más económico (Camionchileno, 2018).

6.3. Gas natural

Los camiones de gas natural, tanto GNL como GNC, son una gran alternativa. Se trata de vehículos sostenibles, enfocados a la eficiencia y a la emisión cero de elementos contaminantes (Gasnam, 2018).

Ejemplo, en Chile el 07 de agosto del año 2020 comenzó a operar el primer camión de la flota de ENAP que utiliza Gas Natural Licuado (GNL). Se trata de un vehículo más eficiente, no ruidoso y que emite 15% menos gases de efecto invernadero, comparado con un vehículo homólogo que utilice diésel (Agenda País, 2020).

6.4. GLP (gas licuado del petróleo)

Es un gas que no se genera de manera natural, sino que a través de una purificación del petróleo a comparación del gas natural. Estos camiones cuentan con dos formas de generar energía, son una especie de vehículo mixto que mezcla el gas con algún combustible fósil tradicional.

6.5. Pila de combustible de hidrógeno

Hoy en día muchas marcas están elaborando camiones con esta tecnología ya que no tiene emisiones de CO₂, y la procedencia del combustible es a partir de una energía limpia, es por ello que se le llama hidrógeno verde, esta tecnología podría traer bastantes beneficios al sector de transporte de mercancías en relación a las emisiones.

Los camiones con pila de combustible tienen una batería para aquellos momentos de que se necesita energía adicional o cuando el vehículo necesita obtener energía que utilizo en el frenado.

En este caso, los camiones cargan su combustible de una manera muy similar a cargar diésel. Para luego almacenarlo en tanques y alimentar la pila de combustible en donde se transforma en energía eléctrica, la que es almacenada en baterías, finalizando su combustión en la liberación de vapor de agua.

7. RESULTADOS PROYECCIÓN DE EXPORTACIÓN DE CEREZAS

A través de la información de los catastros frutícola de diferentes años (2018, 2019, 2020), se logró estructurar la Tabla 5 con la superficie total de plantaciones de cerezos a nivel de región. Para así poder saber, donde se produce la mayor cantidad de producción de cereza, ya que será de vital importancia a la hora de trazar las respectivas rutas para la cadena logística de la cereza.

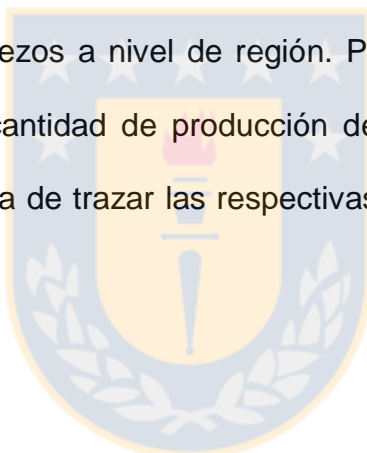


Tabla 5. Con los datos obtenidos de los catastros frutícolas, se realizó una tabla de superficie de cerezos (ha) por región.

Año catastro	Región	Superficie de cerezos (ha)
2019	Arica y Parinacota	0
2019	Tarapacá	0
2018	Atacama	0
2018	Coquimbo	69,94
2020	Valparaíso	240,26
2020	R.M	36.81,28
2018	O'Higgins	13.699,17
2019	Maule	17.655,6
2019	Ñuble	1.600,28
2019	Bio Bio	538,52
2019	Araucanía	1.170,28
2019	Los ríos	232,38
2019	Los lagos	523,09
2019	Aysén	234,63

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos extraídos desde catastro frutícola, 2021.

Al observar la Tabla 5, nos podemos dar cuenta que las regiones más representativas en temas de producción y exportación de cerezas son la región de O'Higgins, el Maule y la metropolitana (R.M), todas juntas son aproximadamente el 90% de producción informada.

Tabla. 6. Con los datos de los catastros frutícola por región (2018, 2019, 2020), se muestra por región superficie en producción, producción informada y exportación de cerezas.

Año del catastro frutícola	Comuna	Superficie en producción (ha)	(%) que informo producción	Producción informada (ton)	Exportación (%)
2018	O'Higgins	8249,30	78,0	59335,7	86,9
2019	Maule	10834,00	70,5	77822,4	84,5
2020	R.M	2239,75	49,1	16371,1	86,3
2019	Bio Bio	302,50	60,5	1948,6	85,7
2019	Ñuble	1156,80	58,1	9694,7	57,3
2019	Araucanía	590,60	83,1	4569,0	80,7
2019	Los ríos	29,30	70,5	218,6	67,0
2019	Los lagos	485,00	13,9	442,0	87,7
2019	Aysén	203,00	88,4	1840,2	79,0
2020	Valparaíso	157,00	76,1	1316,7	88,0
2018	Coquimbo	26,60	66,7	318,4	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de los catastros frutícolas, 2021.

A partir de la Tabla 6, podremos identificar las regiones que tienen mayor producción por superficie plantada, como también el porcentaje de exportación de cada una ellas.

7.1. Proyección de exportaciones de cerezas en Chile

A partir de los datos entregados por Redagrícola en el informe de la temporada de la cereza 2019-2020, se hizo la respectiva Tabla 7, para obtener un modelo mediante una regresión lineal, para así logra saber las proyecciones futuras de las exportaciones de cerezas en Chile, cabe destacar que dicha proyección se hizo en relación a los huertos existentes a la fecha y no se consideró la creación de nuevos huertos durante los años. Mediante el siguiente modelo podemos obtener la proyección.

$$\text{Exportación cerezas (ton)} = 24670 * x - 13459$$

Tabla 7. Temporada en periodo de año y cantidad de exportada en tonelada.

Temporada	Exportada (ton)
2010-2011	57.947
2011-2012	71.456
2012-2013	52.296
2013-2014	68.544
2014-2015	103.081
2015-2016	83.763
2016-2017	95.289
2017-2018	186.504
2018-2019	179.982
2019-2020	228.548
2020-2021	352.783

Fuente: Elaboración propia, con datos de la temporada de la cereza 2019-2020.

Con los datos de la Tabla 7, se realizó un respectivo gráfico para poder realizar la proyección de la exportación de la cereza en Chile.

