

**Universidad Tecnológica Nacional**

Facultad Regional Tucumán

Escuela de Posgrado

Maestría en Ingeniería Ambiental

**PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA  
REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN  
LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE LIMÓN  
EN TUCUMÁN (ARGENTINA)**

**Ing. Noelia Verónica Lescano**

Trabajo de Tesis para optar al Grado Académico Superior de  
Magíster en Ingeniería Ambiental

Director: Dr. Ing. Ricardo René Ferrari

Codirector: Mg. Ing. Silvia Graciela Sáez

San Miguel de Tucumán

Año 2019

## *AGRADECIMIENTOS*

*Al Dr. Ing. Ricardo Ferrari por el apoyo, la confianza y la paciencia brindada en el desarrollo de este trabajo.*

*Al Ing. Oscar Graieb por su dedicación y preocupación constante por sus alumnos y el medio ambiente.*

*A mi familia: mamá, papá, Romina, Benicio, Cecilia, Conty, María Luisa, Eneas tías, tíos, primos y amigos; quienes forman parte de cada uno de mis logros y me contienen en las caídas.*

*A Irina quien me da las fuerzas para seguir adelante.*

*A la persona que me hizo comprender con su convicción y acciones altruistas que debemos cuidar el medio ambiente, el planeta y a todos los seres que lo habitan. Dejaste tu huella: en el mundo, con las acciones en Greenpeace; en tu país, con la Ley de Glaciares; y en nuestros corazones... Con infinito amor: hasta siempre Pablo.*

## RESUMEN

El cambio climático afecta a todos los países y personas del mundo. Sus efectos se manifiestan cada vez con más fuerza y la respuesta debe ser global y ambiciosa, impulsando objetivos rigurosos no sólo desde los gobiernos, se trata de una responsabilidad global, en la que las empresas privadas también juegan un papel fundamental. En este sentido, considerando a la citricultura una de las principales actividades económicas de la provincia de Tucumán, y sin que existiera una obligación legal directa sobre el tema, se abordó la problemática en una de las principales empresas tucumanas exportadoras de limón, definiendo estrategias y planes de acción contra el cambio climático.

Para el diseño y posterior desarrollo de la estrategia sobre cambio climático de la empresa fue necesario conocer y analizar las emisiones asociadas a su actividad, y así poder establecer los ítems más importantes para trabajar en la reducción. La huella de carbono se constituyó como una potente herramienta la cual permitió obtener un conocimiento exhaustivo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la empresa, y así poder realizar una correcta gestión de las mismas.

En el presente trabajo se pudieron recopilar los datos específicos de la actividad cítrica en una empresa de gran envergadura y establecer líneas de acción que permitieron reducciones en las emisiones de Dióxido de Carbono asociadas a la producción y exportación de limón como fruta fresca desde Tucumán hasta los principales puertos de Europa.

# ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Cambio climático.....	1
1.2 Efecto invernadero. Gases de efecto Invernadero. Potencial de Calentamiento Global.....	4
1.3 Mitigación o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.....	6
1.4 Huella de Carbono .....	8
1.5 Metodologías disponibles para el cálculo de la Huella de Carbono .....	10
1.6 Actividad citrícola.....	12
1.6.1 En la república Argentina .....	12
1.6.2 En la Provincia de Tucumán.....	16
1.7 Benchmarking de emisiones de la actividad de confección de limón fresco .....	23
2 - OBJETIVOS .....	26
2.1 Metodología.....	27
3. ANALISIS DE DATOS.....	31
3.1 La empresa y el proceso .....	31
3.2 Recopilación de datos de campo.....	33
3.3 Mapa del proceso .....	36
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	46
4.1 Uso Responsable de la Energía Eléctrica (Campo y Empaque).....	47
4.2 Uso Racional de fertilizantes.....	52
4.3 Uso Racional de Fitosanitarios.....	55
4.4 Otras posibles mejoras para la reducción de emisiones.....	63
4.5 Conclusiones.....	64
5. RECOMENDACIONES.....	65
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1“Potencial de Calentamiento Global, valores relativos al CO <sub>2</sub> ”; (www.ipcc.ch)....	5
Tabla 2: Extensión del cultivo – Superficie plantada de frutales cítricos en la República Argentina (ha) – Año 2017 .....	12
Tabla 3: Estimación de la producción de los principales grupos de frutas de la República Argentina (Año 2017) – Estimado en miles de toneladas .....	13
Tabla 4: Producción de frutas cítricas frescas en Argentina (en toneladas - Período 2008/2017).....	13
Tabla 5: Localización de la producción citrícola Argentina (por provincias y especies en ton.) .....	14
Tabla 6: Destino de la producción de frutas cítricas frescas en la Rep. Argentina (en toneladas) .....	14
Tabla 7: Exportaciones Argentinas de frutas frescas años 2007 – 2017 (en toneladas)....	15
Tabla 8: Valor de la producción del sector citrícola argentino (en millones de U\$s) - Año 2017.....	16
Tabla 9: Principales 10 productos exportados desde Tucumán - Año 2017 .....	17
Tabla 10: Indicadores de Producción de Tucumán. Años 2006 - 2017.....	18
Tabla 11: Consumo de energía, costos de producción y evaluación de impacto de la Global, Potencial de calentamiento (GWP) referido a 1 kg de cultivo frutal para cada sistema de producción examinado. ....	24
Tabla 12: Resultados del cálculo de emisiones de CO <sub>2</sub> / Tn de Fruta .....	42

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Impactos observados y esperados en la República Argentina por el cambio climático.....	3
Ilustración 2: Producción y exportación de frutas cítricas frescas, mundial y de la República Argentina – (en miles de toneladas) - Año 2017.....	12
Ilustración 3: Principales exportaciones de frutas frescas de la Rep. Argentina.....	15
Ilustración 4: Esquema de la cadena citrícola de limón en Tucumán.....	18
Ilustración 5: Distribución geográfica de la producción de limón (Ratio sup. Sembrada / Sup. Total del departamento). .....	19
Ilustración 6: Producción de limón en Tucumán 2006-2017 (Toneladas y var. %) .....	20
Ilustración 7: Exportaciones provinciales de limón y subproductos (millones de dólares y var. %).....	21
Ilustración 8: Etapas del proceso analizadas .....	28
Ilustración 9: Esquema de cálculo de emisiones.....	29
Ilustración 10: Campo citrícola tucumano durante pulverización de agroquímicos.....	32
Ilustración 11: Empaque de limón – Línea de embalado automático.....	32
Ilustración 12: Alcance del estudio dentro del ciclo de vida del producto.....	34
Ilustración 13: Límites del sistema analizado .....	35
Ilustración 14: Mapa del proceso .....	36
Ilustración 15: Resultados del cálculo de emisiones de CO <sub>2</sub> / Tn de Fruta.....	42
Ilustración 16: Contribución porcentual de cada etapa del proceso a la huella de carbono. ....	43
Ilustración 17: Principales fuentes de emisión de la Huella de Carbono del limón.....	44
Ilustración 18: Principales fuentes de emisión de la Huella de Carbono del limón sin el transporte. ....	44
Ilustración 19 Campaña para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	48
Ilustración 20: Ejemplo de control de consumo energético por establecimiento.....	49
Ilustración 21: Punto A con iluminación convencional y el mismo punto con iluminación LED .....	50
Ilustración 22: Disminución del uso de fertilizante nitrogenado en un lote de finca con un manejo adecuado basado en la disminución de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	54
Ilustración 23: Disminución del uso de Óxido Cuproso.....	58
Ilustración 24: Disminución del uso de Hidróxido de Cobre .....	59
Ilustración 25: Disminución del uso de Aceite mineral.....	59
Ilustración 26: Disminución del uso de Abamectina .....	60
Ilustración 27: Disminución del uso de Fosfito de Potasio .....	60
Ilustración 28: Disminución del uso de Trifloxistrobin.....	61

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático se refiere a una variación significativa en los componentes del clima cuando se comparan períodos prolongados, pudiendo ser décadas o más; por ejemplo, la temperatura media de la década del 50 con respecto a la temperatura media de la década del 90.

El clima de la Tierra ha variado muchas veces a lo largo de su historia debido a cambios naturales, como las erupciones volcánicas, los cambios en la órbita de traslación de la tierra, las variaciones en la composición de la atmósfera, entre otros.

Pero, desde los últimos años del siglo XIX, la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado más de 0,6 °C. Este aumento está vinculado al proceso de industrialización iniciado hace más de un siglo y, en particular, a la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

Un informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) afirma que: “el calentamiento desde los niveles preindustriales hasta la década 2006-2015 se estima en 0,87 °C”. Se estima que el calentamiento global de origen antropogénico incrementa alrededor de 0,2° C por década, lo cual indicaría que si esta tasa se mantiene entre los años 2030 -2050 es muy probable que el incremento llegue o supere 1.5°C. (IPCC, 2018).

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI), entre los que se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>), tienen la propiedad de absorber y reemitir la radiación infrarroja que la Tierra recibe del sol. Gracias a ellos, ocurre un fenómeno conocido como efecto invernadero natural, que permite que la Tierra mantenga una temperatura promedio 15 °C. Si no existiera este efecto, la temperatura promedio sería de -18 °C.

Si bien algunos de estos gases se encuentran naturalmente en la atmósfera, otros son producidos por el ser humano (de origen antrópico) como resultado de actividades vinculadas a la generación de energía, el transporte, el uso del suelo, la industria, el manejo de los residuos, etc. La acumulación de estos gases en la atmósfera potencia el efecto invernadero natural y esto se traduce en aumento de la temperatura del planeta.

De acuerdo con el último inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Argentina, el 51 % de las emisiones del país están vinculadas al sector energético; el 39 % agricultura, ganadería y silvicultura y otros usos de la tierra; el 4% a la industria y el 4% restante a los residuos. (BUR 2 Argentina, 2017)

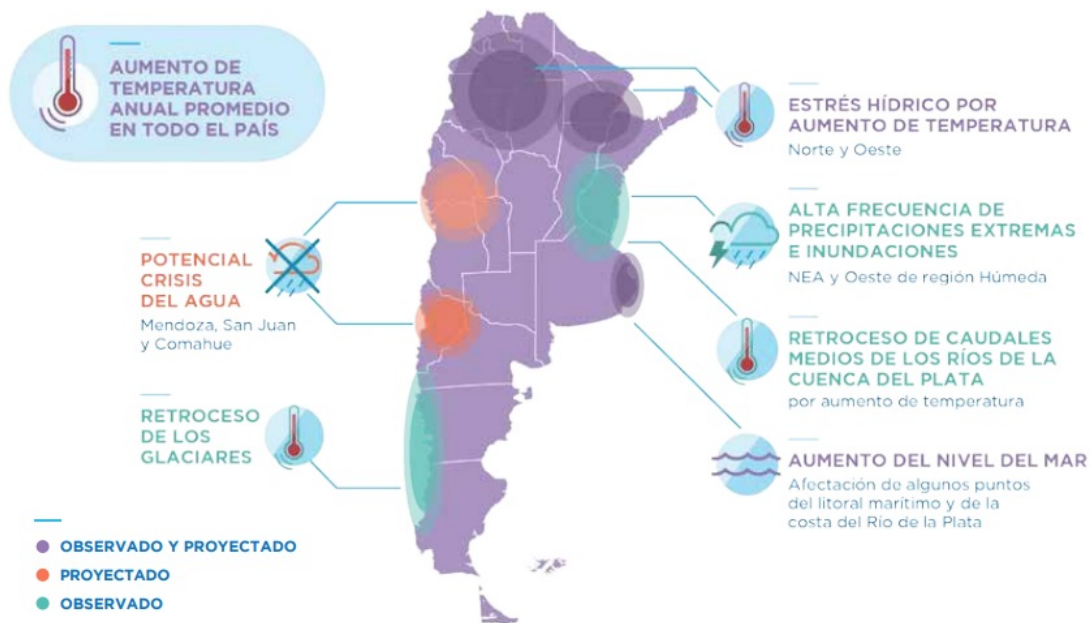
Los impactos que hoy sufre el planeta obligan a tomar medidas inmediatas que implican grandes esfuerzos económicos. En general, son los países que aún no han alcanzado su pleno desarrollo quienes sufren con mayor gravedad este fenómeno, a pesar de no ser los principales causantes. En este sentido, el cambio climático incrementa las desigualdades ya existentes entre los diferentes países, pudiendo generar un nuevo obstáculo al desarrollo de los países sustentable.

Los científicos dejan claro que será necesario un gran cambio institucional y tecnológico para que el calentamiento global no supere los 2 °C promedio sobre la superficie del planeta y para que exista una mayor probabilidad de evitar la ocurrencia de daños catastróficos e irreversibles.

Entre las principales consecuencias del cambio climático, se destacan:

- El cambio de circulación de los océanos.
- El aumento o disminución de las precipitaciones (según la zona geográfica).
- El aumento del nivel del mar.
- El retroceso de los glaciares.
- El aumento de los eventos climáticos extremos.
- El aumento de las olas de calor y frío.
- El aumento de las migraciones forzadas (tanto por emergencias causadas por catástrofes, como por trabajo).





Fuente: Inventario Nacional de GEI, Argentina, 2017

**Ilustración 1: Impactos observados y esperados en la República Argentina por el cambio climático.**

El desafío por lo tanto consiste en desarrollar acciones y medidas que promuevan el uso sustentable de los recursos naturales disponibles, de manera de disminuir los impactos del cambio climático en intensidad y frecuencia de los eventos extremos en los recursos, ecosistemas, biodiversidad, seguridad alimentaria, ciudades y turismo.

Las empresas son agentes imprescindibles para lograr la transformación hacia una sociedad baja en carbono. Por responsabilidad, por impacto y por capacidad de acción, tienen un papel esencial en la lucha contra el cambio climático y pueden hacer mucho: desde la gestión sostenible de su cadena de valor, las relaciones con la comunidad y sus procesos productivos.

## 1.2 EFECTO INVERNADERO. GASES DE EFECTO INVERNADERO. POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

El **efecto invernadero** es un proceso natural por el cual los gases que están presentes en la atmósfera captan la radiación que la Tierra emite al espacio. Esta emisión de la Tierra es producto del calentamiento de la superficie por la incidencia de la radiación solar.

Así el efecto invernadero hace que la temperatura media de la Tierra sea de alrededor de 33° C más que si este proceso no ocurriera.

Los **gases de efecto invernadero** son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como de origen humano, que absorben y remiten radiación infrarroja.

La temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado más de 0,6 ° C desde los últimos años del siglo XIX debido al proceso de industrialización iniciado hace más de un siglo y, en particular, a la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

Éstas actividades han aumentado el volumen de gases de efecto invernadero (principalmente metano, dióxido de carbono, óxido nitroso, clorofluorcarbonos, hidrofluorcarbonos y hexafluoruro de Azufre), incrementando la temperatura del planeta y modificando el clima. En tal sentido, se espera que se produzcan modificaciones en el clima futuro con sequías severas y prolongadas, aumento de precipitaciones en ciertas regiones y disminución en otras, incremento de las temperaturas, aumentos en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, etc

El potencial de calentamiento global es una medida de la capacidad que tienen diferentes GEI en la retención del calor en la atmósfera, ya que no todos los gases absorben la radiación infrarroja de la misma manera ni todos tienen igual vida media en la atmósfera.

El gas utilizado como referencia para medir otros GEI es el CO<sub>2</sub>, por lo que su potencial de calentamiento es igual a 1. Cuanto más alto sea el Potencial de calentamiento global que produce un gas, mayor será su capacidad de retención del calor en la atmósfera.

Gas		Fuente Emisora	Persistencia de las moléculas en la atmósfera (años)	Potencial de Calentamiento Global. Horizonte de tiempo:100 años
CO <sub>2</sub>	DIÓXIDO DE CARBONO	Quema de combustibles fósiles, cambios en el uso de suelo, producción de cemento.	Variable	1
CH <sub>4</sub>	METANO	Quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos	12 ± 3	21
N <sub>2</sub> O	ÓXIDO NITROSO	Quema de combustibles fósiles, agricultura, cambios en el uso de suelo.	120	310
CFC	CLOROFLUORCARBONOS	Refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas	2600 - 50000	6500-9200
HFC	HIDROFLUORCARBONOS	Refrigerantes líquidos	1,5 – 264	140-11700
SF <sub>6</sub>	HEXAFLUORURO DE AZUFRE	Aislantes térmicos	3200	23900

**Tabla 1“Potencial de Calentamiento Global, valores relativos al CO<sub>2</sub>”;**  
**(www.ipcc.ch)**

### 1.3 MITIGACIÓN O REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La mitigación implica modificaciones en las actividades cotidianas de las personas y en las actividades económicas, con el objetivo de lograr una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero a fin de reducir o hacer menos severos los efectos del cambio climático. Por su parte, de acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), las medidas de mitigación son aquellas políticas y tecnologías tendientes a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros de los mismos.

Los sectores en los que se pueden realizar acciones de mitigación son muchos, entre ellos se destacan el transporte, la industria, el sector agropecuario, el manejo de residuos, y el energético.

