



Universidad de Valladolid



DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE
EMPRESAS Y COMERCIALIZACIÓN E
INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.

PROYECTO FIN DE CARRERA

**“ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA
COMPARATIVO DE UNA
MERMELADA DE NARANJA
ECOLÓGICA Y NO ECOLÓGICA”.**

AUTOR:

FRANCISCO ALBERTO PÉREZ GUTIÉRREZ

DIRECTORA:

MARÍA ELENA PÉREZ VÁZQUEZ

Valladolid, Septiembre de 2013

Organización del Proyecto:

<u>AGRADECIMIENTOS.</u>	7
<u>ÍNDICE.</u>	
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Entorno de desarrollo	8
1.2. Objetivos y metodología	8
1.3. Estructura del proyecto	9
1.4. Justificación del proyecto	9
2. HERRAMIENTA A UTILIZAR: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV) ...	13
2.1. Introducción	13
2.2. Orígenes del ACV.....	13
2.3. Normativa del ACV	15
2.4. Metodología del ACV	17
2.5. Ventajas y Desventajas del ACV	30
2.6. Aplicaciones del ACV	30
2.7. Herramientas informáticas para el ACV	31
3. LOS CULTIVOS DE NARANJAS.	32
3.1. Introducción	32
3.2. La empresa La Molienda S.C.A.	32
3.3. Los cultivos.	32
3.3.1. Importancia Económica y Distribución Geográfica.	32
3.3.2. Requerimientos Edafoclimáticos.	33
3.3.3. Variedades.	35
3.3.4. Patrones.	35
3.3.4.1. Citrange Carrizo y Troyer.	36

3.3.4.2.	Mandarino Cleopatra.	36
3.3.4.3.	Poncirus Trifoliata.	36
3.3.5.	Mejora Genética.	38
3.3.6.	Particularidades de Cultivo.	38
3.3.6.1.	Diseño de la Plantación.	38
3.3.6.2.	Abonado.	38
3.3.6.3.	Riego.	40
3.3.6.4.	Poda.	40
3.3.6.5.	Labores. Control de malas hierbas.	41
3.3.7.	Plagas y Enfermedades.	44
3.3.7.1.	Plagas.	44
3.3.7.2.	Enfermedades.	61
3.3.8.	Recolección.	66
3.3.9.	Post-Cosecha.	66
3.3.10.	Naranjas de IV Gama.	69
3.3.11.	Valor Nutricional.	70
4.	OBTENCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO Y SU DISPOSICIÓN FINAL..	71
4.1.	Introducción.	71
4.2.	El vidrio.	71
4.2.1.	Los tarros.	79
4.2.2.	Las tapas de cierre.	84
4.2.3.	Papel impreso en los tarros.	91
4.2.4.	Adhesivo de unión del papel impreso a los tarros.	93
4.3.	Fabricación del producto.	99
4.4.	Distribución y Venta.	103

4.5. Disposición final. Gestión de Residuos.	104
4.5.1. Reciclaje del Vidrio.	105
4.5.2. Reciclaje de las tapas de cierre.	108
4.5.3. Reciclaje de las Etiquetas de papel.	113
5. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA COMPARATIVO DE LA MERMELADA DE NARANJA ECOLÓGICA Y NO ECOLÓGICA.	116
5.1. Introducción.	116
5.2. Descripción del Ciclo de Vida de los productos.	116
5.2.1. Tarros de vidrio.	117
5.2.2. Tapas de hojalata.	117
5.2.3. Etiquetas de papel.	117
5.2.4. Cajas de cartón.	118
5.2.5. Cultivos de naranjas no ecológicas.	120
5.2.6. Cultivos de caña de azúcar.	122
5.2.7. Cultivos de goma guar.	124
5.2.8. Mermelada de naranja no ecológica.	125
5.2.9. Cultivos de naranjas ecológicas.	127
5.2.10. Cultivos de agave ecológico.	138
5.2.11. Mermelada de naranja ecológica.	139
5.2.12. Consumidor.	140
5.2.13. Tablas-Resumen del Ciclo de Vida.	144
5.3. ACV Comparativo de las mermeladas de naranja con SimaPro 7.1.	147
5.3.1. Mermelada de Naranja No Ecológica.	147
5.3.2. Mermelada de Naranja Ecológica.	152
5.3.3. Mermelada de Naranja Ecológica. Escenario Alternativo.	154

6.	VERIFICACIÓN DE DATOS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA. .	158
6.1.	Introducción.	158
6.2.	Análisis de amplitud.	159
6.3.	Análisis de coherencia.	159
6.3.1.	Etapas del Proceso.	159
6.3.2.	Materias Primas y Energía.	159
6.3.3.	Transporte.	160
6.3.4.	Residuos Sólidos.	160
6.4.	Calidad de los Datos.	160
6.4.1.	Etapas del Proceso.	160
6.4.2.	Materias Primas y Energía.	160
6.4.3.	Transporte.	161
6.4.4.	Emisiones Atmosféricas.	161
6.5.	Análisis de las hipótesis planteadas y limitaciones.	161
6.5.1.	Etapas del Proceso.	161
6.5.2.	Materias Primas y Energía.	161
6.5.3.	Transporte.	162
7.	CONCLUSIONES.	162
7.1.	Conclusiones Generales del Análisis del Ciclo de Vida.	162
7.2.	Conclusiones Sociales.	164
8.	ESTUDIO ECONÓMICO.	164
8.1.	Gestión del Proyecto.	164
8.2.	Costes de Realización del Proyecto.	164
8.2.1.	Costes de Personal.	165
8.2.2.	Costes de Amortización de Equipos.	166