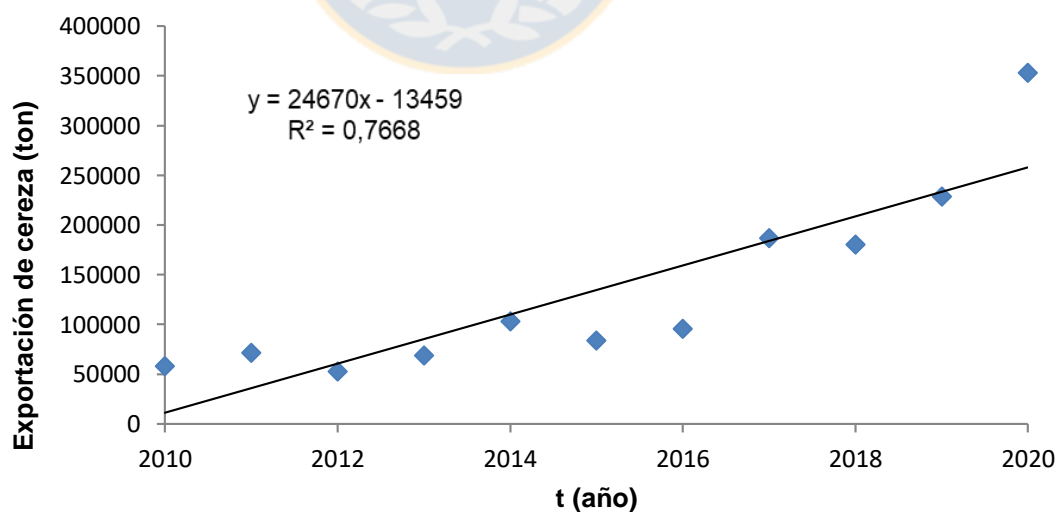


Figura 14. Exportación de cereza (toneladas) en función a la temporada (t)

desde el año 2010 hasta 2020.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Con el modelo obtenido se realizó la proyección de las exportaciones de cerezas en Chile desde las temporadas 2021-2022 hasta la temporada 2029-2030. Del cual se puede deducir que las exportaciones de cerezas en Chile irán en aumento periodo por periodo, llegando a las casi 500.000 toneladas de exportación para la temporada 2029-2030, tal como se observa en la Figura 15.



Figura 15. Proyección de exportación de cerezas en función de periodos de años (t).

Fuente: Elaboración propia, 2021.

7.2. El transporte en la proyección de las exportaciones de cerezas

Para realizar el transporte de las toneladas de cerezas para exportación, se necesita la ayuda del transporte de carga pesada por carretera, el cual hoy en día es el causante del 11% de total de las emisiones de gases de efecto invernadero en Chile. Es por ello que a partir de la proyección obtenida en la Figura 15, hemos estimado la cantidad de camiones de 40 pies (aprox. 29 toneladas de carga), que se necesitan para transportar la cantidad total de toneladas en cada temporada.

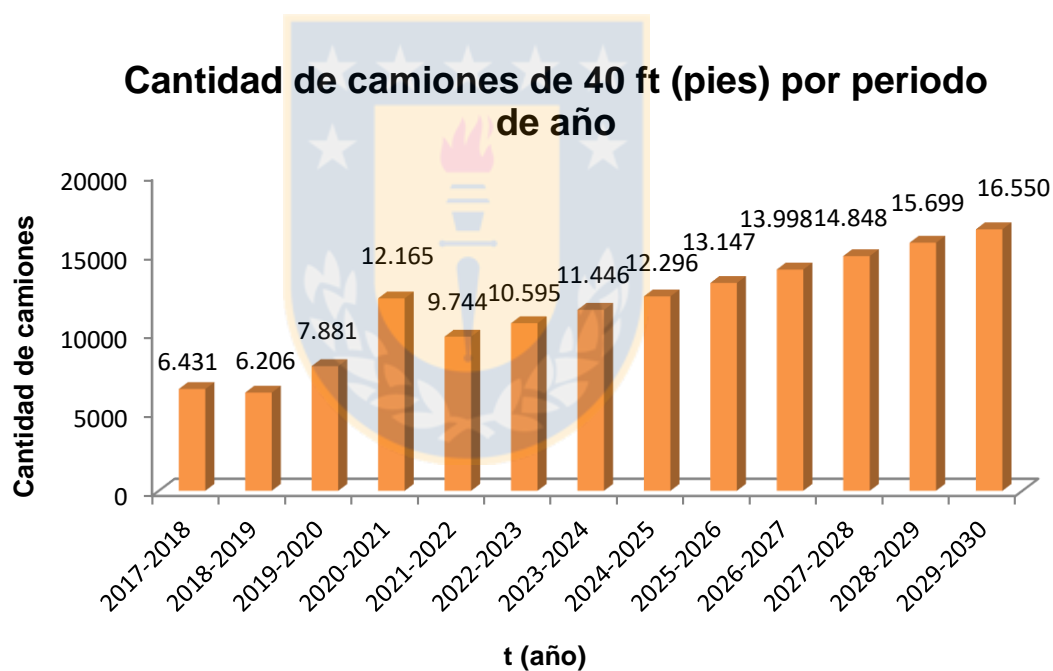


Figura 16. Cantidad de camiones necesarios para la exportación de cerezas en función de periodos de año (t).

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Al observar la Figura 16, se puede decir que para el movimiento de exportación de cerezas se necesitan bastantes camiones de carga reefer (12.165 camiones en la temporada 2020-2021 hasta 16.550 camiones en la temporada 2029-2030), lo cual traería como consecuencia un aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente por la combustión del diésel. Es por ello que se deben implementar el uso de nuevas energías sobre todo en ámbito del transporte de mercancía ya que están en constante movimiento y dañando el medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

8. HUERTO DE CEREZAS ESTUDIADO: MARENGO LOS NICHES, CURICÓ

El principal objetivo de este estudio es comparar las emisiones de Dióxido de carbono (CO_2), de motores a diésel con otras energías que sean factible de ser utilizadas, es por eso que hemos analizado un huerto, con datos reales para analizar la ruta que tiene la cadena logística de la cereza y con ello poder estimar la cantidad de CO_2 , que el transporte de este fruto deja en la ruta.

8.1. Características de huerto de cerezas del estudio

Para llevar a cabo este estudio, se trabajó con respecto a un huerto de cerezos ubicado en marengo los niches de la ciudad de Curicó, el huerto tiene una superficie de 60 ha (hectárea) y una producción total para la temporada 2020-2021 de 850.000 kg (kilogramo). Su producción por hectáreas son aproximadamente 14.000 kg, y un día su cosecha promedio logra ser 32.000

kg aproximadamente.

8.2. Cadena logística del huerto estudiado

En el huerto las cosechas diarias son de 150 bins aproximadamente, lo cual representa 32.000 kg de cosecha de cerezas.

Luego al ser cosechadas son transportadas hacia los packing, en el huerto se trabajan con tres packing distintos y de lo cual dependería totalmente el transporte que se utilizaría para trasladar la fruta desde el huerto al packing ya que no todos están a la misma distancia.

Para trasladar al puerto se necesitan de camiones reefer, para así lograr mantener la calidad de la fruta, principalmente por la distancia entre packing y puerto.

8.3. Distancias entre huerto- packing y parking-huerto (Planta Dole, Lontué)

En la Imagen 1 se aprecia la distancia del huerto y el packing Dole de Lontué, cuya distancia entre ambos es de 16,8 km y toma un tiempo de recorrido de 18 min (minutos) aproximadamente.