**Transporte:** Este sector es uno de los más grandes emisores de GEI a través del uso de combustibles fósiles. Medidas efectivas para la mitigación podrían ser una mayor utilización del transporte público, el reemplazo de los combustibles líquidos por el gas natural comprimido, el uso de bicicletas, como así también la implementación de reglas de organización del tránsito y de mejoras técnicas en los vehículos. Muchas de éstas medidas no sólo contribuyen a disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero, sino que producen también menores impactos a la salud.

**Industria:** El empleo de tecnologías más limpias en el sector industrial provoca no sólo una reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, sino también de otros tipos de contaminantes no necesariamente ligados con el cambio climático. El uso de residuos para reemplazar a los combustibles fósiles en los procesos industriales y el aumento de la eficiencia energética pueden generar una disminución de las emisiones.

**Agropecuario:** El sector agropecuario es un importante emisor de GEI, tanto en la ganadería (por el contenido de metano en los gases de fermentación entérica), como en las diversas actividades de la agricultura. Es posible lograr una disminución notable de las emisiones de GEI en la actividad agrícola mediante el cambio en los hábitos de labranza o la reutilización de los subproductos y desperdicios de la cosecha. Una adecuada gestión del riego y un uso más eficiente de los fertilizantes, como así también

en el empleo de mejores tecnologías por parte de agricultores, son opciones que se deben tener en cuenta si se quiere lograr una reducción en las emisiones de GEI.

**Gestión de los residuos:** Los rellenos sanitarios utilizados en centros urbanos para la disposición de los residuos domiciliarios son también grandes fuentes de GEI, principalmente metano. Este gas puede ser recolectado por medio de tuberías y utilizado para la generación de energía eléctrica o de calor. También puede optarse por su combustión directa, liberando dióxido de carbono cuyo potencial de efecto invernadero es mucho menor que el de este gas.

**Energético:** Las acciones de mitigación no implican necesariamente un dejar de usar, sino que, muchas de ellas están ligadas al ahorro energético a través del uso eficiente de la energía, lo que produce, además, menores costos para las personas, las empresas o los gobiernos. Otra acción de mitigación que implica un cambio radical en la elección de los modelos de desarrollo es la transición desde el uso de fuentes de energía convencionales hacia el uso de fuentes de energías renovables. Actualmente, la sociedad depende en gran medida de las energías no renovables provenientes de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural). En forma paulatina se está buscando el cambio de estas energías no renovables hacia el uso de fuentes renovables. Estas fuentes de energía renovables reducen la contaminación ambiental, contribuyendo al desarrollo sustentable y evitando el calentamiento de la Tierra ya que sus emisiones de GEI suelen ser muy bajas.

## 1.4 HUELLA DE CARBONO

La Huella de Carbono (HC) es un concepto que nació en Europa y que procura calcular el impacto que tiene la producción de bienes y servicios sobre el Ambiente. Se trata de un indicador ambiental que expresa la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten a la atmósfera por acción directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto.

Actualmente y basados en la problemática ambiental relacionada con el Cambio Climático y el Calentamiento Global, algunos mercados, especialmente Estados Unidos y Europa, han comenzado a solicitar e incluir eco-etiquetas con la Huella de Carbono y otros indicadores ambientales con el fin de que los consumidores tengan a disposición la información. Se han desarrollado metodologías que permiten realizar el cálculo y la comunicación de la Huella de Carbono a nivel internacional.

Aunque por el momento voluntarias, en el mediano o largo plazo podrían convertirse en mandatorios siendo que en algunos países se prioriza que cierta información, por ejemplo, sobre la huella de carbono, se encuentre a disposición de los consumidores y, como consecuencia, se convierte en un requisito obligatorio (de parte de gobiernos o de empresas) para el acceso a esos mercados.

Desde este punto de vista, un producto con una HC alta sería menos amigable con el ambiente que uno de baja HC y podría dirigir al consumidor a optar por el segundo producto pensando en que está tomando una decisión que impacta positivamente sobre el Cambio Climático o el Calentamiento Global.

Las empresas tendrán que tomar decisiones acerca de dónde y cómo van a reducir sus emisiones de carbono. Para ello es necesario inventariar las emisiones de gases de efecto invernadero y evaluar la naturaleza de dichas emisiones.

El cálculo de la huella de carbono es el primer paso en la gestión del carbono ya que permite medir la línea de base sobre la cual realizar mejoras.

El análisis asociado a la huella de carbono permite identificar las principales fuentes de emisión a lo largo de la cadena productiva o del ciclo de vida del producto y sirve para el desarrollo de estrategias y proyectos para reducir y mitigar dichas emisiones.

La huella de carbono hoy en día no es sólo una cuestión medioambiental, también afecta a la competitividad e incluso a la sustentabilidad de las empresas. La HC se puede convertir en uno de los instrumentos de los países importadores para seleccionar a sus proveedores, es por ello que las economías regionales orientadas a la exportación de sus productos hacia países desarrollados deben comenzar a abordar esta temática.

El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero es un mecanismo de trazabilidad aplicable desde la extracción de la materia prima hasta el producto final, incluyendo las etapas intermedias de producción y distribución, lo que permite analizar los puntos susceptibles de reducción de emisiones de carbono y sirve de soporte para la toma de decisiones ambientalmente más responsables.

## 1.5 METODOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

Actualmente se encuentran disponibles guías metodológicas, que sirven para orientar a ciudades, empresas, universidades y personas a realizar el cálculo de su huella de carbono. Es muy importante además del seguimiento de una metodología reconocida, lograr datos de calidad demostrable para cada proceso.

Existen varias metodologías para el cálculo de la huella de carbono, tanto de productos como de organizaciones. A continuación, se mencionan algunas normas y metodologías de mayor reconocimiento internacional, aunque se resalta que existen muchas otras iniciativas privadas.

- Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol). Desarrollado por World Resources Institute (WRI - Instituto de Recursos Mundiales) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD - Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) en conjunto con empresas y organizaciones no gubernamentales. Con un enfoque corporativo, este Protocolo busca cuantificar las emisiones y, al mismo tiempo, reducir los costos de los inventarios de GEI en las empresas, aumentar la consistencia, transparencia y comprensión de la información reportada, garantizar que el inventario represente fielmente las emisiones de la compañía. Es uno de los protocolos más utilizados a escala internacional para cuantificar y gestionar las emisiones de GEI.

- Dentro de la familia ISO 14000 se resaltan las siguientes normas vinculadas con la cuantificación y monitoreo de gases de efecto invernadero: ISO 14064 Desarrollada acuerdo con el GHG Protocol en 2006 la norma que se estructura en 3 partes. La que sería de aplicación para este caso es la ISO 14064-1 que especifica los principios y requisitos, a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI. Las otras partes de esta norma se dirigen, por un lado, a proyectos sobre GEI específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la remoción de GEI (ISO 14064-2) y, por otro lado, a la validación y la verificación de los GEI declarados (ISO 14064-3).

- IPCC 2006 GHG Workbook. Una completa guía para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes y sectores, y que incluye una detallada lista de factores de emisión. Esta guía se creó con el fin de servir de orientación para cuantificar las emisiones de



GEI de los inventarios nacionales, pero puede ser de gran utilidad a la hora de calcular la huella de carbono de las organizaciones. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización.

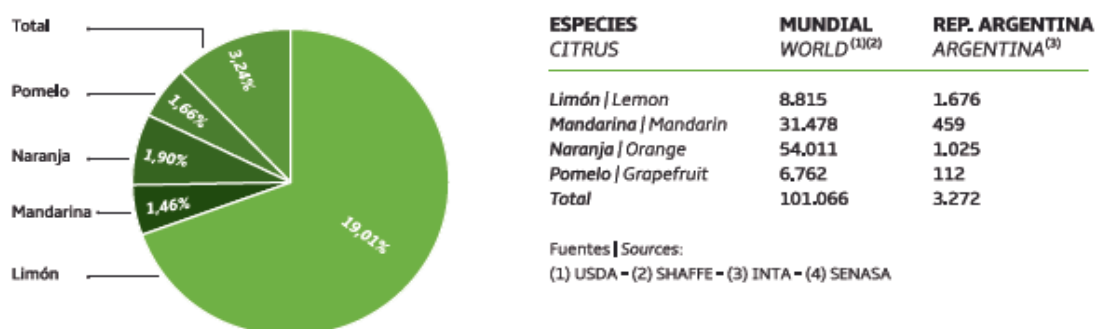
- Indicadores GRI (Global Reporting Initiative). Iniciativa internacional en la que participan entidades de diversos ámbitos, incluyendo empresas, gobiernos y diferentes organizaciones civiles. Su objetivo es establecer un marco de trabajo común a nivel mundial, con un lenguaje uniforme y parámetros comunes que sirvan para comunicar de una forma clara y transparente las cuestiones relacionadas con la sustentabilidad a través de las denominadas Memorias de Sustentabilidad. Las mencionadas Memorias comprenden información de diversa índole entre la que se encuentran los Indicadores de desempeño: indicadores que permiten disponer de información comparable respecto al desempeño económico, ambiental y social de la organización.

Considerando que la agroindustria citrícola es uno de los principales componentes de la exportación de fruta fresca y sus derivados industriales de la Argentina (Senasa, 2013); un análisis de emisiones para la actividad citrícola cobra relevancia, el aporte ambiental de esta tesis se basa en conocer la generación real de gases de efecto invernadero expresadas en toneladas de Dióxido de Carbono equivalente que genera la actividad de producción, confección y exportación de limón como Fruta Fresca desde Tucumán en Argentina, hacia la Unión Europea. Para ello se utilizará metodología internacional reconocida como los lineamientos de Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard; se recolectarán datos confiables de la actividad y en base a los cálculos realizados y los resultados obtenidos; se elaborará un plan de gestión que procure reducir las emisiones de estos gases para los procesos analizados.

## 1.6 ACTIVIDAD CITRÍCOLA

### 1.6.1 EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Para dimensionar la importancia de la producción de frutas cítricas en el mundo, es importante destacar que en el año 2017 la producción de limón de la República Argentina representó el 19.1% de la producción mundial.



**Ilustración 2: Producción y exportación de frutas cítricas frescas, mundial y de la República Argentina – (en miles de toneladas) - Año 2017**

En la siguiente tabla se puede dimensionar la importancia del cultivo de limón en cuanto a la superficie plantada de cítricos, es la mayor de todo el país.

PROVINCIAS PROVINCE	NARANJA ORANGE	MANDARINA MANDARIN	LIMÓN LEMON	POMELO GRAPEFRUIT	OTROS OTHERS	TOTAL TOTAL
FORMOSA	105	0	221	1.054		1.380
CHACO (A)	90	60	170	241	42	603
BUENOS AIRES (B)	1.468	59	76	46	0	1.649
CATAMARCA	350	434	41	66	0	891
ENTRE RÍOS (2)	19.650	15.343	614	779	0	36.386
CORRIENTES	13.851	8.486	2.694	477		25.508
MISIONES	1.889	2.966	786	230	327	6.198
JUJUY	4.545	1.663	1.834	242	0	8.284
SALTA	3.438	170	8.009	1.615	128	13.360
TUCUMÁN (C)	1.250	350	39.180	100	50	40.930
OTRAS PROVINCIAS (3)	178	15	119	0	0	312
<b>TOTAL</b>	<b>46.814</b>	<b>29.546</b>	<b>53.744</b>	<b>4.850</b>	<b>547</b>	<b>135.501</b>

Fuente: Informes regionales INTA

**Tabla 2: Extensión del cultivo – Superficie plantada de frutales cítricos en la República Argentina (ha) – Año 2017**

#### Importancia a nivel nacional

En el siguiente cuadro puede observarse la importancia del Citrus en Argentina dado que es el principal grupo de frutas producido en volumen en el país.

Grupos de especies	
Frutas cítricas (Naranja, mandarina, pomelo, limón)	3273
Frutas de pepita (Manzana, pera)	1300
Duraznos, ciruelas, pelones y cerezas	450
Berries: Arándanos, frutillas y frambuesas	62
Uvas de mesa	30

Fuente: Informes regionales INTA

**Tabla 3: Estimación de la producción de los principales grupos de frutas de la República Argentina (Año 2017) – Estimado en miles de toneladas**

Producción de Fruta Cítrica

A continuación, puede observarse la evolución en Toneladas de la producción de los distintos cítricos en Argentina desde 2008 - 2017

	Naranja	Mandarina	<b>Limón</b>	Pomelo	Total
2.008	942.541	410.630	1.362.190	243.695	2.959.056
2.009	898.732	401.543	1.425.529	237.479	2.959.056
2.010	833.486	423.737	1.113.375	188.820	2.559.418
2.011	1.130.074	554.640	1.756.351	172.382	3.613.447
2.012	933.526	373.970	1.456.069	132.196	2.895.761
2.013	859.752	364.883	1.485.963	113.549	2.824.147
2.014	1.022.276	486.630	953.890	130.786	2.593.582
2.015	1.001.309	491.384	1.561.606	130.382	3.184.681
2.016	1.032.446	468.272	1.678.337	102.259	3.281.320
2.017	1.024.918	459.665	1.675.851	112.337	3.272.771

Fuente: Informes regionales INTA

**Tabla 4: Producción de frutas cítricas frescas en Argentina (en toneladas - Período 2008/2017)**

## Localización de la producción por región – Año 2017

En la república Argentina el 62% de la producción cítrica se localiza en el Noroeste Argentino (Tucumán, Salta, Jujuy, Catamarca); mientras que el 38% restante en el Noreste Argentino (Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Buenos Aires).

## Influencia Regional

PROVINCIA PROVINCIA	LIMÓN LEMON	MANDARINA MANDARIN	NARANJA ORANGE	POMELO GRAPEFRUIT	TOTAL TOTAL
 Tucumán	1.300.000	7.100	39.180	4.300	<b>1.350.580</b>
 Salta	240.270	2.550	85.950	52.290	<b>381.060</b>
 Jujuy	47.000	35.000	162.000	15.00	<b>259.000</b>
 Catamarca	2.050	12.152	10.850	2.772	<b>27.824</b>
 Entre Ríos	16.200	202.948	365.848	5.000	<b>599.996</b>
 Corrientes	60.615	179.903	306.107	10.208	<b>556.833</b>
 Misiones	7.411	19.412	14.353	7.411	<b>48.587</b>
 Buenos Aires	1.200	600	40.000	600	<b>42.400</b>
 Formosa	1.105	0	630	14.756	<b>16.491</b>
 Chaco	s/d	s/d	S/D	S/D	<b>S/D</b>

Fuente: Federcitrus. Año 2017

**Tabla 5: Localización de la producción cítrica Argentina (por provincias y especies en ton.)**

## Destino de la producción

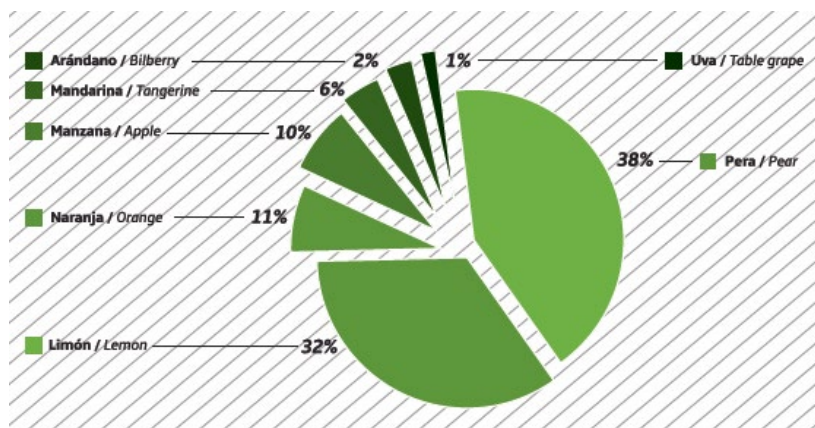
	Industria	Consumo Interno	Exportación en fresco	Total Bruto
<b>Pomelo</b>	66.028	25.395	600	95.486
<b>Mandarina</b>	76.721	240.560	40.631	390.715
<b>Naranja</b>	240.014	487.792	76.857	871.180
<b>Limón</b>	1.110.141	120.846	24.3762	1.474.131
<b>Total</b>	1.492.904	874.593	361.850	2.832.131

Fuente: SENASA – FEDERCITRUS - Año 2017

**Tabla 6: Destino de la producción de frutas cítricas frescas en la Rep. Argentina (en toneladas)**

## Mercado Externo

En el siguiente gráfico puede observarse que el limón representó la segunda fruta más exportada por Argentina en el año 2017.



Fuente: SENASA - Año 2017

### **Ilustración 3: Principales exportaciones de frutas frescas de la Rep. Argentina**

En la siguiente tabla puede observarse la evolución en los últimos años de las cantidades exportadas de limón por la República Argentina.