8.2.3. Costes de Material Consumible.	168
8.2.4. Costes Indirectos.	169
8.3. Coste Total del Proyecto.	169
ANEXO I: CUESTIONARIO DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DEL INVENTARIO.	170
ANEXO II: TABLAS DE FACTORES DE CARACTERIZACIÓN.	171
ANEXO III: SOFTWARE SIMAPRO 7.1 Y EL MÉTODO ECO-INDICADOR'99.	176
BIBLIOGRAFÍA.	180

AGRADECIMIENTOS:

No podría comenzar la redacción de este Proyecto Fin de Carrera sin antes agradecer a toda mi familia lo muchísimo que me ha apoyado en esta etapa de mi vida. En primer lugar darle las gracias a mi padre, en su memoria, allá donde esté, en lo más alto, cuando hace años me llamó Ingeniero. Él siempre confió en mí, en que terminaría mis estudios y con este Proyecto Fin de Carrera sé que lo conseguiré. En segundo lugar, a mi madre, que durante estos años me ha ayudado y animado, ante todo en mis peores momentos. A mis hermanas, a las que siempre he querido, a mis sobrinos, a mi novia, quien siempre se ha mantenido a mi lado y en definitiva, al resto de mi familia, que siempre han confiado en mí y en lo bien que terminaría mi Carrera Universitaria y sobre todo este Proyecto Fin de Carrera, el cual lo he realizado todo lo bien que sé y con todo mi cariño, contribuyendo así con toda la Comunidad Universitaria en tareas de Investigación. Gracias también a todos los profesores a del Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid, los cuales siempre me apoyaron y ayudaron en las múltiples asignaturas de la Carrera. Por supuesto también gracias a mi Tutora de Proyecto Fin de Carrera, quien siempre me ha entregado su apoyo desde el comienzo de este Proyecto. A mis amigos también, que siempre se han mantenido a mi lado con su apoyo.

No podría concluir este apartado sin dar las gracias a todos los médicos que me han atendido hasta el momento en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid; ellos me atendieron y curaron mis múltiples enfermedades hasta el momento y en cierta manera les debo mi vida a todos.

He contado siempre con la suerte de tener una familia y amigos estupendos, unos profesores maravillosos y una fuerza de voluntad interior enorme para realizar todas mis actividades.

¡Muchas Gracias a Todos!

INTRODUCCIÓN.

1.1. Entorno de desarrollo.

En este proyecto pretendemos realizar el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) comparativo de dos productos. Este término también podremos encontrarlo en la variada bibliografía con las siglas inglesas LCA (Life Cycle Assessment.)

Hasta el momento actual se han realizado múltiples ACV sobre distintos productos industriales: por ejemplo el Análisis del Ciclo de Vida de un disco de freno ventilado (Montaña Vallinas, 2004) o el ACV comparativo entre una instalación de calefacción por suelo radiante y una instalación de calefacción por radiadores (Mínguez Sancha, 2009.) Otros productos industriales no menos importantes que estos anteriores son los productos alimenticios y más concretamente los que denominamos ecológicos; pocos han sido los estudios hasta el momento de este tipo de productos. Con el objeto de conocer las distintas categorías de impacto de un producto ecológico, vamos a realizar un ACV completo de un producto alimenticio ecológico y compararemos dicho análisis con el ACV completo de un producto alimenticio no ecológico; aplicaremos nuestro análisis a los casos particulares de una mermelada de naranja ecológica y una no ecológica, productos producidos por empresa Malagueña “La Molienda, S.C.A.” Mediremos su impacto medioambiental y social.

El proyecto ha sido realizado en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid en el Dpto. de Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados.

1.2. Objetivos y metodología.

Mediremos el impacto ecológico de dos productos, en concreto de las mermeladas de naranja ecológica y no ecológica; realizaremos una valoración de los impactos medioambientales y sociales desde el origen de las materias primas, las transformaciones en los proveedores, dentro de la propia empresa durante la fabricación, posterior utilización y en la etapa final de los productos veremos si es posible su reutilización, su reproceso y los posibles residuos que deban ir directamente al vertedero.

Para medir el impacto medioambiental, estimaremos las emisiones de agentes contaminantes en la empresa y en toda la cadena de suministro y veremos cuáles pueden ser sus efectos sobre la Geosfera (el suelo, el aire, el agua y el clima) y la Biosfera (el cuerpo humano, otras especies y plantas).