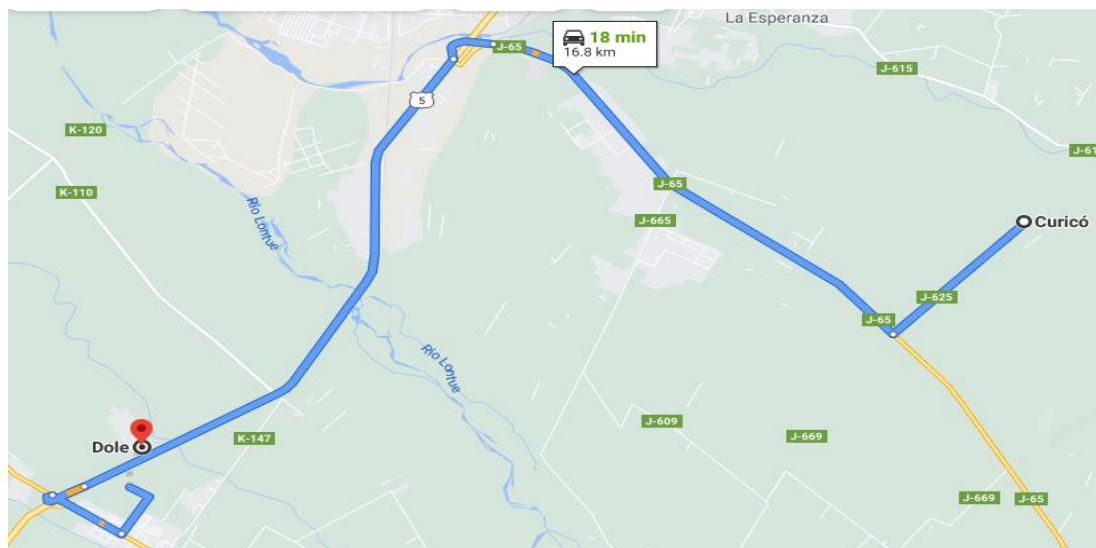


Imagen 1. Ruta desde la ubicación del huerto hasta el packing Dole de Lontué.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Cabe destacar que el transporte utilizado para transportar las cerezas, son camiones normalmente de carrocería abierta, de tamaño mediano cuya carga es de aproximadamente 5 toneladas, en el caso de este packing se quedaba con un 30% de la producción total de la temporada, la cual es aproximadamente 255.000 kg de cerezas. Por las características del transporte este debe realizar aproximadamente 102 viajes de ida y vuelta del huerto al packing, para transportar la producción total de la temporada.

Para el transporte desde el packing hacia el puerto desde planta Dole Lontué hasta el punto de exportación del puerto de San Antonio, la distancia es de 219 km y un tiempo en ruta de 2 h (horas) y 52 min. Cuyo transporte debe ser exclusivamente en camiones reefer ya que la cereza necesita de cierta temperatura controlada para conservar sus características organolépticas.

Para el caso de este packing y considerando la producción de la temporada del huerto estudiado un camión reefer de 40 pies que tiene una carga aproximada de 29.000 kg (29 toneladas), debe hacer aproximadamente 18 viajes desde el packing al puerto y viceversa.

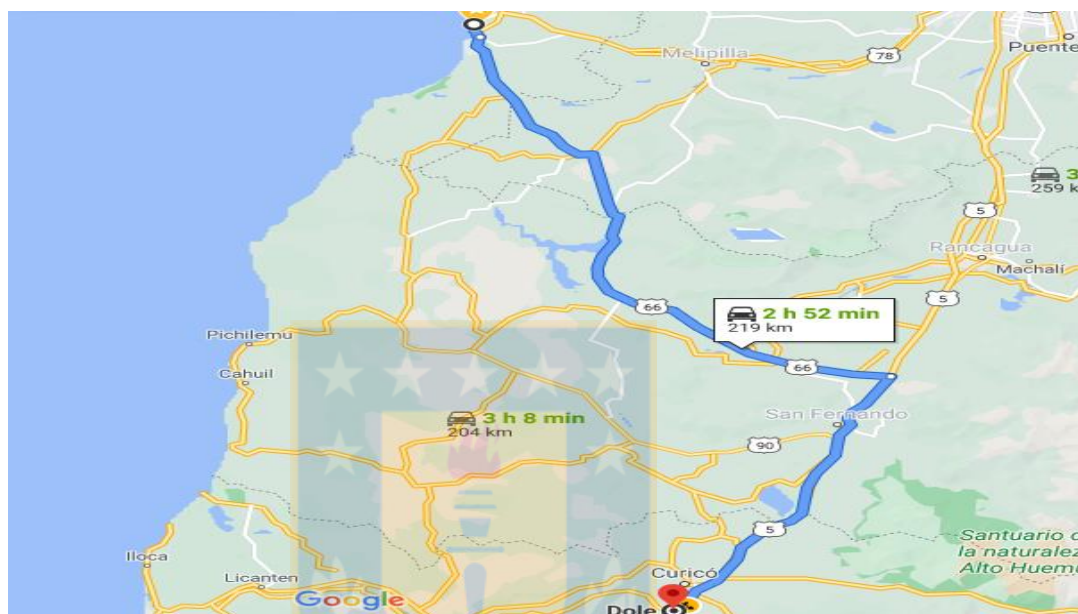


Imagen 2. Distancia planta Dole Lontue hasta el puerto San Antonio.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

8.4. Distancias entre huerto- packing y parking-huerto (Planta Dosal, Tutuquén)

La Imagen 2 muestra la distancia del segundo packing la distancia entre plata Dosal de Tutuquén, la cual es de 16,9 km y un tiempo en ruta de 25 min aproximadamente. Se muestra con el punto rojo la ubicación del huerto de cereza.

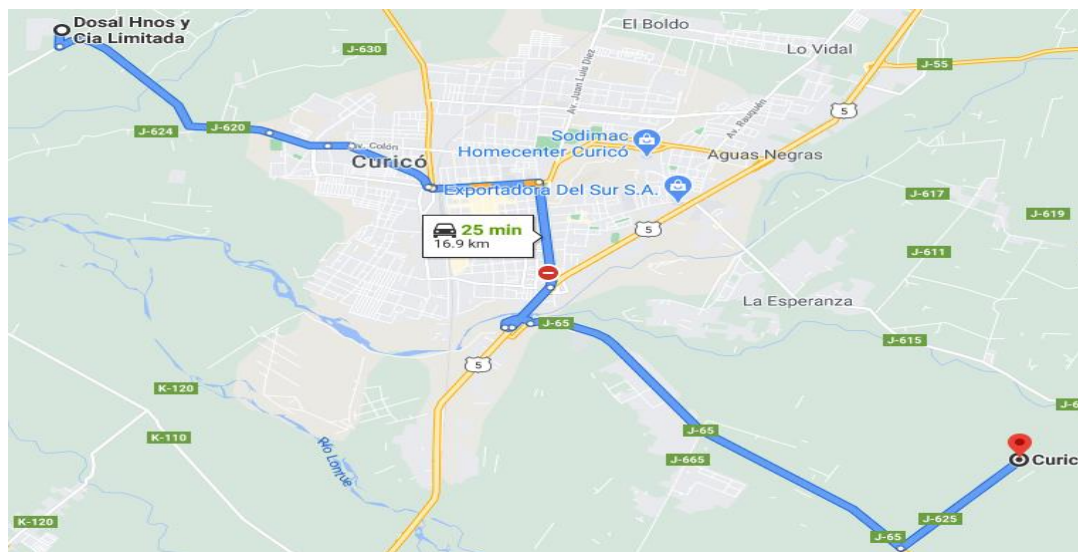


Imagen 3. Distancia entre el paking plata Dosal, Tutuquén y el huerto de cerezas (punto rojo, Curicó).