Año	Limón	Mandarina	Naranja	Pomelo	Total
2.007	358.526	99.239	198.351	29.187	685.303
2.008	395.791	91.995	133.849	32.378	654.013
2.009	253.976	114.345	142.016	17.721	528.058
2.010	259.831	119.867	161.784	10.999	552.481
2.011	244.105	118.302	129.518	10.484	502.409
2.012	272.450	95.565	83.673	2.606	454.294
2.013	282.719	88.652	79.773	1.536	452.680
2.014	153.445	90.020	75.172	1.054	319.691
2.015	185.264	53.488	70.247	460	309.459
2.016	279.543	47.243	64.751	567	392.104
2.017	235.254	40.461	78.972	708	355.395

Fuente: SENASA

Tabla 7: Exportaciones Argentinas de frutas frescas años 2007 – 2017 (en toneladas)

En la siguiente tabla puede observarse la importancia sector cítrico (fruta fresca, jugos, aceite y cáscara) tanto para mercado interno como externo.

Producto	Mercado Interno	Exportación	Total
<b>Fruta Fresca</b>	378	319	697
Jugos concentrados	33	167	200
Aceites esenciales	-	201	201
Cáscara	-	80	80

Fuente: Federcitrus 2018

**Tabla 8: Valor de la producción del sector cítrico argentino (en millones de U\$s)  
- Año 2017**

## 1.6.2 EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

La citricultura comercial en Tucumán se inicia a principios del siglo pasado. Luego de un largo y fructífero camino Argentina se convirtió en el mayor productor mundial de limones, siendo Tucumán responsable de más del 80% de la producción nacional.

### Resultados productivos

En los últimos 20 años, la producción de limones se duplicó en el país. En cuanto a los destinos de las exportaciones, Europa y Rusia receptan más del 80% de fruta fresca. Sin embargo, en los últimos 5 años, muchas empresas comenzaron a diversificar más sus ventas dentro de la misma Unión Europea, en Europa Central y en el Mediterráneo. Asimismo, se incrementaron las ventas a Canadá, Medio Oriente y algunos puntos de Asia. La apertura de nuevos mercados y el mantenimiento de los actuales constituyen una herramienta clave en la sustentabilidad de la actividad. Con un marcado incremento de los costos que acompaña este proceso inflacionario, la exportación de fruta fresca generará las divisas necesarias para mantener la competitividad.

A continuación, puede observarse la importancia de la exportación del limón como fruta fresca, situándose en la primera posición de los productos exportados por la provincia de Tucumán, de acuerdo a los datos del Ministerio de Hacienda de la Nación publicados en Julio 2018

Nº	Principales 10 productos	Cadena de Valor	Exportaciones			Var. % i. a.	Part. % Total Nac.
			Millones US\$ FOB	Part. %	Part. Acum %		
1	Limón	Cítricos	182,5	17,6	17,6	-23,8	73,3
2	Aceite esencial de limón	Cítricos	161,4	15,6	33,2	7,3	84,4
3	Jugo de agrios sin fermentar	Cítricos	127,5	12,3	45,5	-13,3	79,1
4	Partes de Cajas de cambio	Automotriz	101,6	9,8	55,3	73,6	76,1
5	Materias y desperdicios vegetales p/alim. animal	Cítricos	71,6	6,9	62,2	-3,7	89,7
6	Partes de ejes para vehículos	Automotriz	51,3	5,0	67,2	41,0	88,3
7	Azúcar de caña o remolacha y sacarosa químicamente	Azúcar	45,5	4,4	71,6	-6,2	51,4
8	Maíz	Cerealera	42,8	4,1	75,7	-7,5	1,1
9	Arándano	Otras frutas	39,8	3,8	79,5	-9,1	39,8
10	Azúcar de caña en bruto	Azúcar	35,7	3,4	83,0	-67,8	65,1
Resto			176,3	17,0	100	-	-
Total Provincial			1.036,0	100	-	-8,0	1,8

Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro) con base INDEC (Informes productivos Provinciales, Tucumán, Min. de Hacienda, Presidencia de la Nación)

**Tabla 9: Principales 10 productos exportados desde Tucumán - Año 2017**

En la siguiente tabla se puede observar como segunda actividad productiva más importante de la provincia de Tucumán a la producción de Limón en los últimos años

Producto	UM	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Part. % Total Nac. (*)	Fuente
Soja	miles de tn	836	876	804	763	744	735	343	272	416	414	658	491	0,8	MinAgro
Tabaco	miles de tn	9	4	6	7	6	6	6	6	6	6	5	7	5,3	MinAgro
Poroto	miles de tn	21	18	15	22	13	13	7	5	11	21	15	18	2,7	MinAgro
Limón	miles de tn	1.316	1.328	1.181	1.207	936	1.440	1.275	1.306	699	1.233	1.351	1.300	41,7	FederCitrus
Mandarina	miles de tn	8	9	7	9	7	7	8	7	7	7	7	7	1,5	FederCitrus
Naranja	miles de tn	55	50	38	35	28	35	38	35	35	35	39	39	3,4	FederCitrus
Pomelo	miles de tn	9	8	4	6	5	4	5	4	4	4	4	4	3,8	FederCitrus
Azúcares blancos y crudos	miles de tn	1.525	1.279	1.410	1.354	1.185	1.200	1.289	1.078	1.309	1.258	1.363	s/d	64,9	CAA
Pasta para papel	miles de tn	56	56	64	140	32	45	50	47	53	51	s/d	s/d	5,4	MinAgro
Papel	miles de tn	107	98	85	156	114	87	85	83	88	101	s/d	s/d	6,5	MinAgro
Ocupación hotelera (**)	miles de pernотaciones	414	396	392	363	422	398	380	435	560	555	665	608	1,2	INDEC

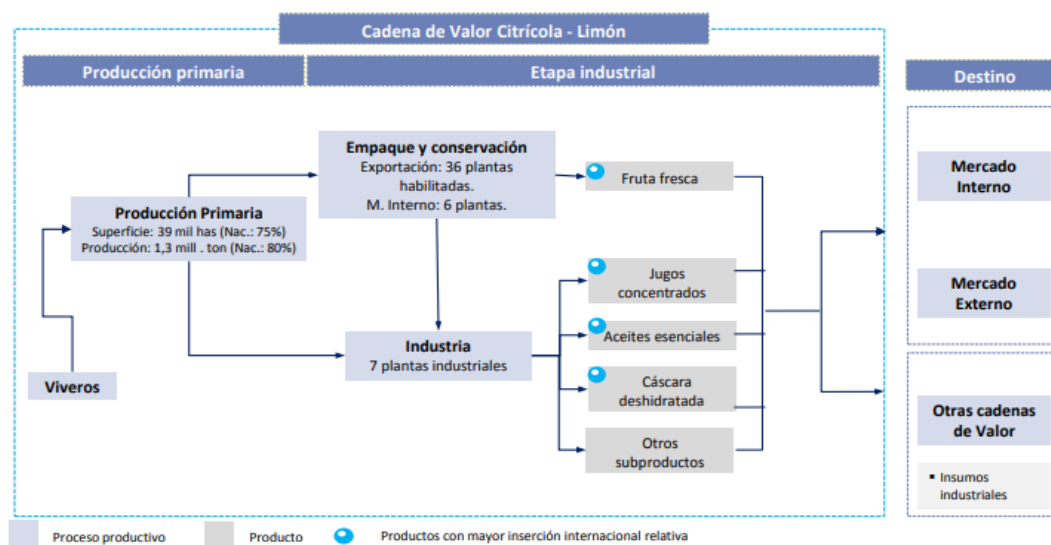
(\*) La participación corresponde al último año para el que se presentan datos.

(\*\*) Los datos pertenecen a la Ciudad de Tucumán.

Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro); Informes productivos Provinciales, Tucumán, Min. de Hacienda, Presidencia de la Nación.

**Tabla 10: Indicadores de Producción de Tucumán. Años 2006 - 2017**

A continuación, se presenta un esquema de la cadena citrícola en Tucumán, desde la producción hasta la exportación de sus productos.



Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro) con base Federcitrus; Informes productivos Provinciales, Tucumán, Min. de Hacienda, Presidencia de la Nación.

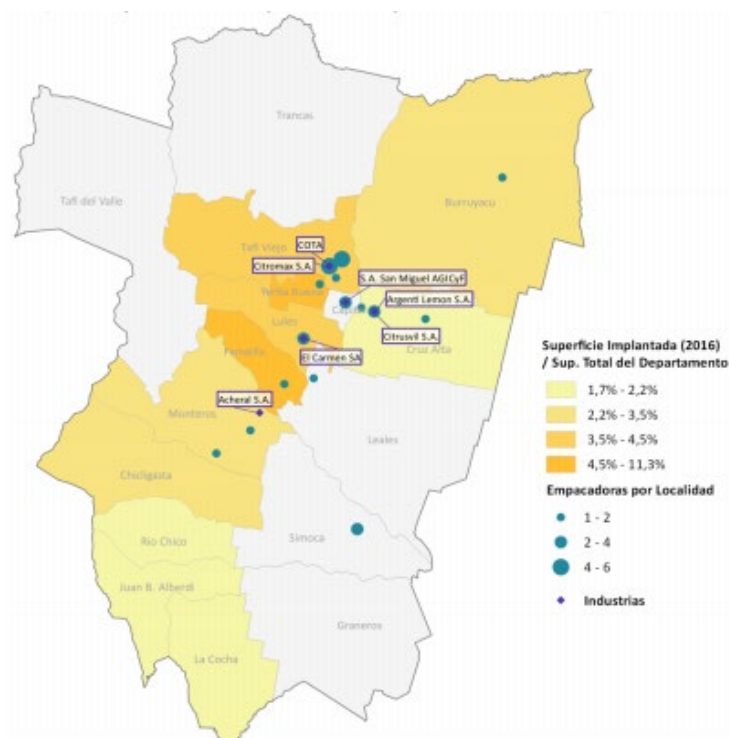
#### **Ilustración 4: Esquema de la cadena citrícola de limón en Tucumán**

##### Configuración territorial

- Tucumán es la mayor provincia productora del país. La citricultura es una de las actividades de más larga tradición. Originalmente, el cultivo estuvo asociado a la naranja con una producción íntegramente destinada al mercado interno.
- Desde fines de la década del '60 y principios de los '70, comienza su especialización en la producción del limón con una fuerte orientación exportadora.
- El área de cultivo se extendió rápidamente en la provincia desplazando parte de la superficie azucarera.



- Se distribuye en once departamentos, desde Burruyacú (noreste) hasta la cocha (sur). Dadas las características agroecológicas cuenta con una productividad superior al resto del país, el área coincide en su mayor parte con la región agroecológica del pedemonte y, en menor medida de la llanura Chacopampeana.
- La actividad industrial se localiza cerca de la actividad primaria.



Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro) con base Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres”; Informes productivos Provinciales, Tucumán, Min. de Hacienda, Presidencia de la Nación.

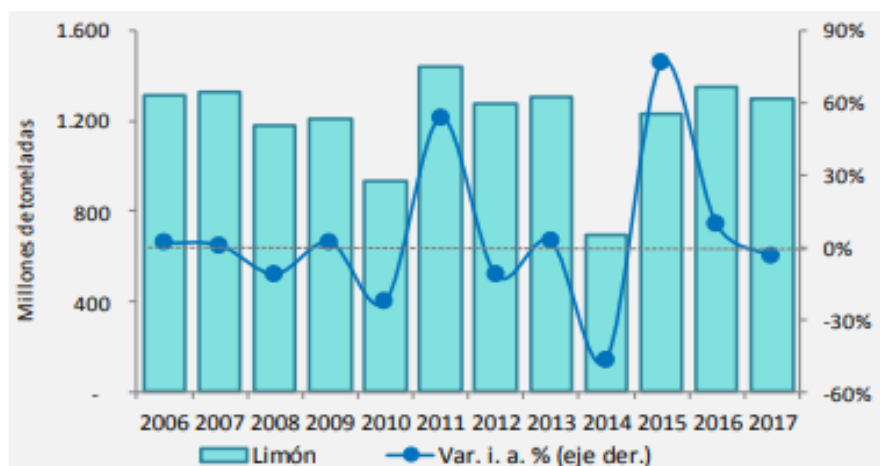
**Ilustración 5: Distribución geográfica de la producción de limón (Ratio sup. Sembrada / Sup. Total del departamento).**

Nivel de Actividad

- La actividad citrícola, principalmente el limón, es la segunda actividad productiva en Tucumán luego del azúcar.
- Tucumán es la mayor provincia productora del país. Posee 39.000 ha sembradas (75% de la sup. nacional) con una producción de 1.3 millones de toneladas (80%

de la producción Nacional). El rinde promedio a nivel nacional es de 30 Tn/ha donde las mejores plantaciones pueden superar las 60 Tn/ha.

- Entre 2006 y 2016, la superficie plantada y la producción aumentaron 12% y 1%, respectivamente. Las variaciones en los volúmenes de producción están asociados a factores climáticos.

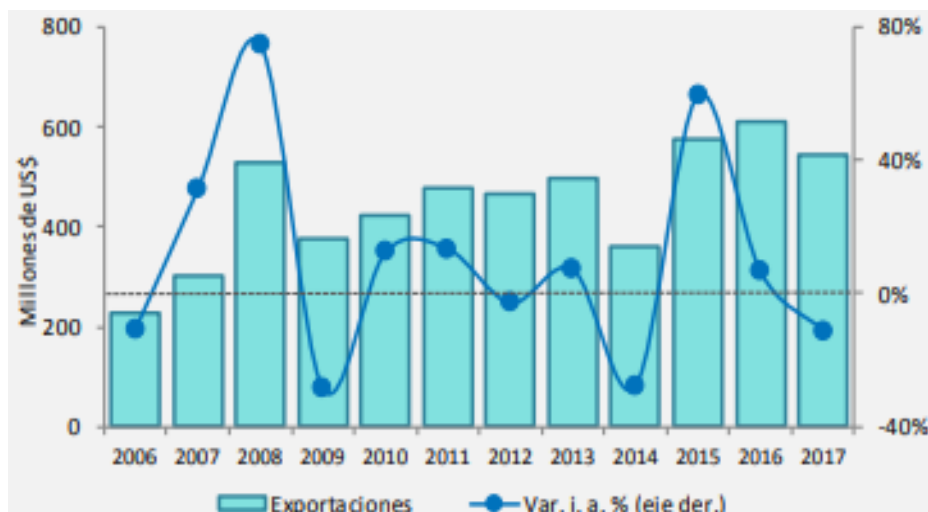


Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro) con base Federcitrus; Informes productivos Provinciales, Tucumán, Min. de Hacienda, Presidencia de la Nación.

#### **Ilustración 6: Producción de limón en Tucumán 2006-2017 (Toneladas y var. %)**

##### Exportaciones

- El complejo limonero posee una marcada orientación exportadora representando en 2017 el 52% del valor de las exportaciones de la provincia con 543 millones de dólares.
- El principal producto exportado es el limón en fresco (33%), seguido por el aceite esencial (30%), el jugo concentrado (23%) y cáscara deshidratada (13%).
- Los principales mercados de destino fueron, para el limón en fresco: España (18%), Rusia (17%) e Italia (14%); para el aceite: Estados Unidos (63%) e Irlanda (18%); para el jugo concentrado: Estados Unidos (36%), Alemania (15%) y Países Bajos (13%). En el caso de la cáscara deshidratada la UE concentra más del 70% de las ventas externas.



Fuente: Subsecretaría de Programación Microeconómica (SSPMicro) con base Indec; Informes productivos Provinciales, Tucumán, Min. de Hacienda, Presidencia de la Nación

### **Ilustración 7: Exportaciones provinciales de limón y subproductos (millones de dólares y var. %)**

#### Empleo:

- Cuanto mayor es el perfil tecnológico, mayores son los requerimientos de mano de obra. Los perfiles bajo (20% de las hectáreas) poseen un requerimiento de 29,9 jornales/hectáreas/año; los medios (28% de las hectáreas) requieren 43,7 jornales/hectáreas/año; y los altos (52% de las hectáreas) demandan 83,6 jornales/hectáreas/año.
- Las 6 más grandes empresas que integran el nivel alto, con la mayoría de las tareas mecanizadas, absorben gran cantidad de mano de obra durante la cosecha.
- Los cosecheros se encuentran incorporados a la Ley de Contrato de Trabajo que les otorga los mismos derechos que los trabajadores permanentes y una relativa estabilidad, debido a que asegura la convocatoria al inicio de cada ciclo.

#### Principales agentes

- Luego de un proceso de concentración de la tierra y desaparición de los pequeños productores, los productores medianos (de 50 a 300 has.) y grandes (más de 300 has.) dan cuenta de alrededor del 90% de la producción provincial.

- El complejo agroindustrial limonero se articula en torno a grandes empresas integradas verticalmente (producen, empaacan, industrializan y exportan). 4 empresas aportan más de la mitad de la producción de limones de Tucumán, cuentan con más del 50% de la superficie plantada y son proveedoras de algunos insumos. Poseen los empaques de mayor capacidad y mayor nivel tecnológico. 7 plantas industriales procesan el 70% de la producción. Existen 36 plantas de empaques habilitados para la exportación y 6 para mercado interno.

### Políticas Públicas

Programa Nacional de Sanidad Citrícola impulsado por SENASA.