Para medir el impacto social, veremos cuáles pueden ser los efectos sobre la Sociosfera (condiciones laborales de los trabajadores y la cantidad de empleos directos e indirectos que puede llevar asociada la fabricación de estos productos en particular), en definitiva tratamos de valorar la riqueza generada, asociada a las materias primas, transporte, fabricación, distribución y venta de los productos y posibles reciclaje o eliminación de los residuos asociados.

1.3. Estructura del proyecto.

Para la realización del proyecto comenzaremos definiendo lo que entendemos por ACV de un producto. Veremos la normativa aplicable en general, asociada a cualquier ACV y en particular, asociada a nuestros productos, la metodología a seguir al realizar el ACV de un producto, las limitaciones que tiene el ACV y algunas de las herramientas informáticas para realizar un ACV; nos centraremos en una en concreto; la veremos con más detalle y la utilizaremos para nuestro caso particular; en concreto se trata del programa SimaPro 7.1 desarrollado por la empresa holandesa Pré Consultants.

Veremos en los capítulos 3 y 4 todas las etapas asociadas a la fabricación de nuestros productos, mermeladas de naranja ecológica y no ecológica desde la obtención de las materias primas, los modos de transporte de las mismas a la fábrica, la fabricación propiamente dicha con sus distintas etapas, la distribución, la venta de ambos productos y por último, la disposición final y reciclaje de los envases.

En el capítulo 5 aplicaremos la metodología del ACV a nuestros casos particulares de las mermeladas de naranja ecológica y no ecológica fabricadas por la empresa “La Molienda, S.C.A.” Todo ello lo haremos sin perder de vista los aspectos medioambiental y social.

En el capítulo 6 realizaremos una Verificación de los Datos del Inventario del Ciclo de Vida.

Posteriormente dedicamos el capítulo 7 a las Conclusiones procedentes de nuestro análisis.

El Estudio Económico del proyecto lo detallaremos en el capítulo 8.

En el capítulo 9 se refleja toda la amplia bibliografía empleada en la realización de este Proyecto Fin de Carrera.

Finalmente se incluyen tres anexos relativos al cuestionario de recopilación de datos para la elaboración del análisis de inventario, tablas de factores de caracterización y al software SIMAPRO 7.1 y el Método ECO-INDICADOR’99.

1.4. Justificación del proyecto.

Hemos decidido inclinarnos por realizar el análisis del ciclo de vida comparativo de un producto ecológico respecto a uno no ecológico por la cantidad de ventajas que acompañan a los productos ecológicos respecto a otros no ecológicos; evidentemente queremos demostrar dichas ventajas y comparar ambos productos mediante el ACV. También pretendemos analizar los posibles perjuicios que, como en cualquier producto industrial, se dan este tipo de productos. En definitiva se trata de valorar los posibles impactos ambientales, asociados a las distintas etapas de ambos productos, desde que “nacen” hasta que “mueren.”

Según nos expresa la empresa “Natursoy, S.L.” y que se consideran lógicas, algunas de las ventajas asociadas al consumo de los productos ecológicos son:

- Por la propia Salud (pues en el 99% de los alimentos ecológicos se observan sustancias beneficiosas para el consumo humano), la preservación del Medio Ambiente, la protección de los animales, de la naturaleza y un mejor sabor son algunos de los motivos para consumir productos ecológicos y para considerarlos en este Proyecto.

- Son saludables: los productos ecológicos son más saludables, ya que están libres de residuos tóxicos persistentes procedentes de pesticidas, antibióticos, fertilizantes sintéticos, aditivos y conservantes, muchos de ellos utilizados en la agricultura convencional para eliminar insectos o plagas y combatir enfermedades, y que a medio o largo plazo pueden dañar nuestro organismo. Al no contener sustancias artificiales, los alimentos procedentes de la agricultura ecológica son asimilados correctamente por el organismo sin alterar las funciones metabólicas. Según los especialistas en nutrición, gran parte de las enfermedades degenerativas tienen su origen en la alimentación. Otra característica de la agricultura ecológica es que, al cultivar los alimentos en suelos equilibrados por fertilizantes naturales, los productos son más nutritivos ya que contienen unos niveles más altos de vitaminas, especialmente la vitamina C, minerales esenciales como calcio, magnesio, hierro, cromo, etc., antioxidantes, que ayudan a prevenir determinadas enfermedades como el cáncer, hidratos de carbono y proteínas. Como ejemplos tenemos las legumbres y hortalizas de procedencia ecológica, las cuales tienen una mayor cantidad de nutrientes: hierro, potasio y calcio. Los huevos de gallinas ecológicas tienen más proteínas. La grasa de animales alimentados con comida natural no contiene sustancias tóxicas que hubieran podido ingerir vía piensos industriales.

En los cultivos convencionales se emplean nitratos como fertilizantes; estos nitratos en el consumo a largo plazo pueden producir cáncer o insuficiencia de oxígeno en la sangre. La planta absorbe los nitratos en las hojas y en el bulbo y de aquí pasan al consumo humano.