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En este caso el transporte que se utiliza es sin refrigeración, solo se moja la fruta antes de ser transportada y se cubre. Consta de camiones medianos de carga de 5 toneladas aproximadamente, este packing al igual que el anterior se queda con el 30% de producción total de la temporada 2020-2021, lo cual consta de 255.000 kg de cerezas. En este caso el camión debe realizar alrededor de 102 viajes entre huerto y packing y viceversa.

En el caso del transporte desde el packing hasta el puerto de exportación, la distancia es de 217 km con un tiempo de ruta de 2 h y 57 min. El transporte es de camión reefer, por la distancia se debe tener en cuenta la temperatura del fruto para que este no se vea dañado, el tamaño de camión es de 40 pies, que tiene una carga máxima aproximada de 29.000 kg y considerando la

producción del huerto y el porcentaje que este packing se queda. Un camión con estas características debe realizar aproximadamente 18 viajes desde el packing hasta el puerto y viceversa.

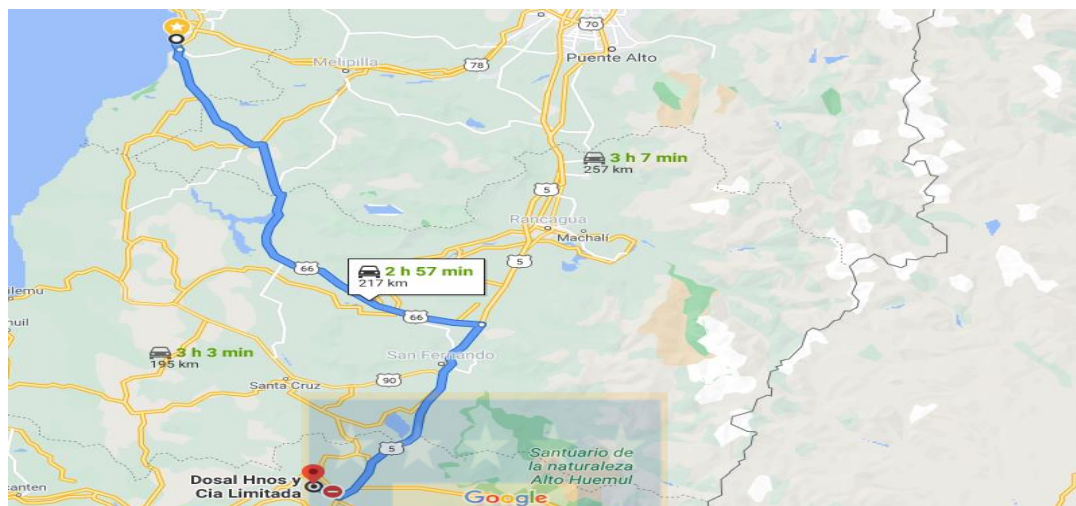


Imagen 4. Distancia entre plata Dosal de Tutuquén y punto de exportación en puerto San Antonio.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

8.5. Distancias entre huerto- packing y parking-huerto (Planta Prize, Requínoa)

Para el caso del packing Prize, las distancia de este y el huerto de cerezas es de 102 km y un tiempo en ruta de 1 h y 10 min, como se muestra en la Imagen 5.

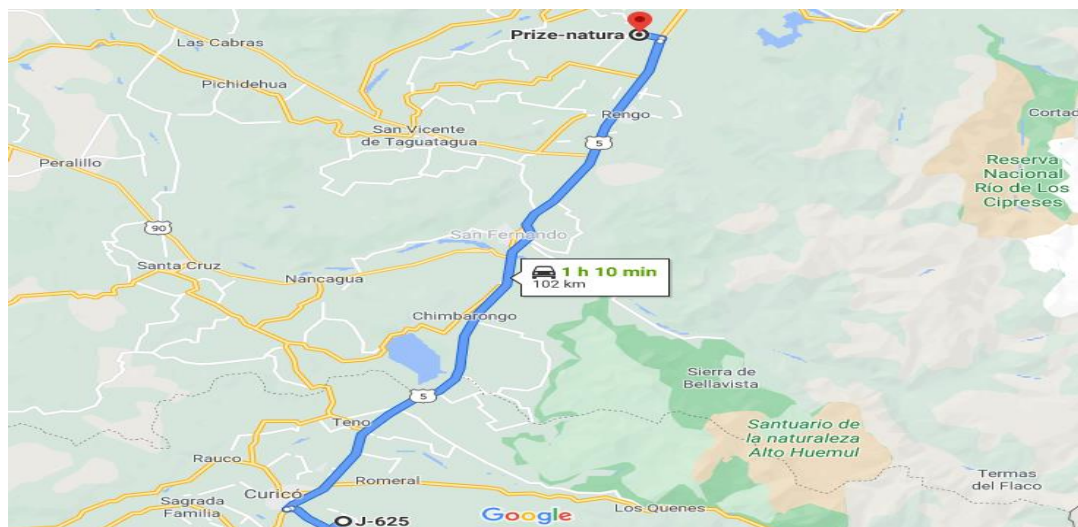


Imagen 5. Distancia en (km) y tiempo en (h) entre plata Prize de Requinoa (punto rojo) y huerto de cerezas (circunferencia negra).

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En el caso del transporte que se utiliza desde este huerto al packing es reefer ya que la distancia entre ambos es mucho mayor, lo cual necesita un sistema de temperatura para transportar la cereza, para que no le provoque algún tipo de daño. En este caso consta de camiones reefer de 40 pies el cual puede transportar 29.000 kg aproximadamente, en este huerto el camión se lleva aproximadamente 66 bins, cuya cantidad es de 14.256 kg de cereza. En el caso de este packing, se quedó con el 40% de la producción de la temporada 2020-2021, la cual es de 340.000 kg de cereza, por lo cual considerando la cantidad que transporta desde el huerto al packing debe realizar aproximadamente 48 viajes desde el huerto al packing y packing-huerto.

Para el caso del transporte desde el packing hasta el puerto de exportación, la

distancia es de 161 km con un tiempo de ruta de 2 h y 3 min. El transporte es un camión reefer, por la distancia se debe cuidar la temperatura de la fruta para que llegue en sus óptimas condiciones. El tamaño del camión es de 40 pies, que tiene una carga máxima aproximada de 29.000 kg y considerando que este packing se queda con el 40% del total de la producción, el camión reefer debe realizar aproximadamente 24 viajes desde el packing hasta el puerto de San Antonio y viceversa.