- Programa de Certificación Nacional de Cítricos bajo el control de INASE (semilla fiscalizada).
- Programa Nacional de Prevención del Huanglongbing (HLB) impulsado por MAGyP.
- Programa de Exportación de Cítricos a Rusia: referido a nuevas exigencias en cuanto a principios activos y límites máximos de residuos exigidos por la Federación Rusa (AFINOA).
- Política arancelaria: Reintegros: 5% para la fruta fresca en envases inferiores a 16 kg; 4,05% para la fruta fresca en envases superiores a 16 kg e inferiores a 20 kg; 3,5% para la fruta fresca a granel; 5% sobre el valor FOB en jugos turbios y del 6% para los clarificados; 4% para los aceites esenciales.
- Programa de Fortalecimiento para las Economías Regionales. Competitividad, sanidad y capital de trabajo.
- Programa Mas Frutas y Verduras. Programa de estímulo del consumo.
- Sello “Alimentos Argentinos Una Elección Natural”: protocolo de calidad para el limón fresco se oficializó mediante Resolución SAGyP N°: 371/2015. Reintegros a la exportación para las empresas certificadas del 0,5%.

## 1.7 BENCHMARKING DE EMISIONES DE LA ACTIVIDAD DE CONFECCIÓN DE LIMÓN FRESCO

El benchmarking es un punto de referencia sobre el cual las empresas comparan algunas de sus áreas. Consiste en tomar como referencia a los mejores, los líderes o los competidores más fuertes del mercado y adaptar sus métodos, sus estrategias, dentro de la legalidad.

La huella de carbono como estrategia de gestión y comunicación ha crecido rápidamente en todo el mundo, y ya se extiende a todos los continentes. Específicamente en el sector de Frutícola, las primeras experiencias de cálculo y reporte de la huella de carbono se remontan al año 2006. Algunos casos más destacados del sector frutícola - tanto países como empresas - que han avanzado en esta materia son:

- Industria Frutícola de Sudáfrica

Los exportadores de frutas de Sudáfrica, coordinados por Deciduous Fruit Producers Trust, miden desde 2008 la huella de carbono de la industria frutícola para analizar su posicionamiento en el mercado internacional y tener un benchmark con otros productores y exportadores. Esta iniciativa fue impulsada y apoyada por el gobierno británico, que representa el principal mercado de exportación para las frutas de Sudáfrica.

A la fecha, las principales empresas del país han completado su evaluación en base al estándar británico PAS 2050. En general el empaque y la producción contribuyen más a la huella que el transporte marítimo hasta los mercados internacionales.

Huella de carbono (Kg CO<sub>2</sub>eq/ kg cosechado): 0,18

Huella de carbono (Kg CO<sub>2</sub>eq/ kg empacado): 0,30

- Industria Frutícola de Nueva Zelanda

La industria frutícola de Nueva Zelanda realizó un mapeo de la huella de carbono de las frutas exportadas desde Nueva Zelanda hacia los destinos de América del Norte, Asia y Europa. Además, han desarrollado sistemas de certificación “Carbon Zero” para distintos sectores y productos alimenticios.

- Industria Frutícola de Chile

El tema en Chile ya es parte de la agenda de sectores exportadores. La Asociación de Exportadores de Chile encabezó los estudios para medir la huella de carbono de frutas de exportación, en colaboración con ProChile y el Ministerio de Agricultura y también para determinar medidas a adoptarse para reducir brechas en materia de cambio climático y sustentabilidad. Desarrollaron una herramienta que permite a los exportadores calcular su huella de carbono. Productores y exportadores de frutas Desarrollar estudios en sectores exportadores de Chile participan en misiones sobre estrategias para disminuir la Huella de Carbono en sistemas productivos frutícolas en Alemania y Francia.

- Industria Citrícola de Brasil

La Asociación Nacional de Exportadores de Jugos Cítricos de Brasil ha calculado una huella de carbono de jugos producidos y exportados por empresas miembro de la Asociación (Cutrale, Citrosuco, Citrovida y Louis Dreyfus) distribuidos hasta los puertos de Ghent (Bélgica) y Rotterdam (Holanda) utilizando los estándares del GHG Protocol e ISO 14040/44.

- Industria Citrícola Italia:

Basado en el paper publicado por una revista italiana realizada por profesionales de diversas universidades, concluyen que, para 1 kg de limón producido de manera convencional hasta su cosecha, la huella de carbono es 0,12 Kg CO<sub>2</sub> eq.

	Systems			
	Conventional lemon	Organic lemon	Conventional orange	Organic orange
Yield (kg ha <sup>-1</sup> )	1,440,973	1,292,375	1,345,375	1,160,900
Total energy input (MJ kg citrus <sup>-1</sup> )	2.85	2.10	2.87	2.38
Production costs (€ kg citrus <sup>-1</sup> )	0.13	0.14	0.11	0.11
GWP (kg CO <sub>2</sub> eq kg citrus <sup>-1</sup> )	0.12	0.04	0.13	0.04

Fuente: Evaluación de la sostenibilidad de la producción de limón y naranja en Sicilia, un análisis energético, económico y ambiental; de la revista de gestión ambiental, 2013

**Tabla 11: Consumo de energía, costos de producción y evaluación de impacto de la Global, Potencial de calentamiento (GWP) referido a 1 kg de cultivo frutal para cada sistema de producción examinado.**

- Sector Retail en el mundo:

Las grandes cadenas de supermercados ya calculan y reportan la huella de carbono de los alimentos de marca blanca que venden en sus góndolas y además requieren a sus proveedores informar la huella de carbono de sus productos, empezando por algunas familias de productos con la finalidad de incluir todos. Tal es el caso de supermercados en Francia (como Casino y L'eclerc), en Inglaterra (Tesco), en Suiza (Migros), en Estados Unidos (Walmart, pero el objetivo se aplicará a todos los países donde opere Walmart).

## 2 - OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es el desarrollo de un plan de gestión ambiental para la actividad de producción y exportación de limón como fruta fresca, basado en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

### **Objetivos específicos:**

- Identificar y recopilar los datos de la actividad citrícola necesarios para la cuantificación de la huella de carbono generada por la producción, procesamiento y exportación del limón como fruta fresca en un empaque en Tucumán.
- Definir un plan de gestión ambiental y proponer acciones de mitigación concretas, basada en la información obtenida sobre la huella de carbono, con el objeto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este trabajo se realizó en una empresa citrícola de Tucumán, recopilando los datos de la actividad durante un año completo abordando todas las etapas descriptas en el alcance del trabajo: Producción, procesamiento y exportación del limón.



## 2.1 METODOLOGÍA

En el presente trabajo se utilizaron guías metodológicas disponibles a nivel mundial, con el fin de cuantificar la huella de Carbono del proceso de producción, confección y exportación del limón producido en Tucumán, hacia los principales destinos europeos. Siendo esta una de las principales actividades productivas de la provincia, es necesario establecer además un plan de gestión para la reducción de las emisiones de Dióxido Carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ )<sup>1</sup> generadas, considerando las exigencias de los “consumidores” quienes son cada vez más conscientes sobre su responsabilidad en la preservación del medio ambiente y comienzan a basar sus decisiones de compra en cuestiones que van más allá del precio de un producto. Además, el innegable cambio climático, lleva a las sociedades a concebir al desarrollo sustentable como la única forma aceptable de producción, en la que se comienza a responsabilizar a las empresas de los impactos ambientales que cada una genera.

Ante este escenario, y debido a la ubicación geográfica desfavorable en la que se encuentra nuestro país con respecto al principal mercado para la venta de fruta fresca (la Unión Europea), a menos que se desarrollen estrategias de mitigación del cambio climático confiables por parte de las empresas tucumanas, el actual sistema productivo se encontrará en un futuro no muy lejano en una situación desfavorable en términos de “Huella de Carbono” con respecto a sus principales competidores (Sudáfrica y Turquía).

En la primera parte de este trabajo se recopilaron los datos de la actividad que permitieron cuantificar la **huella de carbono** generada por la producción, transporte, confección y exportación del limón en un empaque de frutas cítricas en Tucumán, provincia que realiza la mayor exportación de limón de Argentina y es uno de los principales productores a nivel mundial.

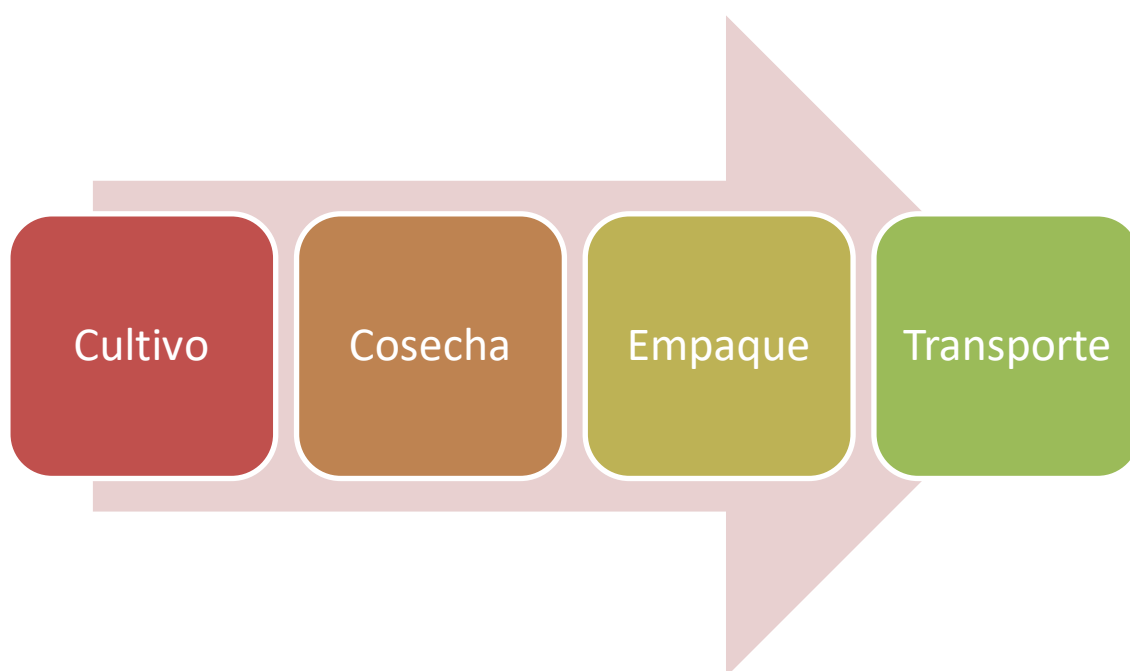
Para llegar a establecer la herramienta de cálculo adecuada a la actividad cítrica objeto de esta investigación:

---

<sup>1</sup> Dióxido Carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ ): es la cantidad de emisiones de  $\text{CO}_2$  que causarían el mismo forzamiento radiativo que la cantidad emitida de un gas de efecto invernadero.

a) Se definieron los límites organizacionales: se tomaron consideración para su consolidación las emisiones de GEIs<sup>2</sup> (Gases de Efecto Invernadero) asociadas a la producción y comercialización del limón, a nivel de cada instalación vinculada a la operación del negocio, incorporando todas las emisiones de GEIs cuantificadas en las instalaciones sobre las que tiene control operacional o financiero (fincas y empaque).

b) Se definieron los límites operativos del proceso: esta etapa considerará la identificación del proceso productivo. Luego, para cada etapa del proceso se identificaron las emisiones de GEIs asociadas a las operaciones en cada instalación o unidad productiva.



**Ilustración 8: Etapas del proceso analizadas**

---

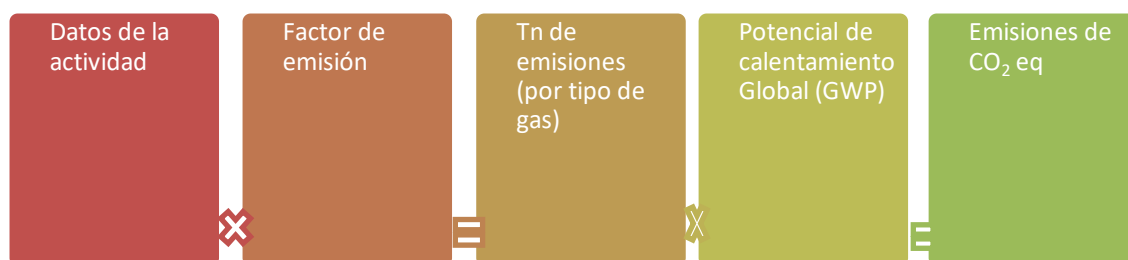
<sup>2</sup> GEIs: Gases de Efecto Invernadero: Los seis principales, adoptados por consenso en el protocolo de Kyoto, son: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>); Metano (CH<sub>4</sub>); Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC's), Perfluorocarbonos (PFC's) y Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>).

c) Se recolectaron los datos de la actividad en la empresa citrícola elegida, para que sean la base de un enfoque de cálculo consistente en multiplicar los datos de la actividad (por ejemplo: registros de uso de combustible, registros de consumos de fertilizantes, etc.) por el factor de emisión apropiado y convertir dicho nivel de actividad en emisiones de GEIs asociadas. La información recabada garantiza datos de calidad, esto quiere decir, transparentes, accesibles y comparables. Éstos datos fueron procesados por una empresa consultora quien se encargó de entregar las emisiones de CO<sub>2</sub>eq, luego de procesarlos en un sistema informático basado en el GHG Protocol.

Para calcular las emisiones de GEI para cada fuente de emisión se multiplicaron los datos de actividad por su correspondiente factor de emisión.

De esta manera se obtuvieron las emisiones de cada fuente, expresada en toneladas de cada tipo de GEI – toneladas de CO<sub>2</sub>, toneladas de CH<sub>4</sub> y toneladas de N<sub>2</sub>O.

Para poder calcular las emisiones totales en unidades de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub> equivalente) se deben utilizar los valores de GWP<sup>3</sup> (Global Warming Power) para cada tipo de GEI.



### Ilustración 9: Esquema de cálculo de emisiones

<sup>3</sup> Global Warming Power (GWP): Potencial de Calentamiento Global: Medida de cuanto contribuyen los gases de efecto invernadero al calentamiento

d) Una vez obtenidos los datos de las emisiones de GEIs asociadas al proceso, fue posible elaborar un Plan de Gestión para la reducción de la Huella de Carbono y establecer medidas para la mitigación de las emisiones de GEIs, contribuyendo en la lucha contra el cambio climático. El hecho de poseer la contabilidad del carbono emitido durante el proceso descrito, permitió tomar acciones que promueven la gestión sustentable de la empresa.

### 3. ANALISIS DE DATOS

#### 3.1 LA EMPRESA Y EL PROCESO

La compañía inició sus actividades en los años 70', como productora primaria de cítricos. En los años 80' agregó valor a su cadena de producción, incorporando los eslabones de empaque y la comercialización de fruta fresca con destino a mercados internacionales. Poco tiempo después llegaría a la exportación y el despegue de una empresa que fue una de las industrias pioneras, en la provincia de Tucumán.

Fundada por un empresario italiano, quién vio en Tucumán una oportunidad de crecimiento, y cuyo legado generó una cultura empresarial innovadora y líder a nivel regional, promoviendo como Grupo Empresario Agroindustrial, valores económicos, ambientales y sociales a sus colaboradores, proveedores y otros miembros de su comunidad.

Durante la década de 2000, alcanzó uno de los primeros puestos mundiales en el ranking de exportadores de limón, con más de cinco mil hectáreas de plantaciones de citrus, desde la década de 1990 -actualmente cuenta con siete mil quinientas-, la empresa llegó a ocupar el liderazgo internacional exclusivo en la capacidad de industrialización de esta fruta y exportación de sus diversos subproductos, a través de las dos fábricas instaladas en Cevil Pozo, provincia de Tucumán, que se transformaron en modelos mundiales con permanente innovación e incorporación de tecnología.

Actualmente es una marca líder a nivel mundial en producción cítrica, debido a la calidad de nuestros productos, a la gestión ambiental y a su compromiso social. Considerada entre las principales exportadoras e industrializadoras de limón del mundo, cuenta con dos empaques de Fruta Fresca.

La excelencia de sus productos comienza en sus viveros, con la misión de formar plantas de excelente calidad, sanidad garantizada y certeza varietal, características de las cuales dependerá su posterior adaptación, desarrollo, longevidad y su capacidad de exteriorizar todo el potencial productivo.

Cuenta con más de 7.000 ha. totales plantadas con limón, que proveen el 70% de la fruta que empaca o industrializa. Ubicadas en el piedemonte tucumano y distribuidas en 21 unidades productivas, las plantaciones se encuentran certificadas por los estándares GlobalGAP y GlobalGAP GRASP. Las Buenas Prácticas Agrícolas como la sistematización de los campos, el manejo adecuado de los suelos, la poda, el riego, la fertilización, los tratamientos fitosanitarios y el control de malezas son efectuadas por personal calificado y bajo estrictas normas de seguridad.



**Ilustración 10: Campo citrícola tucumano durante pulverización de agroquímicos**

La cosecha se realiza desde marzo a septiembre, partiendo de la correcta elección de los lotes en finca, para destinar la fruta a empaque o industria. Se cosechan aproximadamente 250.000 Tn/año y emplea más de 5 mil empleados (500 permanentes) entre profesionales, administrativos, personal de campo, empaque y fábrica; manteniendo una fuerte influencia económica y social en la región.