- No contienen aditivos sintéticos: los alimentos ecológicos no contienen aditivos de síntesis que pueden provocar problemas en la salud tales como insuficiencias cardíacas, osteoporosis, migrañas e hiperactividad. Cabe destacar que los productos biológicos, cultivados sin el uso de agroquímicos, respetando los ritmos naturales y sin aditivos, son equilibrados y muy ricos en nutrientes. Por otro lado, diferentes estudios han demostrado que no es imprescindible la incorporación de sustancias de síntesis en el cultivo o producción de alimentos ni en su conservación posterior.
- No contienen pesticidas: centenares de pesticidas químicos son utilizados habitualmente en la agricultura convencional lo que provoca que restos de residuos de pesticidas aparezcan en los alimentos procedentes de esta agricultura que ingerimos diariamente. Diferentes estudios toxicológicos realizados demuestran la relación existente entre los pesticidas y ciertas patologías como el cáncer, las alergias y el asma. El uso de pesticidas también es perjudicial para la salud del trabajador agrícola, un problema serio especialmente en países en desarrollo, donde el uso de pesticidas está poco regulado. A su vez, la utilización de estas sustancias daña el medio ambiente y conlleva un coste adicional a la sociedad, ya que ésta debe eliminar los residuos que los pesticidas dejan en la naturaleza.
- No contienen organismos genéticamente modificados: en la agricultura ecológica no se autorizan los organismos genéticamente modificados (OGM). El cultivo de OGM puede tener consecuencias negativas para el medio ambiente y faltan investigaciones sobre las consecuencias a largo plazo del

cultivo transgénico; actualmente no existen resultados científicos que demuestren que el cultivo de OGM y los alimentos transgénicos sean inofensivos para el medio ambiente y la salud humana, y se desconoce si la ingesta de plantas modificadas genéticamente supone un peligro directo para la salud, aunque hay indicios que muestran una influencia en el metabolismo. La agricultura con organismos genéticamente modificados conduce hacia la uniformidad genética y con ello hacia una erosión genética, lo que significa una pérdida de variedad, con grandes extensiones de un mismo cultivo. La agricultura ecológica quiere conservar e impulsar la variedad genética de las especies y tipos, y con ello la riqueza de los paisajes de cultivo.

- No contienen antibióticos: en la actualidad existe una preocupación sobre el creciente uso de antibióticos en la ganadería tradicional y los posibles efectos sobre la salud humana. Los estándares de control del reglamento europeo prohíben el uso de antibióticos en la ganadería ecológica, hecho que beneficia la salud de los consumidores. El tratamiento veterinario que se dispensa al ganado, salvo excepciones muy tipificadas, es en muchas ocasiones homeopático; esto significa que los animales se cuidan de forma preventiva, evitando la administración de antibióticos, tranquilizantes u hormonas.
- Son sostenibles con el Medio Ambiente: respetar el Medio Ambiente es una de las señas de identidad de los productos ecológicos; cuando consumimos alimentos de cultivo ecológico colaboramos en la conservación del medio ambiente y evitamos la contaminación de la tierra, el agua y el aire. La agricultura ecológica es la más respetuosa con la fauna, la que genera una contaminación más baja de aerosoles, produce menos dióxido de carbono, previene el efecto invernadero, no genera residuos contaminantes y ayuda al ahorro energético y de los gobiernos, ya que en el cultivo y en la elaboración de los productos se aprovecha el máximo de recursos renovables. Cabe destacar que la disminución de la diversidad biológica es uno de los principales problemas ambientales de la actualidad; la agricultura orgánica preserva las semillas para el futuro, impidiendo, de este modo, la desaparición de algunas variedades de gran valor nutritivo y cultural.
- Tienen máximos niveles de calidad: los alimentos ecológicos provienen de la agricultura ecológica, que utiliza un sistema de producción de la máxima fiabilidad pues está sujeto a una trazabilidad desde el campo hasta la mesa mediante el **Reglamento Europeo 2092/91**. Todos los agentes que intervienen en la cadena agroalimentaria están sujetos al control e inspección de las materias primas utilizadas, el proceso de elaboración, el envasado, el etiquetado, etc. mediante las empresas de control y certificación acreditadas.
- Son respetuosos con el bienestar animal: el reglamento europeo contempla medidas específicas para la ganadería ecológica en lo que respecta a la habitabilidad en las granjas con el objetivo de evitar el estrés de los animales y potenciar el crecimiento en semi-libertad. Este tipo de ganadería permite que los animales crezcan a su ritmo natural y en unas condiciones de vida adecuadas. Los animales no son manipulados artificialmente o de manera intensiva para lograr una mayor producción, ya que, entre otros aspectos, no se practica la inseminación artificial ni se emplean hormonas.

La alimentación de estos animales está basada en pastos naturales, leche preferiblemente de su propia madre, y piensos y forrajes ecológicos, exentos de pesticidas, fertilizantes y transgénicos. Es importante destacar que un animal bien cuidado y sin estrés produce más y goza de más salud. Otra característica de la ganadería ecológica es que potencia las variedades autóctonas, que son las que mejor se han adaptado a las condiciones de la zona.