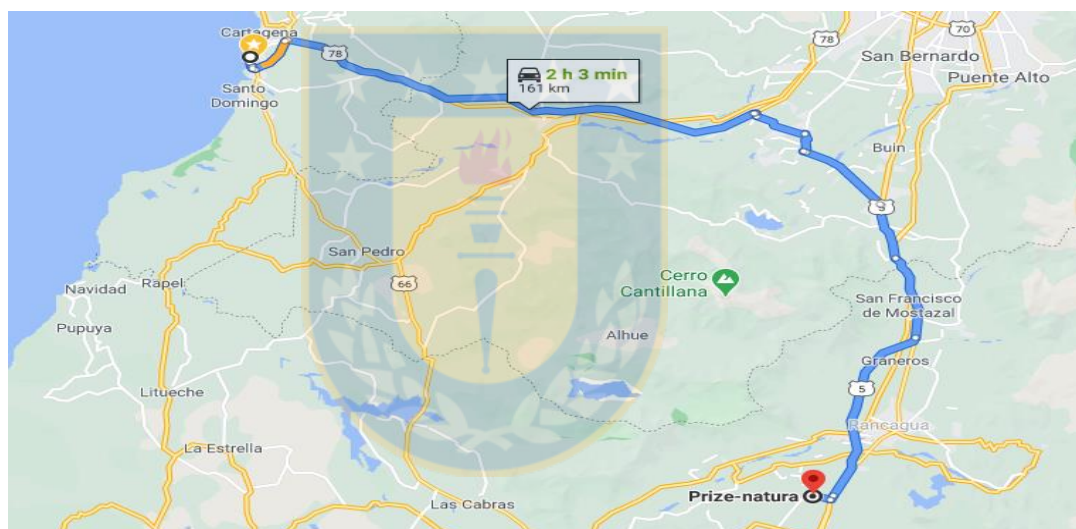


Imagen 6. Distancia (km) y tiempo en ruta (h) entre planta Prize de Requínoa (punto rojo) y punto de exportación del puerto de San Antonio (circunferencia negra).

Fuente: Elaboración propia, 2021.

9. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂), PARA EL HUERTO ESTUDIADO

9.1. Emisiones dióxido de carbono (CO₂) camiones diésel

Para calcular las emisiones de CO₂ relacionadas al transporte de cerezas para el huerto estudiado, se consideró un factor de emisiones para combustible diésel de 2,61 kg CO₂/L (anexo 1) para el caso del transporte desde huerto al packing, este factor se utiliza cuando se conoce el rendimiento del camión, se consideró un transporte de 5 ton aproximadamente con un rendimiento promedio de 4,5 km/L. A diferencia del traslado de la fruta desde el packing al puerto según Mundo Marítimo “Una tonelada de carga transportada por 1 km genera emisiones diferentes según la vía: 3 grs de CO₂ vía marítima, 22 grs de CO₂ vía ferroviaria, 62 g de CO₂ vía terrestre y 602 g de CO₂ vía aérea”, lo cual representa un promedio en general al transporte de carga (incluye reefer). A partir de este dato se calculó las emisiones en este punto de la cadena logística.

Tabla 8. Emisiones de CO₂, totales para el uso de camiones diésel en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.

Emisiones de CO ₂ para camiones diésel (huerto de estudio)				
Packing	CO ₂ Huerto-Packing (kg)	CO ₂ Packing-Puerto (kg)	Total CO ₂ (kg)	Total CO ₂ (ton)
Prize	4.340,8	6.947,5	11.288,3	11,3
Dosal	1.000,0	7.022,9	8.022,9	8,0
Dole	994,0	7.087,7	8.081,7	8,1

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Al observar la Tabla 8, podemos decir que para un huerto de 60 hectáreas de superficie y con una producción total de 850.000 kg de cerezas, la cantidad de emisiones de CO₂, que deja en el camino en total es de 27,4 ton de CO₂. Una cifra no menor para una producción que es el 0,2% del total de cerezas que exportó nuestro país la temporada 2020-2021.

10. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS FACTIBLES DE SER UTILIZADAS

10.1. Emisiones dióxido de carbono (CO₂) camiones eléctricos

Para el cálculo de las emisiones para camiones eléctricos, se utilizó el factor de emisiones de CO₂ del sistema eléctrico nacional (SEN) el cual se considera como 0,4187 kg CO₂/kWh (anexo 2), también se tomaron en cuenta dos tipos de camiones el primero con una batería de 141 kWh con una autonomía de 161 km, que se utiliza principalmente para trayectos más cortos, el otro camión se utiliza para el transporte de carga pesada por carretera que consta de una batería de 550 kWh y una autonomía de 400 km, ambos se utilizaron en la

cadena logística de transporte de la cereza.

Tabla 9. Emisiones de CO₂ totales para el uso de camiones eléctricos en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.

Emisiones de CO ₂ para camiones eléctricos (huerto de estudio)				
Packing	CO ₂ Huerto-Packing (kg)	CO ₂ Packing-Puerto (kg)	Total CO ₂ (kg)	Total CO ₂ (ton)
Prize	2.818,9	2.224,7	5.043,6	5,04
Dosal	631,7	2.248,9	2.880,6	2,88
Dole	628,3	2.269,6	2.897,9	2,90

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Al usar camiones eléctricos en la cadena logística de la cereza del huerto estudiado, se puede apreciar en los números finales que el total de emisiones baja aproximadamente un 60,5% en relaciones a las emisiones de CO₂, en camiones a diésel. Cabe destacar que los camiones eléctricos no son considerados 0 emisiones ya que la energía que utilizan no viene siempre de una fuente natural, es por esto que las emisiones fueron calculadas a partir del factor de emisiones de GEI de Sistema Eléctrico Nacional (SEN) obtenido desde el Ministerio de Energía.

10.2. Emisiones dióxido de carbono (CO₂), para camiones a gas licuado del petróleo (GLP)

Tabla 10. Emisiones de CO₂ totales para el uso de camiones gas licuado del petróleo en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.

Emisiones de CO ₂ para camiones a gas licuado del petróleo (GLP) (huerto de estudio)				
Packing	CO ₂ Huerto-Packing (kg)	CO ₂ Packing-Puerto (kg)	Total CO ₂ (kg)	Total CO ₂ (ton)
Prize	5.911,5	4.665,4	10.576,9	10,58
Dosal	851,6	4.716,1	5.567,7	5,57
Dole	846,4	4.759,6	5.606	5,61

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Para el caso de camiones que usan como combustible GLP, las emisiones de CO₂ disminuyen aproximadamente un 20,6% en la cadena logística del transporte de la cereza para el huerto en estudio, en este caso se utilizó un factor de emisiones para el gas licuado del petróleo de 1,63 kg CO₂/l (anexo 1). En el caso del transporte utilizado para estimar las emisiones de CO₂, se trata de un camión con una autonomía de 1000 km cuyo estanque es de 740 L.

10.3. Emisiones dióxido de carbono (CO₂), para camiones a gas natural licuado (GNL):

Tabla 11. Emisiones de CO₂ totales para el uso de camiones a gas natural licuado (GNL) en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.