La empresa cuenta con dos unidades de empaque de fruta fresca, alcanzando una capacidad de 3.000.000 de cajas por campaña. Mediante técnicas apropiadas de maduración, líneas de pre-selección y empaque de última generación, los productos alcanzan excelentes condiciones de calidad, satisfaciendo los exigentes estándares de los mercados internacionales.



**Ilustración 11: Empaque de limón – Línea de embalado automático**

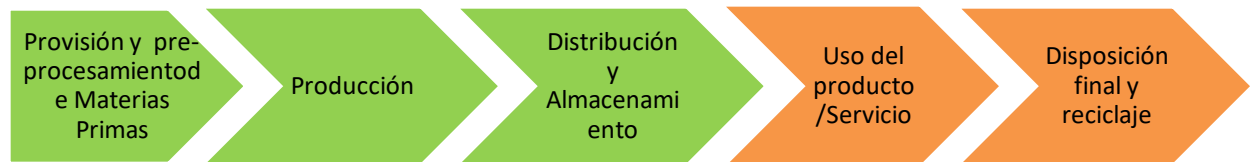
## 3.2 RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAMPO

Para la realización del cálculo de la huella de carbono de limón fresco para exportación producido en Tucumán en una gran empresa citrícola descrita en el punto anterior; utilizando el estándar del GHG Protocol para huella de carbono de productos, se recopilaron los datos de la actividad para cada etapa, información que sirvió para el cálculo de las emisiones de GEI asociadas con el cultivo, procesamiento y exportación a mercados internacionales, incluidas las etapas de abastecimiento de materias primas, cosecha y cultivo, procesamiento y distribución hasta los principales puertos de destino en el exterior. En base a ello se identifican oportunidades y se definen planes de acción de reducción de GEI. Los resultados de este estudio pueden contribuir a generar una ventaja competitiva al permitir una mejor planificación, aumentar la eficiencia, reducir costos y gestionar riesgos. También ayudará a la empresa a responder a la demanda de información ambiental de diferentes grupos de interés y mercados, facilitando la comunicación de los aspectos ambientales del producto.

La unidad de análisis de este estudio, también llamada unidad funcional, es un kilogramo de cítrico limón fresco, empacada para exportación y puesta en puerto de destino, incluyendo la producción primaria de la fruta, el procesamiento y empaque para exportación y la distribución hasta los principales puertos internacionales donde se comercializan.

A partir de la unidad funcional definida, se elabora el Mapa de Procesos que sirve de base para la realización del cálculo de la Huella de Carbono.

El limón objeto de este estudio se produce en el pedemonte Tucumano, así como todos los procesos, desde el cultivo de la fruta hasta el empaque. Se han utilizado valores promedio para el ciclo de producción, procesamiento y distribución de los cítricos, a partir de la información. Los límites del sistema bajo estudio se establecen según el enfoque “de la cuna a la puerta del comercializador”: desde la extracción de la materia prima, el procesamiento y empaque de la fruta para su exportación a mercados internacionales y su distribución hasta los puertos internacionales que constituyen los principales mercados de exportación de la empresa.



### **Ilustración 12: Alcance del estudio dentro del ciclo de vida del producto**

Los límites del sistema incluyen todos los procesos relevantes en la cadena de valor del limón bajo estudio:

- Provisión y pre-procesamiento de materias primas: abarca todas las prácticas y actividades agrícolas para la producción de fruta fresca, desde el vivero hasta la cosecha de la fruta, así como el transporte de la fruta cosechada desde campo hasta la planta empaque. Incluye además la producción y el transporte de los insumos y materias primas utilizadas para la producción de fruta, entre los cuales se destacan Sustrato, Fertilizantes, Fungicidas, Insecticidas, Herbicida y Gas Oil.
- Procesamiento y empaque de fruta fresca: incluye el procesamiento y empaque de la fruta fresca en la planta de empaque y los servicios secundarios correspondientes. Se incluye el transporte de todos los insumos utilizados para la etapa de empaque de la fruta (Cajas de cartón, Etiquetas, Papel sulfito, Papel ilustración, Pallets, Esquineros, Mallas, Hebillas, Bicarbonato de sodio, Hipoclorito, Detergente neutro, Gas para desverdizado, Adhesivo para cajas y Ceras) Además se incluyen las emisiones de GEI derivadas de la producción de los principales insumos utilizados en la etapa de empaque, considerando los más relevantes en términos de cantidad e impacto en las emisiones: Bicarbonato de sodio, Hipoclorito, Cajas de cartón, Etiquetas, Adhesivo, Pallets, Papel sulfito, Esquineros, Mallas, Hebillas.
- Distribución: incluye la distribución del limón fresco empacado y palletizado para su exportación, desde la planta de empaque hasta los principales puertos de despacho en



Argentina y desde estos puertos nacionales hacia los principales centros de distribución en puertos internacionales.



**Ilustración 13: Límites del sistema analizado**

La captura de CO<sub>2</sub> por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono (C). El componente de captura de carbono es especialmente relevante en las especies leñosas perennes, como los árboles de cítricos. Asimismo, en la región del NOA bajo estudio, el ciclo productivo de las plantaciones de cítricos supera los 20 años, lo que hace relevante estimar el componente de captura de la huella de carbono. Al finalizar su etapa de plena producción (entre los 20 y 40 años) son renovados por individuos jóvenes. Se estima que la plantación de cítricos se renueva un 20% todos los años. Se consideraron estas características, pero dado que el cálculo de captura de plantaciones de cítricos es una materia incipiente aún a nivel mundial y por tanto no existen tantos consensos metodológicos y de enfoques para su cálculo, como sí ocurre con el cálculo de las emisiones de GEI; no se emplearon estos datos para el estudio.

### 3.3 MAPA DEL PROCESO

Se define el Mapa de Proceso del limón fresco de exportación, que representa el ciclo de vida de la unidad funcional definida para el producto en estudio.

A partir del mapa de proceso de cada cítrico se identifican todos los flujos de materiales, actividades y procesos que contribuyen al ciclo de vida del producto. En la siguiente figura se detalla el diagrama de flujo de proceso de la producción y exportación de limón fresco, a modo de ejemplo, sintetizando los materiales, inputs y procesos que son necesarios en cada etapa de la cadena en estudio.



**Ilustración 14: Mapa del proceso**

Una vez definido el mapa de trabajo se recopilaron los datos de la actividad en cada etapa, los mismos fueron volcados en las planillas 1 a 5 que se adjuntan a continuación.

## Planilla N°1: Recopilación de datos: Etapa Vivero

ETAPA VIVIERO: Los datos a incluir corresponden al PROMEDIO ANUAL de combustible e insumos utilizados durante los 3 años de desarrollo de plantines en vivero. El indicador solicitado está referenciado a la unidad funcional del estudio, es decir, 1 kg de fruta fresca de exportación. Por lo tanto los datos a incluir corresponden al **promedio** de los insumos y combustibles utilizados durante los 3 años de esta etapa, necesarios para llegar a producir 1 kg de fruta fresca.

### I. Uso de combustibles

	lt/ kg fruta
Fuente	
Gas oil - Datos Empresa	0,00003508

### II. Uso de insumos

	Datos Empresa
Materias Primas	kg/ kg fruta
Fertilizantes	0,00010
Sustrato	0,0033
Fungicidas	0,0000

### III. Transporte de insumos hacia el Vivero

		Datos Empresa
	Tipo de transporte	Distancia promedio desde origen
Materias Primas		km
Fertilizantes	Carretero	50
Sustrato	Carretero	1100
Fungicidas	Carretero	50
Insecticidas	Carretero	0
Gas Oil	Carretero	5
Nafta	Carretero	0

## Planilla N°2: Recopilación de datos: Etapa Cultivo

ETAPA CULTIVO: Los datos a incluir corresponden al USO ANUAL de combustible e insumos durante la última campaña. Los datos solicitados están referenciados a las hectareas cultivadas para producir fruta fresca de exportación. NOTA: esta solapa representa la actividad y datos representativos de las siguientes años de desarrollo del cultivo, a partir del año 4. Se tomará el año 2016 como representativo de las prácticas, actividades y uso de insumos que se realizan en los años de madurez de los cultivos.

### I. Consumo de gas oil para preparacion del suelo, plantación y riego

Incluye la preparación del suelo - aunque la plantación sea manual- y la energía utilizada para el riego (sea gas oil o electricidad) en toda esta etapa.

	<b>Gas Oil</b>
	lt/ ha
Consumo de gasoil - Datos Empresa	98,8

Consumo de electricidad para riego, si corresponde (kwh/ha)	284,9
---	-------

### II. Fertilización con fertilizantes nitrogenados

	<b>Nitrógeno</b>
	kg/ha
Aplicación de Fertilizantes nitrogenados -Datos Empresa	189,0

### III. Aplicación de fitosanitarios

Se incluyen todos los fitosanitarios, insecticidas, fungicidas, herbicidas, aceites.

	<b>Fungicidas</b>
Fuente	kg/ha
Aplicación de Fitosanitarios - Datos Empresa	11,0

### V. Transporte de insumos hacia campos

	Tipo de transporte	Capacidad de vehículos	Origen
<b>Insumo</b>		Tn	Datos Empresa
Fertilizantes	Carretero	28,00	Buenos Aires
Fitosanitarios (incluye todos)	Carretero	28,00	Buenos Aires - Chile - Peru
Gas oil (litros)	Carretero	27,00	Buenos Aires

Planilla N°3: Recopilación de datos: Etapa Cosecha

ETAPA COSECHA: Los datos a incluir corresponden a datos de actividad promedio para lograr la cosecha de 1 hectárea de frutas en la campaña.

**i. Consumo de gas oil para cosecha**

	<b>Gas Oil</b>
	lt/ ha
Consumo de gasoil en cosecha - Datos Empresa	32,0

**ii. Transporte a cargadero y a empaque**

	<b>Tipo de transporte</b>	<b>Distancia media de fincas a empaque - Datos Empresa</b>
Fuente		km
Transporte de Limón a empaque	Carretero	38

**iii. Transporte de insumos hacia campos**

	<b>Tipo de transporte</b>	<b>Origen</b>	<b>Capacidad de vehículos</b>
Materias Primas			lt
Gasoil en cosecha - Datos Empresa	Carretero	Buenos Aires	27.000

**iv. Transporte de Personal para trabajos de Cosecha**

	<b>Tipo de transporte</b>	<b>Distancia media que recorre el transporte a fincas a empaque</b>	<b>Total de trabajadores para cosecha</b>	<b>Total de días trabajados para cosecha</b>
Fuente		km	personas	días
Transporte de Personal a fincas para cosecha limón	Colectivo capacidad 45 personas	17,9 o 20,4	3500	136 días de cosecha totales

Planilla N°4: Recopilación de datos: Etapa Empaque

**i. Consumo de energía en proceso de empaque**

	Kwh/ton procesada
Consumo de energía - Datos Empresa	56

**ii. Insumos para Empaque**

Insumos	Unidades consumidas Un/ ton empacada
Cajas de cartón (por 15 y 18kgs/ un) - Datos Empresa	53
Etiquetas (papel ilustración) - Datos Empresa	109
Pallets - Datos Empresa	1

**iii. Transporte de materias primas**

Insumos	Datos Empresa			
	Tipo de transporte	Capacidad de vehículos Tn	Origen	Cantidad transportada Kg/ Tn fruta empacada
Bicarbonato de sodio	Carretera	28	Buenos Aires	2,74
Detergente neutro	Carretera	28	Tucuman	0,22
Papel sulfito	Carretera	28	Buenos Aires	0,70
Gas para desverdizado / etileno	Carretera	28	Tucumán	44,80
Adhesivo para cajas	Carretera	28	Buenos Aires	0,30
Ceras	Carretera	28	España	1,38
Cajas de cartón (por 15 y 18kgs/ un) -Transp	Carretera	28	Entre Rios	34,67

**iv. Generación y tratamiento de residuos**

Fuente	Datos Empresa		
	Tipo de residuo	Tipo de tratamiento	Generación de residuos kg/Tn fruta empacada
Empaque	Peligroso	Incineración	0,13
Empaque	Metálicos y no metálicos	Reciclados/ venta	1,60
Empaque	Descarte de fruta	Aplicación en campo como abono	37,50
Empaque	Carton	Reciclados/ venta	0,75
Empaque	Madera	Reciclados/ venta	5,00

**v. Generación y tratamiento de efluentes**

Fuente	Volumen de efluentes generado m³/ tn fruta empacada	DQO del Efluente DQO [mg/ l]	Tipo de tratamiento
Efluentes - Datos Empresa	0,2	1.500	Generación de biogas

Planilla N°5: Recopilación de datos: Etapa Distribución

**Transporte terrestre de productos a centros de distribución**

	Tipo de transporte	Puertos de Destino	Capacidad vehículo
			Tn/vehículo
Despacho a Puerto	Carretero	CABA	28
Despacho a Puerto	Carretero	San Pedro	28
Despacho a Puerto	Carretero	Zárate	28

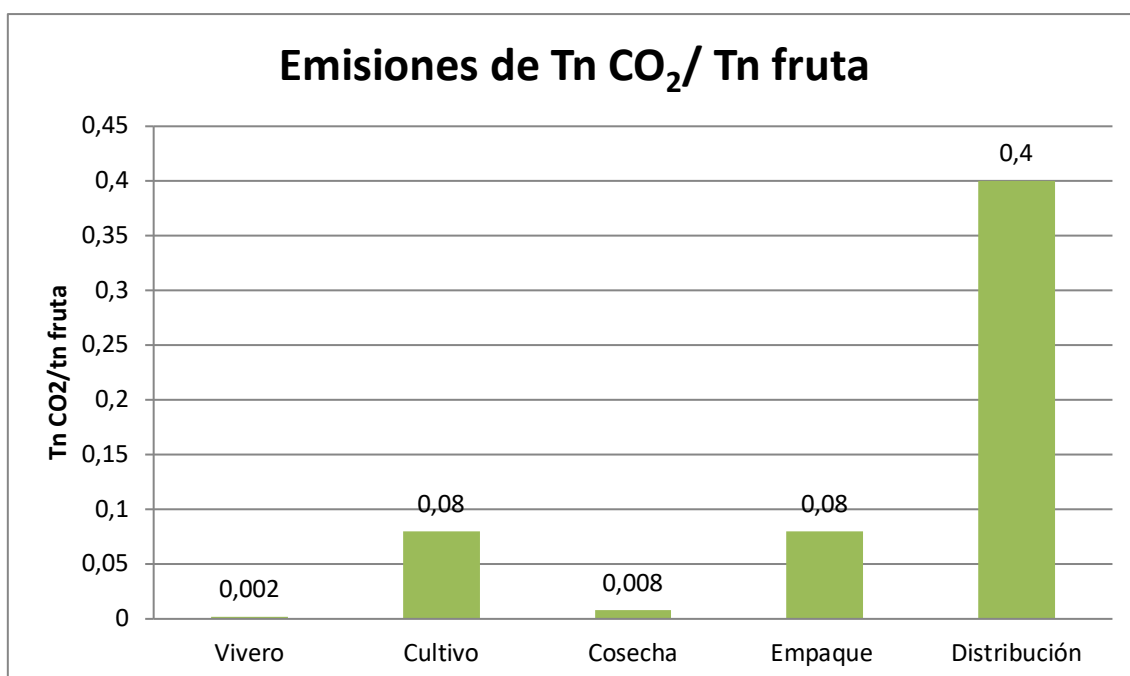
**Transporte marítimo de productos a centros de distribución**

	Tipo de transporte	Origen-Destino
Fuente		
Despacho de limones en pallets		
Despacho a Rotterdam / Holanda	Marítimo	Buenos Aires - Holanda
Despacho a Oslo / Noruega	Marítimo	Buenos Aires - Noruega
Despacho a San Petersburgo / Rusia	Marítimo	Buenos Aires - Rusia
Despacho a San Petersburgo / Rusia	Marítimo	San Pedro - Rusia
Despacho a Cartagena / España	Marítimo	Buenos Aires - Cartagena

Los datos recopilados sirvieron como base para calcular, mediante un sistema informático, siguiendo la metodología GHG Protocol y empleando los factores de conversión adecuados para la actividad citrícola, los siguientes valores de emisiones:

Etapa	Vivero	Cultivo	Cosecha	Empaque	Distribución	Total
Tn CO <sub>2</sub> / Tn fruta	0,002	0,08	0,008	0,08	0,4	0,568
%	0,35	14,04	1,40	14,04	70,17	100