- Son respetuosos con la Naturaleza: la agricultura ecológica fertiliza la tierra y frena la desertificación; favorece la retención del agua y no contamina los acuíferos; fomenta la biodiversidad; mantiene los hábitats de los animales silvestres, permitiendo y favoreciendo la vida de numerosas especies; respeta los ciclos naturales de los cultivos, evitando la degradación y contaminación de los ecosistemas; favorece la biodiversidad y el equilibrio ecológico a través de diferentes prácticas: rotaciones, asociaciones, abonos verdes, setos, ganadería extensiva, etc.; potencia la fertilidad natural de los suelos y la capacidad productiva del sistema agrario; recicla los nutrientes incorporándolos de nuevo al suelo como compost o abonos orgánicos, y utiliza de forma óptima los recursos naturales. En definitiva respeta el equilibrio de la naturaleza contribuyendo a la preservación del ecosistema y al desarrollo rural sostenible.
- Debido a que las plantas sólo son regeneradas y fertilizadas orgánicamente, éstas crecen más sanas y se desarrollan de mejor forma, conservando el auténtico aroma, color y sabor. Por ello, muchos consumidores prefieren alimentos ecológicos, ya que conservan el verdadero sabor de cada ingrediente y les permite recuperar el sabor tradicional de los alimentos. Además, los alimentos ecológicos se conservan mejor que los convencionales; las frutas y verduras ecológicas tienen menos agua, lo cual significa más tiempo de conservación. Los alimentos industriales o de producción agrícola intensiva tienen más agua, lo que implica una peor conservación y debido a un mayor peso, un mayor precio.

Un concepto importante al que alude Daniel Goleman en el capítulo 6 del libro “Inteligencia Ecológica” es el de **transparencia radical**; *[la transparencia radical implica la identificación de todos los impactos de un determinado producto (no solo de su huella de carbono y de los demás costes medioambientales, sino también de sus riesgos biológicos y de las consecuencias sobre quienes han participado en su elaboración) desde el comienzo de su fabricación hasta su eliminación final y su presentación de un modo tal que facilite la toma de decisión de los compradores.]* En definitiva durante este proyecto emplearemos este concepto en las distintas fases de nuestro Análisis del Ciclo de Vida.

2. HERRAMIENTA A UTILIZAR: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV.)

2.1. Intruducción.

Cuando realizamos el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un producto, tratamos de analizar la fabricación del producto como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí:

- Materiales y Energía.
- Mano de obra, condiciones laborales, salud de los trabajadores.
- Generación de riqueza en diferentes zonas asociada al producto.
- Emisiones contaminantes y sus efectos sobre la Atmósfera, el agua, el suelo, la flora, la fauna y sobre todo, sobre la salud de los trabajadores, los habitantes cercanos a una determinada factoría y sobre la salud de los consumidores.

Nos decantaremos por dos definiciones, las cuales reflejan en su totalidad lo que se entiende por ACV:

Definición de ACV según la SETAC (Sociedad de química y toxicología ambiental):

[El Análisis del Ciclo de Vida es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesamiento de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final.], referido a <http://www.setac.org/>

Definición de ACV según Daniel Goleman:

[Análisis del Ciclo Vital (LCA en inglés, de Lyfe Cycle Analysis) es un método utilizado por la moderna ingeniería industrial para desmenuzar sistemáticamente cualquier producto fabricado por el ser humano en sus elementos compositivos y en los procesos industriales subsidiarios que le dieron origen y determinar, con precisión “casi quirúrgica”, su impacto sobre la naturaleza, desde el momento de su producción hasta el de su eliminación final.], referido al capítulo 2 del libro “Inteligencia Ecológica” de Daniel Goleman.

En definitiva **tratamos de estudiar las distintas etapas asociadas a la fabricación de un producto**, haciendo hincapié en el **uso de materiales, energía y mano de obra**, así como en las **emisiones a la atmósfera, agua o suelo**.

2.2. Orígenes del ACV.

La evolución histórica del ACV puede dividirse en dos períodos: el primero desde los años sesenta hasta finales de los ochenta y el segundo, desde 1990 hasta nuestros días. Los primeros estudios, en los años 60, se centraban en el cálculo del consumo energético necesario para la producción de sustancias químicas intermedias y finales. Posteriormente, como consecuencia de las predicciones de aumento de la población

(lo que hizo prever un incremento de la demanda de recursos materiales y energéticos) y sobre todo, a partir de la crisis del petróleo de los años setenta, se llevaron a cabo gran número de estudios más detallados encaminados sobre todo, a la gestión óptima de los recursos energéticos. Dado que para estos estudios había que tener en cuenta los balances de materia del proceso, fue necesario incluir en ellos el consumo de materias primas y la generación de residuos.