Emisiones de CO ₂ para camiones a gas natural licuado (GNL) (huerto de estudio)				
Packing	CO ₂ Huerto-Packing (kg)	CO ₂ Packing-Puerto (kg)	Total CO ₂ (kg)	Total CO ₂ (ton)
Prize	3.733,1	5.974,9	9.707,9	9,7
Dosal	860,0	6.039,7	6.899,7	6,9
Dole	854,8	6.095,4	6.950,3	7,0

Fuente: Elaboración propia, 2021.

El uso del GNL en el transporte de carga pesada por carretera al igual que ambas energías representadas anteriormente también disminuye sus emisiones de CO₂, en un 14,01%, el análisis de este combustible se realizó a partir de un informe de Transport & Environment, el cual dice que el uso de esta energía no ayudaría a descarbonizar por completo, pero reduciría sus emisiones de CO₂ en un 14% según comparación realizada (anexo 3). Es por ello que al ser una prueba comprobada fue tomada como referencia en el estudio de las emisiones de la cadena logística de la cereza del respectivo huerto.

10.4. Emisiones dióxido de carbono (CO₂), para camiones híbridos

Para el caso de los camiones híbridos que se usaron para calcular las emisiones, fueron de combinación eléctrico/diésel. para el transporte desde el huerto al packing se utilizó un camión (de carrocería abierta) de tamaño mediano (5 ton aproximadamente) que habitualmente se ocupa para la ciudad, consta de una batería de 4,8 kWh con la característica de poder funcionar 2,5 km solo eléctrico y además se recarga sólo, es por ello que se utiliza como supuesto que el camión puede utilizar esta tecnología una vez de ida y una vez de regreso (2 veces por vuelta), ya que los tramos que recorre desde el huerto el packing son más cortos (17 km aproximadamente). Su motor diésel tiene una autonomía aproximadamente de 24,3 L/100 km.

Para el transporte desde el packing al puerto se tomó en cuenta un camión híbrido de carga (40 pies), que funciona con una batería de 85 kWh con una autonomía de 40 km sólo eléctrico, a diferencia del camión de menor tamaño éste necesita ser enchufado para recargar su batería. Al igual que el supuesto anterior puede utilizar su batería eléctrica 2 veces por vuelta (ida y regreso), tomando en cuenta que la puede cargar al momento de cargar y descargar el camión. La autonomía del motor diésel es similar a la de un camión convencional (completamente diésel). Las emisiones relacionadas al uso de su motor eléctrico fueron calculadas a partir del factor de emisiones de sistema eléctrico nacional (SEN) y las emisiones del motor diésel a partir de factor de emisiones de diésel para el camión utilizado desde el huerto al packing a

diferencia del que se usa desde el packing al puerto ya que en este caso se consideran las emisiones de CO₂ con respecto a tonelada por kilómetro.

Tabla 12. Emisiones de CO₂ totales para el uso de camiones híbridos en el huerto de estudio, sobre la cadena logística de la cereza.

Emisiones de CO ₂ para camiones híbridos (huerto de estudio)				
Packing	CO ₂ Huerto- Packing (kg)	CO ₂ Packing- Puerto (kg)	Total CO ₂ (kg)	Total CO ₂ (ton)
Prize	4346,8	5930,4	10.277,2	10,3
Dosal	935,0	6.369,0	7.304,0	7,3
Dole	928,52	6.433,8	7.362,3	7,4

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Para los camiones híbridos las emisiones de CO₂ totales fueron de aproximadamente 25 ton para el huerto estudiado, disminuyendo en un 8,8% en comparación al diésel, no se obtuvo una diferencia notoria ya que estos camiones combinan la tecnología eléctrica/diésel o con otra energía no convencional.

10.5. Emisiones dióxido de carbono (CO₂), para camiones a pila de combustible de hidrógeno

Para este tipo de camiones no se realizó la respectiva tabla ya que según la teoría estos camiones no liberan dióxido de carbono, el único desecho que emanan es vapor de agua, de todas formas, este pertenece a los gases de efecto invernadero, pero aun así los objetivos primordiales del presente estudio es la comparación de emisiones de CO₂, aunque se podría considerar la forma en cual de produjo el hidrógeno. Pero en el caso de Chile la producción de hidrógeno sería totalmente de origen verde ya que toda la energía que se necesita en el proceso se obtendría a partir de diferentes energías no contaminantes como por ejemplo solar, eólica, etc.

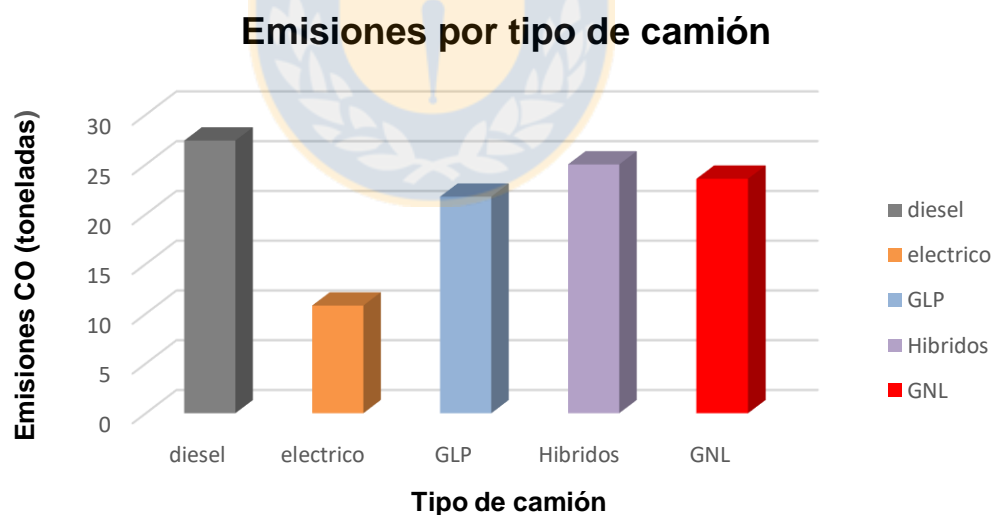


Figura 17. Emisiones de CO₂ (toneladas) en relación al tipo de combustible utilizado en el camión, para la cadena logística de la cereza del huerto estudiado.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En la Figura 16, se puede observar el total de emisiones de CO₂ en toneladas, para el transporte de cereza del huerto estudiado en relación a su producción total de la temporada 2020-2021 que equivale a 850.000 kg. Se tomó en cuenta las distancias de huerto a packing y de packing a puerto, con el fin de hacer la suma total de emisiones en relación a cada combustible usado en el transporte de esta fruta.



11. DISCUSIÓN

Este estudio se realizó a partir de una investigación bibliográfica con el objetivo de identificar alternativas de energías que puedan ser utilizadas en la cadena logística de transporte de la cereza con el fin de comparar las emisiones de CO₂ con respecto al transporte diésel.