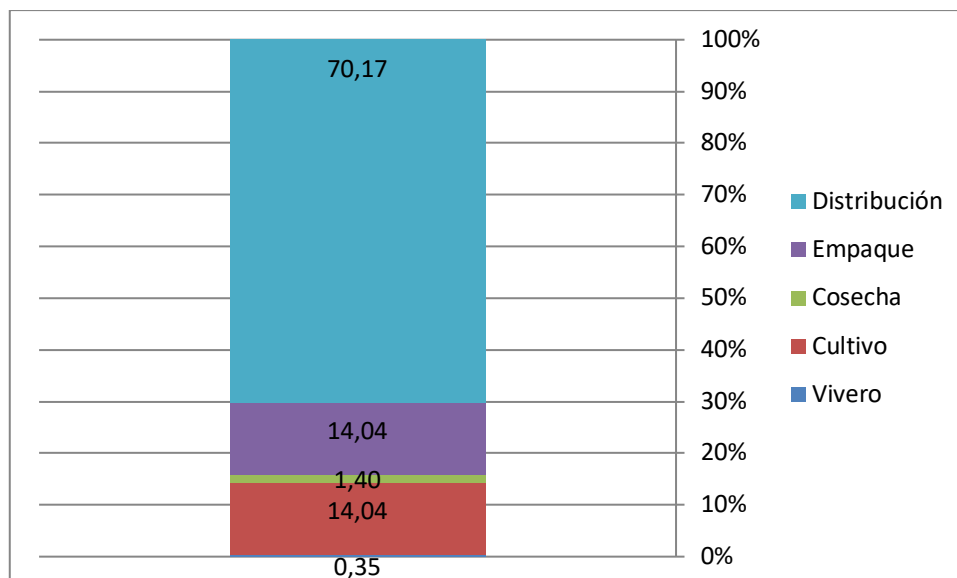
**Tabla 12: Resultados del cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>/ Tn de Fruta**



**Ilustración 15: Resultados del cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>/ Tn de Fruta**

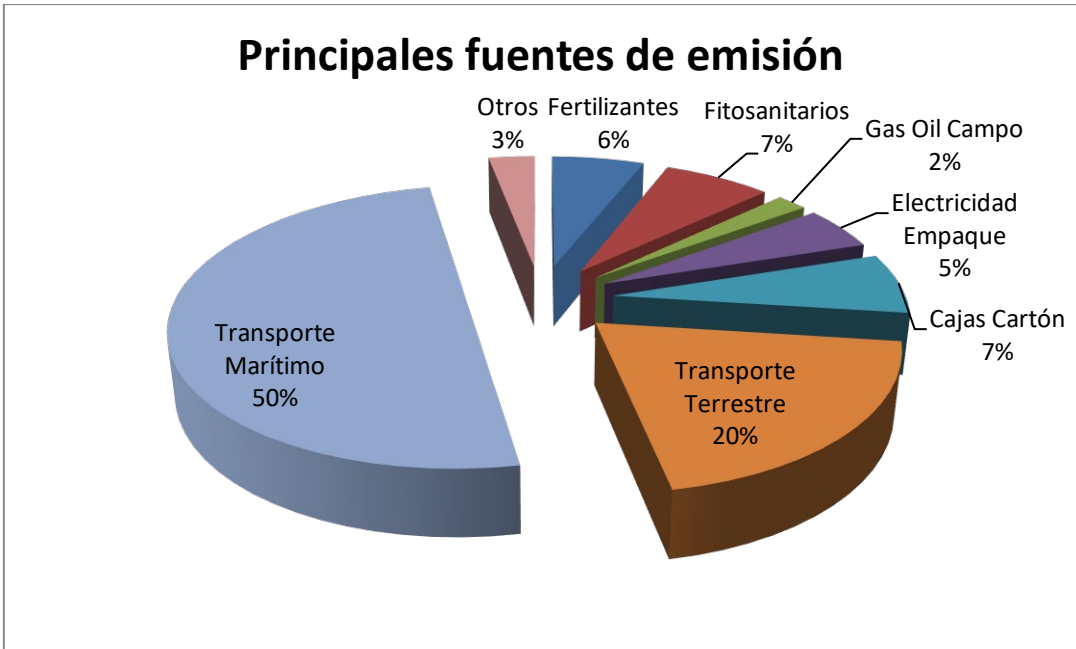
Los datos más destacables obtenidos en este análisis concluyen que la etapa que más contribuye a la huella de carbono del limón exportado es la Distribución, que incluye el transporte nacional e internacional hasta puertos de destino (70%), seguido por la etapa de Empaque (14%) y Cultivo (14%). Las etapas de Cosecha (1,4%) y Vivero (0,3%) son muy poco significativas en su contribución.





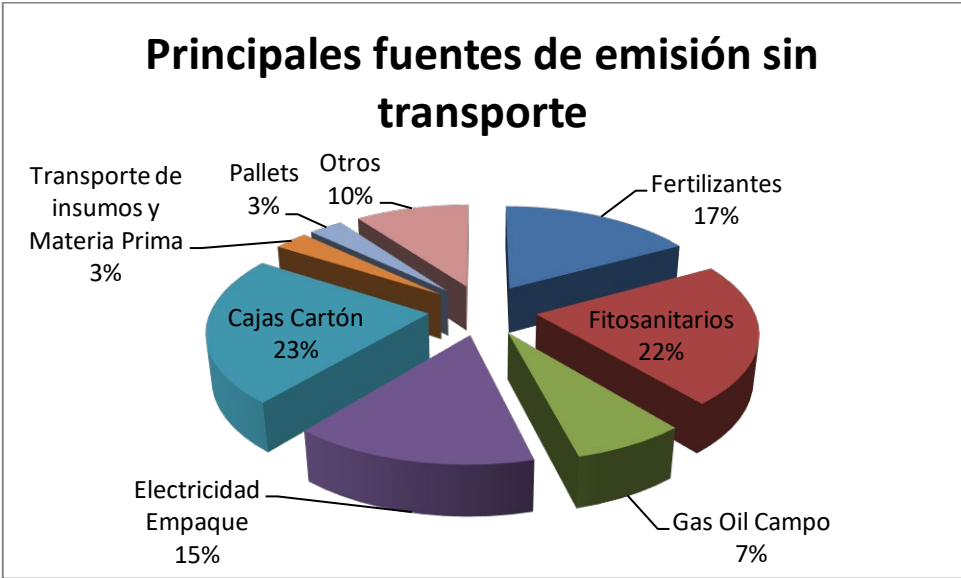
**Ilustración 16: Contribución porcentual de cada etapa del proceso a la huella de carbono.**

En cada etapa puede identificarse también las fuentes de emisión que más contribuyen a la huella de carbono del limón exportado; donde el transporte del limón hacia el exterior representa el 70% de la huella de carbono: en primer lugar, por el transporte marítimo desde puerto argentino hasta los centros de distribución en puertos internacionales (50%), seguido por el terrestre desde el empaque hasta puerto de despacho en Argentina (20%). Le siguen en relevancia la aplicación de fitosanitarios (7%) y fertilizantes (6%) en las plantaciones, la adquisición de cajas de cartón para empaque (7%), el consumo de electricidad en empaque (5%) y el consumo de Gasoil para sistematización de suelos y cosecha (2%).



**Ilustración 17: Principales fuentes de emisión de la Huella de Carbono del limón.**

Para entender las principales fuentes de emisión de la huella del limón en las etapas productivas, se analizaron las fuentes de emisión excluyendo la etapa de distribución (transporte terrestre y marítimo).



**Ilustración 18: Principales fuentes de emisión de la Huella de Carbono del limón sin el transporte.**

En este caso, el 44% de las emisiones corresponden a la etapa de Empaque (Electricidad cajas de cartón, pallets, transporte de insumos), el 46% a la etapa de Cultivo (Fertilizantes, Fitosanitarios y Gasoil) y en el 10% restante se encuentra a la Cosecha de Limón.

Las principales fuentes de emisión de las etapas de producción y empaque son: la provisión de cajas de cartón para empaque, el uso de fitosanitarios y fertilizantes en campo, el consumo de electricidad en empaque, el consumo de Gasoil en campo, la provisión de pallets y el transporte de todos los insumos y materias primas utilizados en el ciclo productivo.

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Siendo la citricultura una de las principales actividades productivas de la provincia, considerando las exigencias de los “consumidores” quienes son cada vez más conscientes sobre su responsabilidad en la preservación del medio ambiente y comienzan a basar sus decisiones de compra en cuestiones que van más allá del precio de un producto, considerando también el innegable cambio climático que lleva a las sociedades a concebir al desarrollo sustentable como la única forma aceptable de producción; se hace necesario establecer un plan de gestión para la reducción de las emisiones de Dióxido Carbono generadas por la actividad citrícola con el fin de reducir el deterioro ambiental que pone en peligro la calidad de vida de generaciones presentes y futuras.

A partir del análisis realizado se obtuvo la huella de carbono de 1 kg de limón fresco producido bajo las condiciones de manejo agrícola y de empaqueo descritas en la sección “Análisis de Datos”, para exportación desde la provincia de Tucumán hacia los principales mercados europeos, de donde se hizo posible identificar las etapas en las que se puede implementar un Plan de Gestión con el objeto de generar acciones concretas de mitigación de emisiones para mejorar la sustentabilidad de la actividad.

El análisis de la huella de carbono permite disponer de información acerca del impacto de la actividad citrícola en la provincia de Tucumán en cada una de las etapas de producción hasta el proceso de exportación de limón como fruta fresca hacia Europa, principal destino de las exportaciones de limón tucumano.

Como resultado del análisis de los datos, se concluye que las principales fuentes de emisión de la etapa empaque son: el consumo de electricidad y la provisión de cajas de cartón para empaque; mientras que en la etapa de producción: el uso de fitosanitarios, fertilizantes y el consumo de gasoil en campo; además de la provisión de pallets y el transporte de todos los insumos y materias primas utilizados en el ciclo productivo.

En base a esta información, se puede establecer que un Plan de Gestión Ambiental para la reducción de la huella de carbono en la producción y exportación de limón en Tucumán, basado en la definición de políticas para la reducción de emisiones en las distintas etapas del proceso enfocado en el:

- Uso responsable de la Energía Eléctrica
- Uso responsable de Fertilizantes
- Uso responsable de Agroquímicos

## 4.1 USO RESPONSABLE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA (CAMPO Y EMPAQUE)

Basados en la convicción de la necesidad de reducir la huella de carbono de la empresa, se definió una política de gestión energética, cuyo objetivo fundamental es aumentar la eficiencia energética, optimizando su consumo y minimizando su pérdida, orientado a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero por este aspecto; en todas las unidades de la empresa, tanto fincas como empaque.

El Departamento de Medio Ambiente, implementó una campaña destinada a la concientización sobre el uso de los recursos naturales y la disminución de las emisiones de Carbono denominada “Hacete ECO”

La campaña contó con material gráfico que hacía de soporte a las capacitaciones brindadas en los establecimientos para la concientización del personal.



# SUMATE A LA CAMPAÑA



Con iniciativas muy simples de llevar a cabo, podemos mejorar la calidad de vida en nuestro ambiente.

## CUIDÁ LOS RECURSOS



*papel*



*agua*



*luz*



*ambiente*

UN PEQUEÑO ESFUERZO PARA VOS,

UN ENORME *beneficio para todos.*

## HACETE ECO

Una serie de iniciativas ecológicas, muy simples de llevar a cabo, para mejorar la calidad de vida en el ambiente de trabajo que compartimos todos los días.

### CUIDÁ LOS RECURSOS



*papel*

- **Hacé uso racional del papel** en tu higiene personal.
- **Depositá los residuos** en el cesto de la basura.

#### EN LA OFICINA

- **Evitá imprimir.** Utilizá tus documentos en formato digital, imprimí sólo cuando sea necesario.
- **Usá letra más pequeña.** Así ahorrarás espacio y cantidad de hojas.
- **Imprimí ambas caras del papel** o sobre el lado vacío de hojas ya impresas.
- **Colaborá con el reciclado** del papel depositándolo en el cesto correspondiente.



*luz*

- **Apagá la luz** al retirarte.
- **Desconectá los aparatos electrónicos** que no uses.
- **Apagá la computadora** cuando dejes de trabajar.



*agua*

- **Cerrá la canilla** cuando termines de usarla.
- **Hacé uso racional del agua y el jabón** para lavarte.



*ambiente*

- **Depositá tus residuos** en el cesto de la basura.
- **Mantené libre de humo** el espacio laboral.
- **Cuidá las instalaciones** del lugar.

#### EN COMEDORES Y COCINA

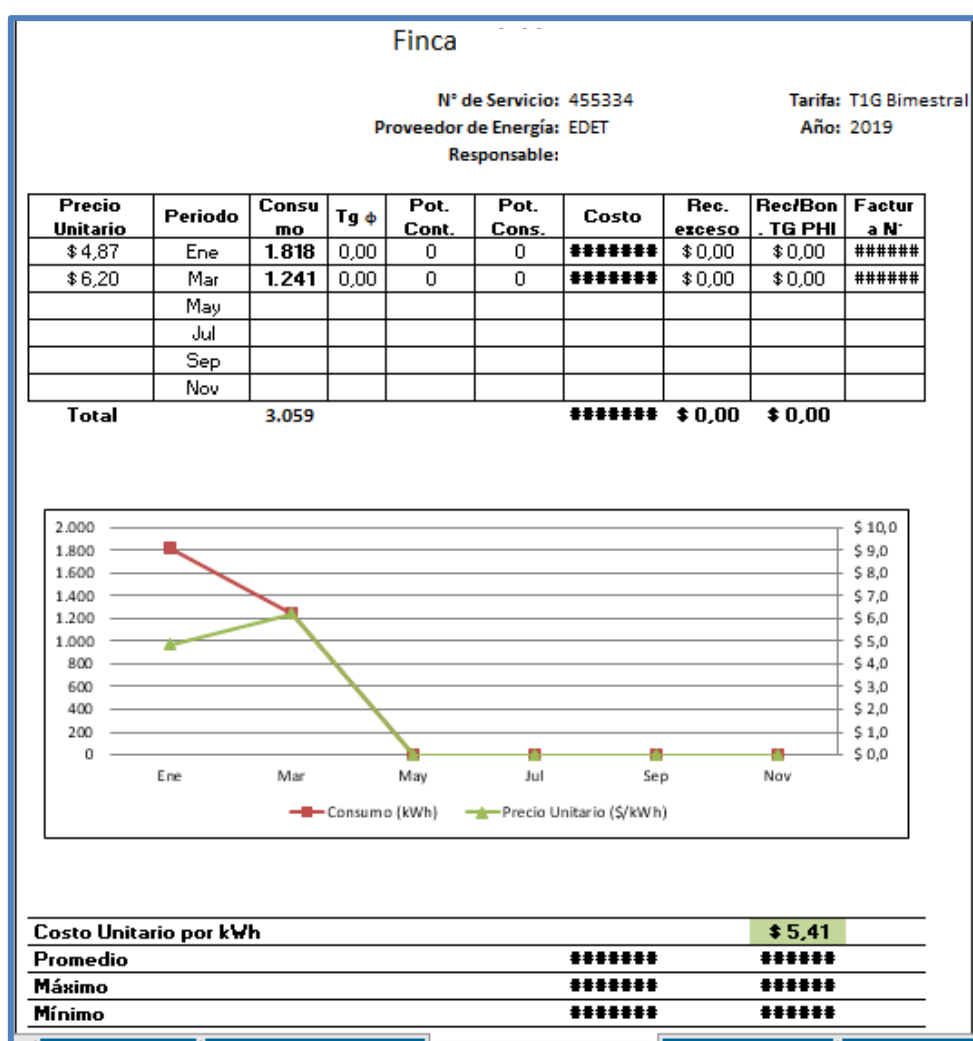
- **Hacé uso racional del papel** durante tu refrigerio.
- **Depositá los desechos** de tu refrigerio en el cesto de la basura
- **Dejá limpio el lavabo** al lavar tus utensilios.
- **Hacé uso racional del agua y el detergente** al lavar tus utensilios.



**Ilustración 19 Campaña para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero**

El Departamento de energía comenzó a llevar adelante un monitoreo y control energético en todas las fincas y el empaque. Este control se realiza por periodos de tiempo y por finca en donde se registra el consumo, potencia contratada y potencia consumida. En los casos que se detecten consumos mayores a los establecidos desde el Departamento de energía se comunican con el Ingeniero de la finca en cuestión para tratar de identificar las causas o motivos de este aumento, el cual debe ser corregido para volver a los niveles de consumo promedios.

El monitoreo y control energético se lleva a cabo en los siguientes formatos:



**Ilustración 20: Ejemplo de control de consumo energético por establecimiento**

Los mayores consumos de energía eléctrica en las fincas se generan en aquellos establecimientos que realizan riego en las plantaciones. En esas fincas se dispone de riego por goteo y la fuente de energía es eléctrica. Por esta razón se considera

fundamental la evaluación y mantenimiento de los equipos de riego para que de esta manera se puedan disminuir las pérdidas de agua aumentando la eficiencia del riego y consecuentemente disminuir el consumo de energía eléctrica. También se considera muy importante regar en el momento y por el tiempo realmente necesario porque de esta manera también se disminuye el consumo de energía eléctrica.