Entre el año 1975 y comienzos de los ochenta, disminuyó el interés por el tema, aumentando otra vez a inicios de los ochenta. Hay que destacar dos hechos importantes:

- La fundación de la SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry) en 1979, cuyo objetivo es el desarrollo de la metodología y los criterios de ACV y que actualmente lidera este tema.
- Debido a que en la población se incrementó la preocupación por el Medio Ambiente, tanto las industrias como la administración pusieron énfasis en el ACV. Las industrias lo hicieron con la intención de incrementar sus ventas definiendo su producto como más respetuoso con el Medio Ambiente y la administración con el interés de desarrollar normativas o criterios que permitieran clasificar los productos en función de su carga medioambiental.

La segunda etapa de desarrollo del ACV comienza en 1990, cuando se proyectó el tema a nivel internacional, con la organización de tres seminarios sobre ACV: el primero en Washington, organizado por World Wildlife Foundation y patrocinado por la EPA (Environmental Protection Agency, el segundo en Vermont, organizado por la SETAC y el tercero, en Lovaina organizado por Procter & Gamble.

Al mismo tiempo, diversas instituciones comenzaron a desarrollar estudios de sectores industriales o productos concretos; es el caso de BUWAL (Swiss Federal Office of Environment, Forest and Landscape), APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe) y PWMI (European Center for Plastics in the Environment.)

En 1992 se creó la SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), asociación formada por 20 grandes compañías europeas, con el objetivo de potenciar y normalizar el uso del ACV.

En 1993 se creó en la ISO (International Organization for Standardization) el Comité Técnico 207 (ISO/TC 207), con el objetivo de desarrollar normativas internacionales para la gestión medioambiental. El Subcomité SC 5 desarrolla la normalización referente al Análisis del Ciclo de Vida: la serie de normas **ISO 14040**. Las siguientes normas e informes técnicos han sido producidos por ISO dentro de la serie 14040 (Gestión ambiental – Análisis de Ciclo de Vida):

- **UNE-EN ISO 14040:** Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Principios y estructura (1997). Ofrece una visión general de la práctica, aplicaciones y limitaciones del ACV en relación a un amplio rango de usuarios potenciales, incluyendo aquellos con un conocimiento limitado sobre el ACV.
- **UNE-EN ISO 14041:** Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Definición de Objetivos y Alcance y Análisis de Inventario (1998). Recoge los requerimientos y directrices a considerar en la preparación,

aplicación o revisión crítica del análisis del inventario de ciclo de vida (la fase del ACV referente a la recogida y cuantificación de los consumos y emisiones relevantes que se producen en el ciclo de vida de un producto).

- **UNE-EN ISO 14042:** Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (2000). Ofrece una guía sobre la fase del ACV consistente en la evaluación de impactos (que tiene por objeto la evaluación de los impactos ambientales potenciales y significativos a partir de los resultados del análisis de inventario).
- **UNE-EN ISO 14043:** Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Interpretación del ciclo de vida (2000). Ofrece una guía sobre la interpretación de los resultados del ACV en relación con la definición de objetivos del estudio, incluyendo una revisión del alcance del ACV, así como del tipo y calidad de los datos utilizados.
- **ISO/TR 14047:** Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Ejemplos de aplicación de la **ISO 14042** (2003).
- **ISO/TS 14048:** Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Normalización de datos e información para una evaluación de ciclo de vida (2002).
- **ISO/TR 14049:** Norma de Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Ejemplos de aplicación de la **ISO 14041** (2000).

2.3. Normativa del ACV.

Podemos citar diferentes Normas a que está sujeto el ACV de un producto:

- **Norma UNE-EN ISO 14010** (Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida, Principios y Estructura) la cual define el ACV como una técnica para evaluar los aspectos medioambientales y potenciales impactos asociados con un producto/proceso, mediante:
 - La recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema del producto (producto/proceso en estudio).
 - La evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados con las entradas y salidas identificadas en el inventario.
 - La interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos de estudio.
- **Norma UNE-EN ISO 14040:** Gestión Medioambiental, Análisis del Ciclo de Vida, Principios y Estructura.
- **Norma UNE-EN ISO 14041:** Gestión Medioambiental, Análisis del Ciclo de Vida, Definición de Objetivos y Alcance y Análisis de Inventario.
- **Norma UNE-EN ISO 14040:** Gestión Medioambiental, Análisis del Ciclo de Vida, Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida.

- **Norma UNE-EN ISO 14040:** Gestión Medioambiental, Análisis del Ciclo de Vida, Interpretación de Ciclo de Vida.

Dentro del contexto de las Legislaciones Comunitaria y Española, el ACV no está sometido a legislación alguna, si bien su filosofía, tal como se entiende en la actualidad, se refleja en los principales reglamentos y directivas relacionados con los **sistemas de gestión ambiental y prevención** desarrollados por la Comisión Europea, así como en las últimas regulaciones legislativas españolas.