De los resultados obtenidos a partir de este estudio, todas las energías alternativas obtuvieron mejor resultado en emisiones de CO₂ que el diésel logrando así que sean más eficiente que este combustible. A pesar de la disminución cabe mencionar que los camiones eléctricos se sustentan de no tener emisiones de CO₂ hacia el ambiente y de ser utilizados disminuirán a cero sus emisiones. En este caso no fue lo que obtuvimos como resultado ya que estos necesitan ser cargados con energía eléctrica y para el caso de nuestro país más del 50% proviene de la combustión de combustibles fósiles.

En el caso de las emisiones de los camiones híbridos eléctrico/diésel varias empresas se sustentan a partir de que tienen una reducción de CO₂ de aproximadamente un 30%, y en otros casos proponen cifras bastante mayores. Para la utilización de esta tecnología en la cadena logística de la cereza los resultados fueron menores de lo estimado. Probablemente al utilizar otra combinación híbrida donde se reemplace el diésel se puedan obtener una mayor reducción de las emisiones.

Los camiones a gas natural licuado (GNL) y gas licuado del petróleo (GLP) son los más parecidos a los camiones diésel en temas de autonomía en kilómetros que pueden recorrer en comparación de las otras alternativas. En nuestros resultados obtuvimos que al utilizar este tipo de alternativas de energías se logra disminuir las emisiones de CO₂ en relación a nuestra ruta trazada. Lo cual tiene relación con que los usos de las alternativas de energías para el transporte disminuyen las emisiones de CO₂, lo cual traería bastantes beneficios a este sector que es el causante del 11% de las emisiones de CO₂ de nuestro país.

En el caso del combustible de hidrógeno, ésta genera cero emisiones, varios prototipos de camiones así lo han demostrado. Como también la producción de este combustible, la energía proviene de energías limpias lo cual conlleva a no tener emisiones de CO₂ en su producción a comparación de la producción de energía eléctrica.

Cabe mencionar que este estudio es a base de la bibliografía, que probablemente en la práctica este susceptible a cambios ya sea por la geografía, rutas y la logística del transporte de carga por carretera asociadas a la cadena de suministro de la cereza.

12. CONCLUSIÓN

La cadena logística de la cereza cuenta de tres puntos principales los cuales son el huerto en donde está la recolección del fruto y la producción total, en el packing está todo el proceso de lavado, selección, envase y embalaje del producto en donde se alista para ser transportado hacia el puerto. El último punto es el puerto, aquí llega el producto para ser exportado hacia su destino. El transporte de carga es esencial a lo largo de la cadena de suministro de la cereza de exportación.

Las alternativas de energía que son factibles de ser utilizadas en la cadena logística de la cereza son con las que ya se han hecho bastantes prototipos y hace mucho tiempo ya se posicionan como el reemplazante del diésel, las cuales son eléctricos, híbridos, GLP, GNL e hidrógeno.

La comparación de emisiones de CO₂ de las alternativas de energías con el diésel en la cadena logística del transporte la cereza del huerto estudiado, nos encontramos que, con la implementación de cada una de ellas en camiones reefer, se lograría disminuir las emisiones de CO₂, siendo la que se posiciona con mayor fuerza en relación a su contaminación la energía eléctrica ya que obtuvo el mejor resultado, con una disminución de un 60,5% en relación al diésel.

El uso de cualquiera de estas energías alternativas sería beneficioso para el sector del transporte y para el medio ambiente, ya que tienen una mayor

eficiencia lo que conlleva a menor gasto económico y con ello una menor contaminación de CO₂ ayudando así a combatir el calentamiento global y mejorando la calidad de vida de las personas.



13. BIBLIOGRAFÍA

1. Agenda País. 2020. Comienza a operar primer camión de transporte de ENAP que utiliza gas natural licuado [en línea]. El Mostrador, Chile. <<https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2020/08/13/comienza-a-operar-primer-camion-de-transporte-de-enap-que-utiliza-gas-natural-licuado/>>. [Consulta: 07 enero 2021].
2. Apey, A. 2019. La fruticultura en Chile. Tendencias productivas y su expresión territorial. ODEPA. Santiago, Chile.
3. ASOEX (Chile). 2019. Comité de cerezas de ASOEX estima nuevo récord: 209 mil toneladas de cerezas chilenas serán exportadas esta temporada 2019-2020 [en línea]. Asociación de Exportadores de Frutas de Chile. <<https://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/659-comite-de-cerezas-de-asoex-estima-nuevo-record-209-mil-toneladas-de-cerezas-chilenas-seran-exportadas-esta-temporada-2019-2020.html>>. [Consulta: 28 octubre 2020].
4. Camionchileno. 2018. Camiones híbridos, ¿Cuándo? [en línea]. Camionchileno, Chile. <<https://www.camionchileno.cl/2018/04/15/camiones-hibridos-cuando/>>. [Consulta: 07 enero 2021].

5. CEPAL (Chile). 2016. Monitoreando la eficiencia energética en América Latina y el Caribe. CEPAL. Santiago, Chile.
6. De León y De León, E.F. De León, J.A. Catalano, D. Rodríguez y E. Neira. 2004. Transporte rural de productos agrícolas en América Latina y el Caribe. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N°155. FAO. Roma, Italia.
7. Editor delogist. 2020. Simplificando la logística [en línea]. DeLogística. <<https://www.delogistica.com/simplificando-la-logistica/>>. [Consulta: 17 noviembre 2020].
8. Electricidad. 2019. Desarrollan camión cero emisiones con celda de combustible de hidrógeno [en línea]. Electricidad, Chile. <<https://www.revistaei.cl/2019/11/21/desarrollan-camion-cero-emisiones-con-celda-de-combustible-de-hidrogeno/>>. [Consulta: 08 enero 2021].
9. Gasnam. 2017. Camiones a gas natural [en línea]. Gasnam, España. <<https://gasnam.es/camiones-a-gas-natural/>>. [Consulta: 07 enero 2021].
10. Larrañaga, P., A.M. Osos. 2018a. Catastro frutícola: Región de

Coquimbo. Principales resultados / Julio 2018. ODEPA. Santiago, Chile.

11. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2018b. Catastro frutícola: Región de O'Higgins. Principales resultados / Julio 2018. ODEPA. Santiago, Chile.

12. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2019a. Catastro frutícola: Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.

13. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2019b. Catastro frutícola: Región de La Araucanía. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.

14. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2019c. Catastro frutícola: Región del Biobío. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.

15. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2019d. Catastro frutícola: Región del Maule. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.

16. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2019e. Catastro frutícola: Región de Los Lagos. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.

17. Larrañaga, P., A.M. Osore. 2019f. Catastro frutícola: Región de Los Ríos. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.