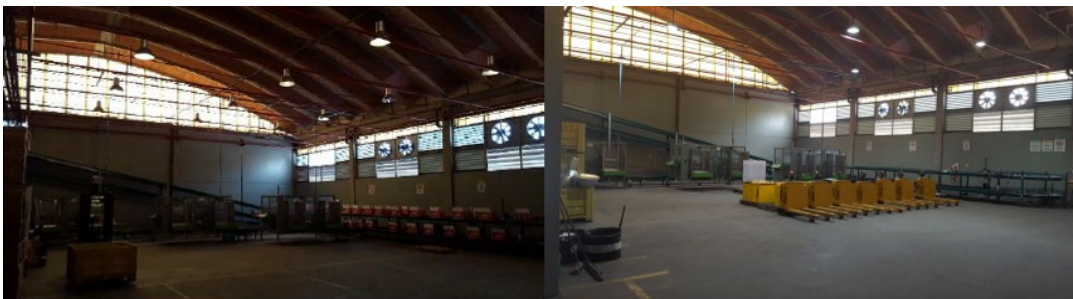
#### **PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍA PARA FINCAS:**

- Cumplimiento de los documentos y procedimientos definidos “Necesidades de Riego en el Cultivo de Limón en campos” y “Evaluación y mantenimiento de los equipos de riego empleados en campos” de modo hacer una gestión eficiente del uso del agua y la electricidad en el campo.
- Mantenimiento de los registros relacionados (“Registro de Eventos Climáticos”, “Registro de lectura de medidor de humedad – Watermark”, “Consumo de agua de riego”, “Evaluación y mantenimiento de los equipos de riego”).
- Mantenimiento del monitoreo y controles energéticos en todas las fincas.

#### **PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍA PARA EMPAQUE:**

Se fomentó el uso de energías renovables que no incidirían de manera negativa en el cálculo y se sustituyó la iluminación de empaque por luces tipo Led que generar un consumo inferior de energía eléctrica.

Consumo eléctrico en empaque: La disminución de potencia consumida puede llegar 65% por el reemplazo de esta tecnología de iluminación, modificaciones en algunos sectores indican que es posible este porcentaje de reducción de emisiones por el menor uso de energía eléctrica.



**Ilustración 21: Punto A con iluminación convencional y el mismo punto con iluminación LED**





## Iluminación eficiente: El camino a la reconversión lumínica

Se asumió el compromiso de poner en práctica la gestión baja en emisiones y sustentable de los recursos energéticos. Es por ello que, se desarrolló un plan integral de trabajo que supone la sustitución, en todos los sectores de la luminaria convencional por lámparas LED.

Enfocados en nuestra política de reducción de emisiones, se decidió invertir en esta nueva tecnología lumínica para aprovechar los beneficios que esta nos ofrece y mejorar así el rendimiento y productividad en nuestros procesos.

La implementación de este ambicioso, pero innovador proyecto, se está llevando a cabo y ya son visibles algunos resultados.

### Ventajas de la iluminación LED

- Amigable con el medio ambiente: No contiene Mercurio, y emite menos calor, esto permitió reducir las toneladas de CO2 equivalente emitidas al ambiente.
- Menor consumo energético: Permite un ahorro del 50%
- Mayor vida útil: Tiene una duración de hasta 20 años, lo cual permite reducir el costo de operación y mantenimiento, así como la generación de residuos.
- Mayor productividad: Se ha comprobado que una iluminación más eficiente, más clara y mejor distribuida, mejora el rendimiento de los empleados.

Se proyecta realizar el recambio en el presente año en todos los sectores del empaque pendientes.

## 4.2 USO RACIONAL DE FERTILIZANTES

Los cítricos se pueden desarrollar bajo una amplia gama de niveles de nutrimentos y es imposible definir un solo programa de fertilización, que pueda ser considerado mejor que otros y para todas las condiciones. Todo programa de fertilización debe reconocer y estimar la existencia de diferencias que incluyen suelos, patrones, variedades, edad de la planta, programas anteriores de fertilización, estado fitosanitario de la planta y muchos otros factores.

Se estableció el presente programa siendo conscientes que uno de los mayores valores de la huella de carbono del limón proviene del uso de fertilizantes Nitrogenados, pretendiendo controlar y utilizar en forma racional y precisa el producto cuando sea necesario en las fincas citrícolas.

Si bien es cierto que hay recomendaciones generales, es importante tener presente que las dosis recomendadas deben de constituir tan solo una guía para el productor y no una fórmula rígida o definitiva. Es por ello que este documento intentara explicar la metodología empleada en los campos citrícolas de para asegurar una fertilización que al mismo tiempo que permita un crecimiento adecuado de la planta no extraiga nitrógeno en forma excesiva del suelo.

### **Manejo responsable de Fertilizantes nitrogenados**

El limón responde favorablemente a la fertilización con macro y micro nutrientes, en el caso del nitrógeno es fundamental para inducir la formación de nuevo follaje y flores, por otro lado el potasio permite un crecimiento de las frutas que adquieren buen calibre y mucho jugo.

### **Calculo del Balance nutricional**

Históricamente la recomendación de la EEAOC en cuanto a la fertilización de los cítricos en Tucumán fue de 100 gr de N<sub>2</sub> (Nitrógeno) por cada año de edad hasta los 10 años donde se alcanzaba los 1000 gr de N<sub>2</sub> el cual sería constante hasta el final del ciclo del cultivo. Esta recomendación se mantiene hasta hoy vigente en la citricultura local y se aplica toda la dosis en una sola aplicación.

En caso de la empresa, se está utiliza el criterio de Balance Nutricional (basado en reposición según extracción) considerando eficiencia de los momentos de aplicación

ajustados a las curvas de necesidades de los macronutrientes (N<sub>2</sub> y K) desarrollados por los seguimientos de parámetros de nuestras plantaciones que están ajustados y auditados por asesores de la empresa.

La dosis de N<sub>2</sub> se aplica en 2 oportunidades acompañando los picos de necesidad fisiológicas del cultivo, por otro lado, se tiene en cuenta la fuente que será aplicada en cada momento, dado que por condiciones ambientales se esperan evitar pérdidas.

- Plantas mayores a 3 años o más:

1) Dosis:

Tomando como base el criterio de Balance Nutricional, que se ampara en una agricultura sustentable que permita que las generaciones presentes puedan satisfacer sus necesidades sin comprometer a las generaciones futuras y buscando la continua reducción de la emisión de gases de efecto invernadero asociada a la producción del limón, se empezó a trabajar con el siguiente criterio.

Una tonelada de limón producida extrae 1,6 kg N<sub>2</sub> por hectárea a lo cual se le debe sumar unos 80 kg de N<sub>2</sub> para reposición de estructura (madera y hojas que se eliminan por podas anuales), de esta manera, cada hectárea, será fertilizada según su extracción a fin de mantener el equilibrio del agro-ecosistema. Con este criterio se establece tres tipos de dosis a fin de simplificar las taras operativas especificando que en cada rango será considerado el límite superior del mismo a fin de reponer un excedente al capital suelo:

1- Lotes con menos de 40 Tn/Ha recibirán una dosis igual a la que necesita uno de 40 Tn/Ha

2- Lotes entre 40 a 60 Tn/Ha recibirán una dosis igual a la que necesita uno de 60 Tn/Ha.

3- Lotes con más de 60 Tn/Ha recibirán una dosis igual a la que necesita uno de 80 Tn/Ha.

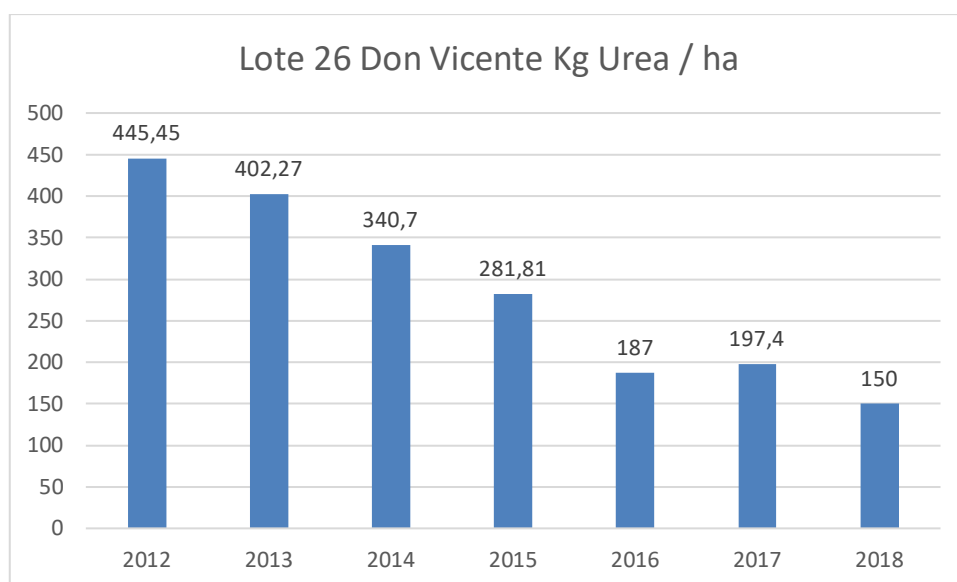
Este criterio se mantiene también para el macronutriente K (Potasio), el cual es considerado de alta importancia como el N<sub>2</sub>.

## 2) Fuentes:

Las fuentes de N<sub>2</sub> y de K serán establecidas según la disponibilidad y momento de aplicación de cada producto.

En caso de todas las zonas, una parte de la dosis será aplicada con Urea (0-46-0) a fines de invierno y principios de la primavera siempre y cuando sea factible de poder aplicarse.

A modo de ejemplo mediante las siguientes gráficas se puede observar que el empleo de fertilizantes, es decir las dosis fueron disminuyendo o manteniéndose en el tiempo, esto fue así ya que se hizo un mayor aprovechamiento de la materia orgánica disponible en el suelo mediante la deposición de los restos de poda adoptada como principal práctica para la reducción del uso de fertilizante nitrogenado en la finca.



### **Ilustración 22: Disminución del uso de fertilizante nitrogenado en un lote de finca con un manejo adecuado basado en la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>**

#### Seguimiento:

La empresa implementó un seguimiento a través de un laboratorio externo que involucra muestreo de hojas, muestreo de suelos y muestreos indirectos de soluciones de suelo, con todo esto se busca obtener información que nos indique la eficiencia del consumo de fertilizantes por monitoreo continuo de las producciones, soluciones de suelo, análisis de hoja y seguimiento del cultivo.

### 4.3 USO RACIONAL DE FITOSANITARIOS

Se define como estrategia del negocio, trabajar en la mitigación de las emisiones de carbono propias del proceso productivo, en este sentido se identificó que el uso de los plaguicidas forma parte hoy de un alto porcentaje la huella de carbono y se establecen los siguientes lineamientos para, además de asegurar una rentabilidad al momento de producir, asegurar que se mantiene la inocuidad del producto a comercializar y disminuir las emisiones de carbono.

La inocuidad del producto, en este caso el limón, no tan solo va a depender de la aplicación de fitosanitarios para contrarrestar los efectos perjudiciales de las plagas, sino también de un manejo tal que permita integrar prácticas de aplicación de agroquímicos junto con prácticas de manejo culturales y de monitoreo.

A continuación se detallaron las medidas tomadas para la reducción de las emisiones de Dióxido de Carbono asociadas a la aplicación de fitosanitarios que se basan en la elección de las mejores prácticas del Manejo Integrado de plagas y son las siguientes:

#### **Manejo Integrado de Plagas**

El Manejo Integrado de Plagas comprende el uso eficiente de todas las estrategias disponibles para el control de plagas y enfermedades, por medio de acciones que prevengan su aparición, adviertan oportunamente su presencia y mitiguen los daños.

La prevención, en el caso del cultivo del limón, tiene que ver con varios factores, entre los cuales la empresa aplica los siguientes:

a. Una adecuada selección del material a sembrar. Cuando se habla de cultivos comerciales de cítricos, la propagación se realiza a través de injertos (asexual), ya que de forma sexual (semilla) se obtiene una alta variabilidad, lo que hace que este último sea un sistema inadecuado. La empresa cuenta con vivero propio con habilitaciones y certificaciones del INASE (Instituto Nacional de Semillas de la República Argentina) que a su vez se encuentra habilitado por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). Asimismo, la empresa cuenta con el acompañamiento y asesoramiento de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes en la producción y propagación del limón.

La selección del material a emplear se realiza por profesionales (Ingenieros Agrónomos) y apunta al empleo de variedades y porta injertos resistentes a plagas y enfermedades.

b. Una adecuada selección del terreno, que debe reunir condiciones óptimas para el cultivo en cuanto a temperatura, humedad relativa, precipitación, altitud, presencia de vientos y brillo solar. Es por esto que las fincas se encuentran ubicadas en zonas donde no hay excesivas lluvias que podrían condicionar el crecimiento de la planta por el ataque de hongos de suelo ni la proliferación de los mismos en la fruta.

c. El diseño y mantenimiento de drenajes para aislar el sistema radicular del nivel freático y de los posibles excesos de humedad en las épocas de máxima precipitación. Todos los campos de la empresa se encuentran sistematizados de manera de permitir un escurrimiento adecuado del agua sin contribuir a daños por escorrentía superficial.

d. En los campos se realizan podas fitosanitarias y de formación, especialmente en árboles adultos, para evitar microclimas húmedos en el dosel del cultivo, mejorando también el ingreso de luz solar a la copa de los árboles y evitar la proliferación de hongos y ambientes propicios para el desarrollo de ácaros, cochinillas y minadores.

e. La cosecha apunta a utilizar siempre tijeras y efectuar cortes al ras para evitar daños de otros frutos y la formación de heridas que puedan ser puerta de ingreso para plagas o enfermedades.

f. Manejo cultural de malezas. Se realiza el desmalezado mecánico con el fin de mantener el pasto corto y evitar que las malezas crezcan no tan solo por el efecto negativo debido a la competencia de nutrientes y agua sino porque estas plantas actúan de “huéspedes” para varias plagas.

g. Seguimiento del nivel de plagas que consiste en realizar dos monitoreos, el primero en los meses de Octubre –Noviembre y el segundo en Febrero-Marzo, se determinó que estas eran las épocas adecuadas para realizarlos ya que por las condiciones climáticas de nuestra zona se espera encontrar las condiciones predisponentes para presencia de plagas de distintas índoles. En cada monitoreo se

realiza un recorrido de observación por la plantación, que puede ser en zigzag, tratando de evaluar por lo menos el 10% del número total de las plantas establecidas. Durante dicho recorrido se hace la revisión visual de las diferentes plagas presentes en las distintas partes de la planta, por ejemplo hojas y frutos. Actualmente también se está llevando un monitoreo de enemigos naturales, determinando o conociendo el porcentaje de enemigos naturales se pueden minimizar las aplicaciones de fitosanitarios pero igualmente controlando la plaga hasta umbrales que no ocasionen daños significativos en el cultivo. Posteriormente se registra cada eventualidad encontrada con el fin de evaluar la incidencia y severidad de las anomalías reportadas en la Planilla de Monitoreo de Plagas y Enfermedades en Limoneros.

### **Aplicación de Fitosanitarios**

Los agroquímicos no son inocuos para la salud humana ni para el ambiente, aunque su peligrosidad varía según su grado de toxicidad y su formulación. El riesgo asociado a su uso depende de las dosis utilizadas, las condiciones climáticas, el tipo de producto, el modo de aplicación y el tipo y grado de exposición. Por lo tanto, su uso responsable es indispensable para prevenir los posibles daños.

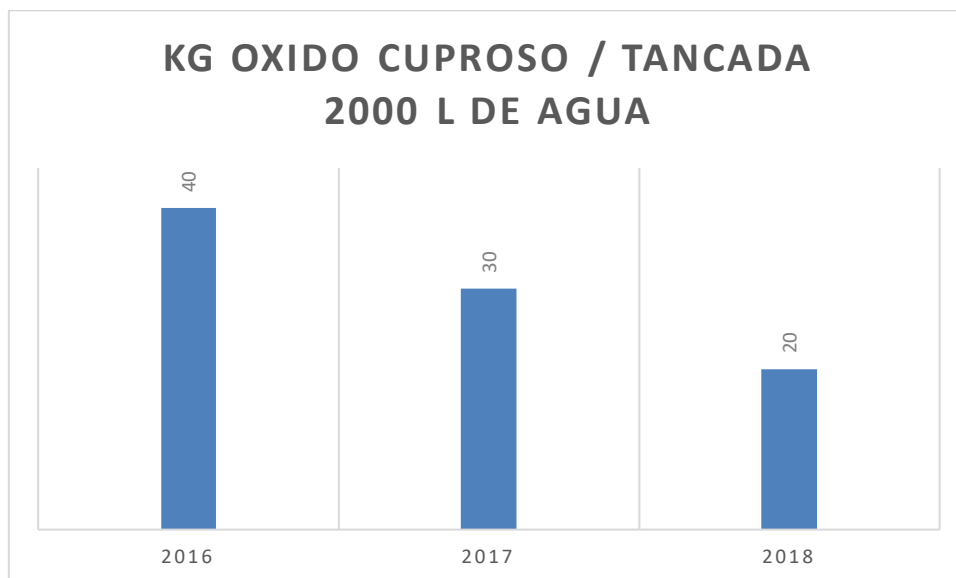
El uso de agroquímicos puede ser minimizado mediante un manejo integrado de plagas que incluya el monitoreo continuo y otras prácticas como se nombró anteriormente de adversidades tales como malezas, plagas y enfermedades.