- **Legislación Comunitaria:** se introducen conceptos e ideas compartidas con las del ACV en distintas regulaciones; exponemos a continuación las más representativas:
 - **Resolución 97/C 76/01**, de 24 de febrero de 1997, sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos.
 - **Directiva 94/61/CE del Consejo**, de 24 de septiembre de 1994, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación. (IPPC).
 - **Directiva 94/62/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.
 - **Resolución del Consejo**, de 1 de febrero de 1993, sobre un programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible.
 - **Reglamento CEE nº 1836/93**, de 29 de junio de 1993, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario gestión y auditorías ambientales.
 - **Reglamento CEE nº 880/92 del Consejo**, de 23 de marzo de 1992, relativo a un sistema comunitario de concesión de etiqueta ecológica.
- **Legislación Estatal:** siguiendo la línea de las disposiciones comunitarias en materia de Medio Ambiente, la legislación española más reciente también incluye la idea del ACV en algunos de sus puntos, como parte de la **responsabilidad del productor, comerciante y envasador** sobre los objetos que entregan al mercado y que se convertirán en residuos:
 - **Ley 10/98**, de 21 de abril de Residuos.
 - **Ley 11/97**, de 24 de abril de envases y residuos de envases.

2.4. Metodología del ACV.

En la figura 1 podemos apreciar a modo de esquema las distintas fases involucradas en el ACV de un producto:

- Adquisición de materias primas.
- Fabricación, procesado y formulación de productos.
- Distribución y transporte.
- Uso, reutilización y mantenimiento.
- Gestión de residuos (reciclaje, valorización, eliminación en vertedero.)

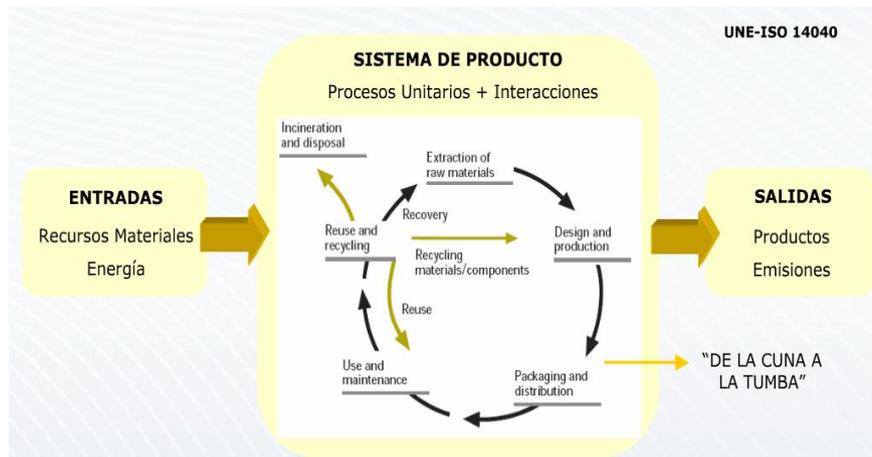


Figura 1: Ciclo de Vida de un producto. (Fuente: Norma ISO 14040.)

Como entradas a dicho Ciclo tenemos los Recursos Materiales y Energéticos.

Como salidas del Ciclo tenemos distintos Productos y Emisiones al aire, al agua y al medio terrestre en general.

Todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, suponen consumo de recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su periodo vital.

La herramienta del ACV es relativamente moderna, ya que fue desarrollada en los años 60 y fue utilizada para la prevención de la polución en los años 70.

En consecuencia no existen procedimientos específicos o guías a seguir, pero hay una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de la necesidad a resolver a través del ACV.

El principio básico de la herramienta es la identificación y descripción de todas las etapas del Ciclo de Vida de los productos, desde la extracción y pre-tratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible re-utilización, reciclaje o desecho del producto.

Según la preocupación medioambiental aumenta, el **comportamiento medioambiental** de los productos y procesos se ha convertido en un aspecto clave, cada producto tiene su vida. La vida de un producto empieza en el diseño y desarrollo del producto y finaliza con la reutilización, reciclaje, etc.

Refiriéndonos a la figura 1, veamos brevemente cada etapa del ciclo de vida por separado:

- Adquisición de materias primas: consideramos todas las actividades necesarias para la extracción de las materias primas y las aportaciones de energía del medio ambiente, incluyendo el transporte previo a la producción.
- Fabricación, procesado y formulación de productos: son las actividades necesarias para convertir las materias primas y energía en el producto deseado; en la práctica esta etapa se compone de una serie de sub-etapas con productos intermedios que se forman a lo largo de la cadena del proceso.
- Distribución y transporte: comprende el movimiento de materiales o de energía entre las diferentes operaciones en cualquier etapa del Ciclo de Vida, incluida la extracción de recursos. La distribución comprende el paso de los productos o manufacturados desde su salida de fábrica hasta el usuario final.
- Uso, reutilización y mantenimiento: utilización del producto acabado a lo largo de su vida en servicio. Los límites de esta etapa comienzan con la distribución de los productos o materiales y terminan cuando estos productos o materiales pasan a ser residuos.
- Gestión de residuos (reciclaje, valorización, eliminación en vertedero): el reciclaje comienza una vez que el producto ha servido para su función inicial y consecuentemente se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto.) Comprende todas las actividades necesarias para recoger el residuo y llevarlo a un proceso fisicoquímico o mecánico para obtener una materia prima o un nuevo producto; de esta forma lo introducimos de nuevo en el Ciclo de Vida. Para la valorización de los residuos, los consideramos como una materia prima secundaria de un proceso, ahorrando materias primas naturales y disminuimos así la producción de residuos, acercándonos cada vez más al objetivo ideal de “impacto mínimo y residuos cero”. Esto se produce ante una perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar y tratar de forma eficaz los residuos.