18. Larrañaga, P., A.M. Osos. 2019g. Catastro frutícola: Región de Ñuble. Principales resultados / Julio 2019. ODEPA. Santiago, Chile.
19. Larrañaga, P. 2020a. Catastro frutícola: Región de Valparaíso. Principales resultados / Julio 2020. ODEPA. Santiago, Chile.
20. Larrañaga, P. 2020b. Catastro frutícola: Región Metropolitana. Principales resultados / Julio 2020. ODEPA. Santiago, Chile.
21. Logistec. 2015. Buenas prácticas para la eficiencia del transporte de carga por carretera: Sustentabilidad y competitividad para las cadenas de abastecimiento (2^a parte) [en línea]. Logistec, Chile. <<https://www.revistalogistec.com/index.php/logistica/pymes/item/813-buenas-practicas-para-la-eficiencia-del-transporte-de-carga-por-carretera-sustentabilidad-y-competitividad-para-las-cadenas-de-abastecimiento-2-parte>>. [Consulta: 07 enero 2021].
22. MasContainer. 2019. Camiones eléctricos y el futuro del transporte en el marco de la logística verde [en línea]. MasContainer, Chile. <<https://www.mascontainer.com/logistica-verde-camiones-electricos-y-el-futuro-del-transporte/>>. [Consulta: 07 enero 2021].

23. Ministerio de Energía. 2021. Factor de emisiones GEI del Sistema Eléctrico Nacional [en línea]. Ministerio de Energía, Chile. <<https://energia.gob.cl/indicadores-ambientales-factor-de-emisiones-gei-del-sistema-electrico-nacional>>. [Consulta: 11 mayo 2021].
24. Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Segundo informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
25. Ministerio del Medio Ambiente. 2018. Tercer informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
26. Oficina Catalana del Canvi Climàtic. 2013. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Oficina Catalana del Canvi Climàtic. Cataluña, España.
27. Pitarch. 2019. Camiones ecológicos, la llave del futuro del transporte por carretera [en línea]. Pitarch, España. <<http://www.pitarchlogistica.com/es/noticias/camiones-ecologicos>>. [Consulta: 07 enero 2021].

28. PortalPortuario. 201? En ruta: El camino de las cerezas de Rengo al Puerto de San Antonio [en línea]. PortalPortuario, Chile. <<https://portalportuario.cl/en-ruta-el-camino-de-las-cerezas-de-rengo-al-puerto-de-san-antonio/>>. [Consulta: 06 enero 2021].
29. PortalFrutícola. 2020. Cerezas: Chile no obtiene ingresos proyectados en campaña 2019/20, pero logra record de exportaciones [en línea]. PortalFrutícola, Chile. <<https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/04/28/cerezas-chile-no-obtiene-precios-esperados-en-campana-2019-20-pero-si-logra-record-de-exportaciones/>>. [Consulta: 30 noviembre 2020].
30. PortalPortuario. 2020. Estiman que Chile exportará 316.184 toneladas de cerezas durante la temporada [en línea]. PortalPortuario, Chile. <<https://portalportuario.cl/estiman-que-chile-exportara-316-184-toneladas-de-cerezas-durante-la-temporada/>>. [Consulta: 06 enero 2021].
31. Redagrícola. 2019. Buena calidad y aciertos en logística perfilaron una exitosa temporada de cerezas [en línea]. Redagrícola, Chile. <<https://www.redagricola.com/cl/buena-calidad-aciertos-logistica-perfilaron-una-exitosa-temporada-cerezas/>>. [Consulta: 30 noviembre 2020].

32. Redagícola. 2020. La cereza 2019-2020. (111). Santiago, Chile.
33. Simfruit. 2019. Avance temporada 2019-2020: 30% de aumento registran las exportaciones de cerezas chilenas [en línea]. Asociación de Exportadores de Chile. <<https://www.simfruit.cl/avance-temporada-2019-2020-54-de-aumento-registran-las-exportaciones-de-cerezas-chilenas/>>. [Consulta: 30 noviembre 2020].
34. Todts, W. 2019. ¿Reducen las emisiones los camiones a gas? European Federation for Transport and Environment AISBL. Ixelles, Bélgica.
35. Villalobos, J. 2010. Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera. Boletín FAL N°281. CEPAL. Santiago, Chile.

14. ANEXO

14.1. Anexo 1.

Tabla 13. Factores de emisiones utilizados en los cálculos.

A. Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos	
DATOS DISPONIBLES	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN
Consumo de combustible (litros diésel o gasolina)	<p>Cálculo de las emisiones de CO₂ a partir de los factores de emisión siguientes:¹⁸</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO₂/litro • Diésel: 2,61 kg de CO₂/litro • Bioetanol: 2,38 kg de CO₂/litro - % bioetanol¹⁹ • Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO₂/litro • Biodiésel: 2,61 kg de CO₂/litro - % biodiésel²⁰ • Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son = 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO₂/litro • Gas licuado del petróleo (GLP): 1,63 kg CO₂/litro²¹

Fuente: guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), 2013.

14.2. Anexo 2.

Tabla 14. Factor de emisiones GEI (Gases de Efecto invernadero) del Sistema Eléctrico Nacional.

Datos			
Año / Sistema	SIC	SING	SEN
	kg CO2 eq/MWh	kg CO2 eq/MWh	kg CO2 eq/MWh
2010	355,49	751,84	458,22
2011	384,15	738,75	475,08
2012	394,53	805,74	499,62
2013	435,06	811,34	530,33
2014	363,65	790,46	471,65
2015	345,87	764,35	455,58
2016	397,00	766,69	495,02
2017	336,42	773,00	449,73
2018			418,70

Fuente: Ministerio de Energía, 2021.

14.3. Anexo 3. (Figura 17).

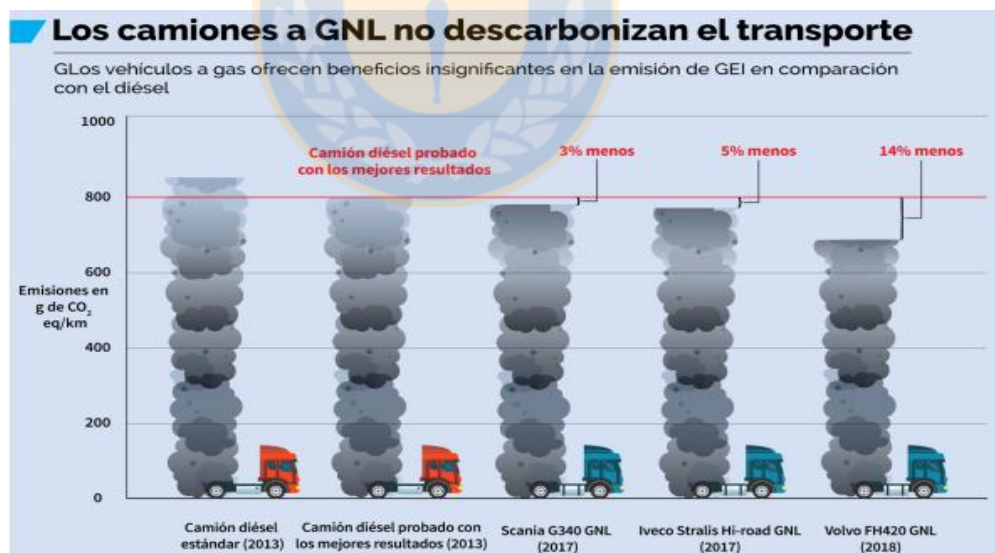


Figura 18. Comparación de emisiones de CO₂, para camiones a diésel y a GNL.

Fuente: European Federation for Transport & Environment, 2019.