Se pretende una producción sostenible, baja en emisiones de carbono, esto significa con responsabilidad medioambiental y asegurando un producto inocuo para los consumidores; es por ello que desde varias campañas se apunta a minimizar las dosis de los agroquímicos aplicados, siempre teniendo en cuenta que ejerzan un efecto sobre la plaga; y además también se tendió a minimizar los volúmenes de aplicación, lo que significa en un uso más racional del agua.

## Aplicación de fitosanitarios en campos

- Óxido Cuproso

Prevención de enfermedades fúngicas como ser Cancrosis, Melanosis y Podredumbre peduncular, Sarna, Septoriosis y Mancha negra.

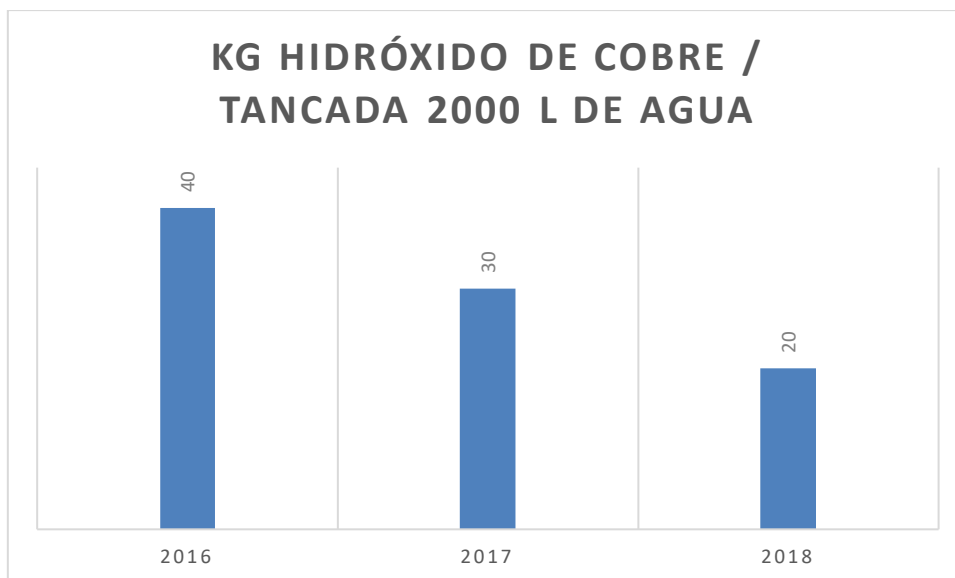


**Ilustración 23: Disminución del uso de Óxido Cuproso**

- Hidróxido de Cobre

Prevención de enfermedades fúngicas como ser Cancrosis, Melanosis y Podredumbre peduncular, Sarna, Septoriosis y Mancha negra.

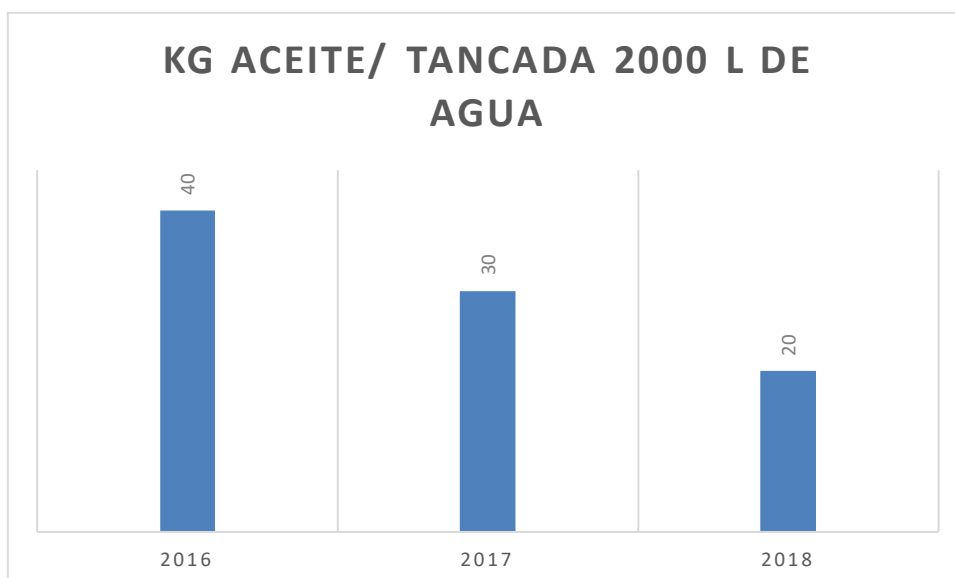




**Ilustración 24: Disminución del uso de Hidróxido de Cobre**

- Aceite

Control de plagas como ser Ácaros (Ácaros de la Yema, Ácaros plateado del limonero y Acaro blanco), Cochinillas (Cochinilla Roja Australiana, Cochinilla harinosa), Pulgones y Trips.

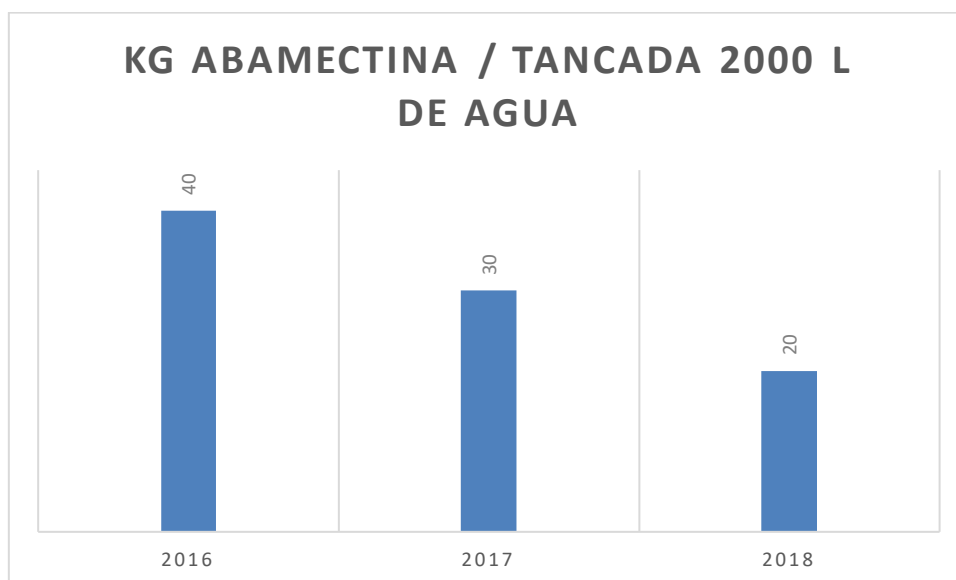


**Ilustración 25: Disminución del uso de Aceite mineral**

- 
-

- Abamectina

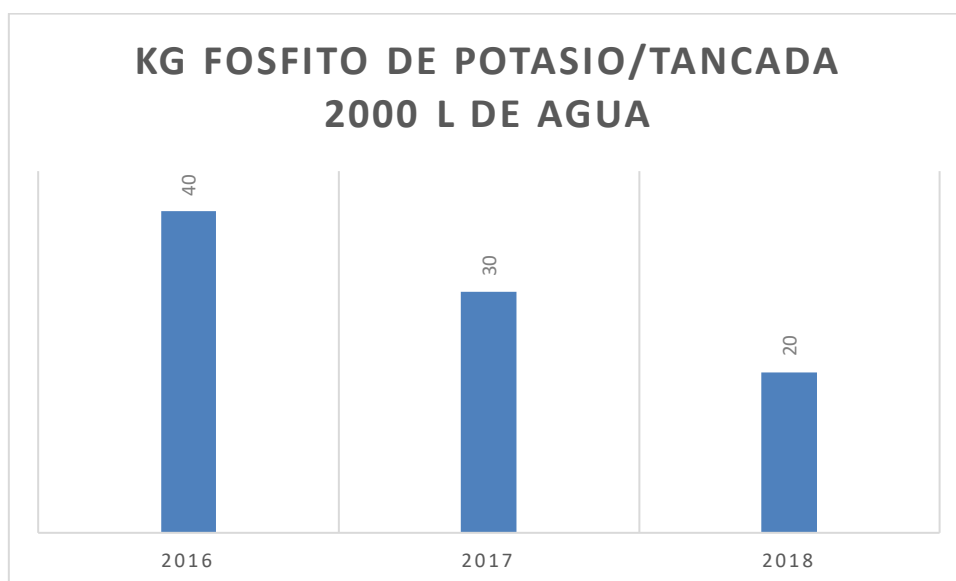
Control de plagas como ser Ácaros (Ácaros de la Yema, Ácaros plateado del limonero y Acaro blanco), Minador de la hoja y Trips.



**Ilustración 26: Disminución del uso de Abamectina**

- Fosfito de Potasio

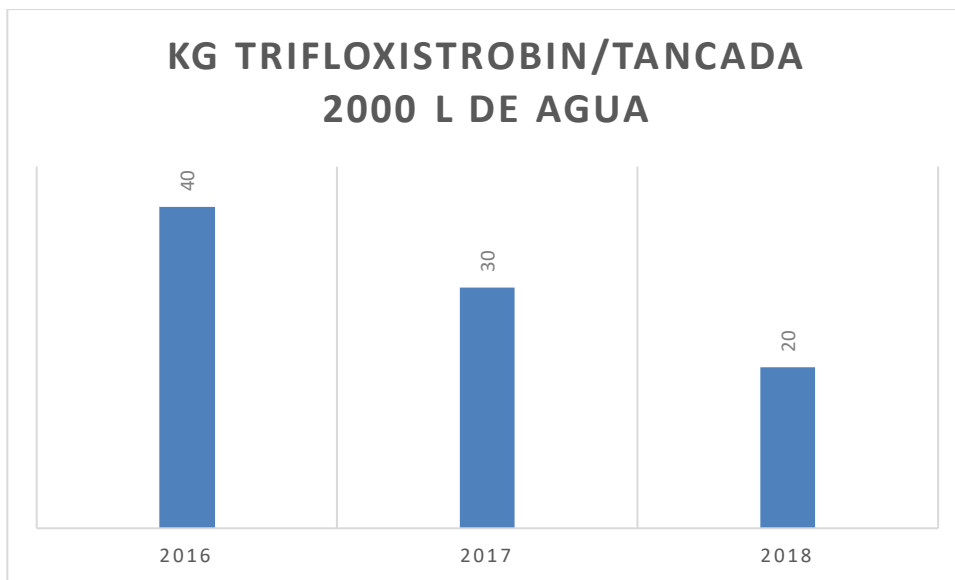
Tratamiento preventivo acción fungicida



**Ilustración 27: Disminución del uso de Fosfito de Potasio**

- Trifloxistrobin

Tratamiento preventivo enfermedades fúngicas (Mancha Negra de los Cítricos)



**Ilustración 28: Disminución del uso de Trifloxistrobin**

Se propuso trabajar continuamente en reducir los Kg o L de productos fitosanitarios a aplicar por tancada. Desde las últimas tres campañas se puede observar una disminución en la dosis a aplicar de la mayoría de los productos, aunque esta disminución también toma en cuenta que las dosis sean efectivas y cumplan con las disposiciones reglamentarias de los marbetes. Es importante señalar que durante las últimas tres campañas se produjeron cambios climáticos que favorecieron la aparición de plagas, sobre todo de enfermedades debido a la abundancia de las lluvias y mayor humedad ambiente, esto ocasiono en ciertos casos que la tendencia se mantenga estable y no reduzca debido a la gran presión de plagas.

Se estableció como política siempre evaluar nuevas alternativas de productos químicos, para evitar generar una resistencia por parte de las plagas y contribuir a la rotación de ingredientes activos. Esto se realizará mediante participación en cursos de formación de uso Responsable de Fitosanitarios a los cuales se planea que asistan los ingenieros/ jefes de zona.

Se estableció incluir el monitoreo de malas hierbas de manera de permitir un uso más responsable de los fitosanitarios herbicidas y reducir en la medida de lo posible hasta un 10% la dosis de los mismos.

Se estableció participar en un programa de calibración externa de las pulverizadoras empleadas en la aplicación de fitosanitarios, de manera de asegurar una aplicación y uso más eficiente de los productos, disminuyendo los riesgos de contaminación del ambiente.

## 4.4 OTRAS POSIBLES MEJORAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES

### Etapa de Transporte:

Transporte terrestre del limón hasta los puertos de despacho: se deben trabajar a nivel regional y nacional para la consecución de mejoras en el sistema ferroviario que permitan movilizar hasta estos destinos la fruta para su consolidación en los puertos. Reduciría considerablemente la huella de carbono de esta etapa con respecto a la situación actual a través de camiones.

### Etapa de Empaque:

Provisión de cajas de cartón: se debe trabajar y propiciar a los clientes en distintos destinos del mundo el uso de envases más grandes (disminuir la cantidad de bandejas) y fomentar el uso de bins de madera para 1000 kg; con esta medida se pueden tener resultados importantes de la huella de carbono.

## 4.5 CONCLUSIONES

En síntesis, la implementación de un plan de gestión ambiental basado en la generación de emisiones es posible, ya que la empresa puede tomar pequeñas decisiones que pueden generar grandes impactos si se trabaja sobre aquellos aspectos que se identificaron como las principales fuentes de generación de emisiones.

Dentro de los beneficios de la implementación de este plan de gestión basado en la huella de carbono para la empresa se pueden identificar:

- Mejora la eficiencia energética con menores costos operativos.
- Incrementa la transparencia de todos sus procesos e identifica los “puntos de emisión”.
- Identifica las oportunidades más rentables para la reducción de emisiones y ahorra costos reduciendo las emisiones de carbono.
- Incorpora el factor de impacto de emisiones como criterio de selección de proveedores, materiales y diseño sostenible.
- Mejora la comunicación ya que permite mediante la identificación de su huella de carbono demostrar ante terceros el compromiso con la sustentabilidad.
- Establece un cambio de enfoque dentro de la organización, siendo este un mecanismo de promoción interna y externa de la sustentabilidad de la empresa.

## 5. RECOMENDACIONES

Volver a utilizar el calculador de emisiones para medir la reducción concreta de emisiones que se lograron gracias a la implementación del plan de gestión, y cuantificar la nueva Huella de Carbono para la producción de Limón en Tucumán.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BUR 2 Biennial Update Report. Argentina, Agosto 2017
- CEPAL, 2005. Cuentas Ambientales: Conceptos, Metodologías y Avances en los Países de América Latina y el Caribe”. Farid Isa, Marcelo Ortúzar y Rayén Quiroga. División de Estadística y Proyecciones Económicas. Santiago de Chile, Chile.
- CEPAL, 2015. Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe.
- Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol). Desarrollado por World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales) y World Business Council for Sustainable Development (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible), es uno de los protocolos más utilizados a escala internacional para cuantificar y gestionar las emisiones de GEI.
- J. Hilbert; S. Galbusera, 2011: Análisis de Emisiones de la producción de Biodiesel en el Noroeste Argentino.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution to the Working Group II for the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva. UNFCCC. 2011. Cancún Agreements. <http://cancun.unfccc.int/>
- IPCC<sup>4</sup>: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Panel Internacional de Cambio Climático. Valores de factores de emisión para todas las actividades productivas y fuentes de emisión antropogénicas, como agricultura, industria, energía, residuos.

Fuente: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

---

<sup>4</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Panel Internacional de Cambio Climático.



- IPCC<sup>5</sup>: Intergovernmental Panel on Climate Change. Understanding Global Warming of 1,5°C
- IPCC 2006 GHG Workbook: Una completa guía para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes y sectores, y que incluye una detallada lista de factores de emisión. Esta guía se creó con el fin de servir de orientación para cuantificar las emisiones de GEI de los inventarios nacionales, pero puede ser de gran utilidad a la hora de calcular la huella de carbono de las organizaciones. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización.
- ISO 14.064-1 Cuantificación y reporte de emisiones y remociones de GEI en organizaciones.
- Revista Gestión Ambiental: Evaluación de la sostenibilidad de la producción de limón y naranja en Sicilia, un análisis energético, económico y ambiental; 2013.
- Secretaría de Ambiente de la Nación: Factores de emisión varios, incluyendo factores de emisión para combustibles fósiles, factores de emisión para diferentes actividades agrícolas, factor de emisión por tratamiento de residuos.

Fuente:

[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/file/parte4\\_inventario\\_gases.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/file/parte4_inventario_gases.pdf)

- Secretaría de Energía de la Nación: Factor de Emisión de CO<sub>2</sub>, de la Red Argentina de Energía Eléctrica, de actualización anual.

Fuente: <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2311>

- Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), 2008. El Cambio Climático en Argentina. Disponible en: <http://www.bav.agenciaambiental.gob.ar/repositorio/files/varios/saydscambclimatargentina.pdp>
- Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), 2015. Estrategia Nacional de Cambio Climático.

---

<sup>5</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Panel Internacional de Cambio Climático.

- SENASA, Exportación de fruta fresca en Argentina, Oficina de estadística de Comercio Exterior de SENASA, 2013.
- V. Vilariño, Huella de Carbono para Cítricos Frescos para Exportación. 2017