El ACV es un marco metodológico para estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles al ciclo de vida de un producto. Todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, suponen consumo de recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su período vital. Los impactos medioambientales que se valoran habitualmente incluyen el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la generación de ozono troposférico, eutrofización, acidificación, etc.

Si bien todos los ACV deben cubrir las mismas etapas, el nivel de detalle no es el mismo en todos ellos, ya que depende del objetivo a cubrir.

Ello da lugar a la diferenciación de tres tipos de ACV:

- **ACV conceptual**: es el ACV más sencillo. Se trata de un estudio básicamente cualitativo, cuya finalidad principal es la identificación de los potenciales impactos que son más significativos. Los datos que se utilizan son cualitativos y muy generales.
- **ACV simplificado**: es el segundo en escala de complejidad. Consiste en aplicar la metodología de ACV para llevar a cabo un análisis selectivo (tomado sólo en consideración datos genéricos y abarcando el Ciclo de Vida de forma superficial), seguido de una simplificación (centrándose en las etapas más importantes) y un análisis de la fiabilidad de los resultados.
- **ACV completo**: es el nivel más complejo. Consiste en realizar un análisis en detalle, tanto del inventario como de los impactos, de forma cualitativa y cuantitativa.

El ACV se utiliza como medio para proveernos de un **marco sistemático** que ayude a **identificar, cuantificar, interpretar y evaluar los impactos medioambientales** de un producto, una función o servicio de manera ordenada. Se trata de una **herramienta diagnóstica** que puede ser utilizada para **comparar productos o servicios existentes con otros o con normativas**, pudiendo indicar áreas de mejora de productos existentes o ayudar en el diseño de nuevos productos.

→ **UNIDAD FUNCIONAL**: es el elemento clave del ACV y ha de ser definido claramente. Es la medida de la función del sistema estudiado y da una referencia de cuáles son las entradas y salidas relacionadas, es decir, la Unidad Funcional es aquella a la que irán referidas todas las entradas y salidas del sistema. Esto **permite la comparación de dos sistemas diferentes**. La definición de la unidad funcional puede ser difícil; ha de ser precisa y suficientemente comparable para ser utilizada como referencia. En el este Proyecto, donde aplicaremos los estudios de ACV a la fabricación de las mermeladas de naranja ecológica y no ecológica, tomaremos como **unidades funcionales tarros de 275 gramos de peso neto de cada tipo de mermelada de naranja** procedentes de la empresa La Molienda, S.C.A.

→ **LÍMITES O FRONTERAS DEL SISTEMA**: determinan qué unidades de procesos se incluirán en el estudio de ACV. Definirlos es una elección en parte subjetiva, que se hace a lo largo de la definición del alcance a la hora de definir los límites.

Se pueden considerar los siguientes límites:

- **Límites entre el sistema tecnológico y naturaleza**. Un ciclo de vida normalmente empieza con la extracción de las materias primas y el transporte de la energía de la naturaleza. Las etapas finales normalmente incluyen generación de residuos y/o producción de calor.

- **Área geográfica.** La geografía juega un papel crucial en la mayoría de ACV, p.e. infraestructuras, producción de electricidad, gestión de residuos y sistemas de transporte, variando de una región a otra. La sensibilidad de los impactos medioambientales también varía de unas regiones a otras.
- **Horizonte de tiempo.** Hay que definir no sólo los límites espaciales, también los temporales. Básicamente, los ACV se llevan a cabo para evaluar los impactos presentes y para predecir los escenarios futuros. Las limitaciones de tiempo dependen de las tecnologías utilizadas, la vida de los contaminantes, etc.
- **Límites entre el actual ciclo de vida y los ciclos de vida de otros sistemas técnicos relacionados.** La mayoría de las actividades se interrelacionan. Por ejemplo, la producción de bienes de capital, la viabilidad económica de nuevos y medioambientalmente más amables procesos, pueden ser evaluados en comparación con la tecnología utilizada actualmente. Las maneras en que se interrelacionan los sistemas de productos son muy complejas. Idealmente, los ciclos de vida de los productos se utilizan para producir los materiales y también se requieren productos bajo investigación. Eso llevaría a listados de entradas y salidas interminables; consecuentemente, se han de marcar los límites, excluyendo determinadas partes que puedan alterar el resultado final del estudio. Es muy útil tener **un diagrama del sistema** para identificar los límites y pasa lo mismo con algunas elecciones como la producción, disposición de bienes de capital y límites naturales.

→ **REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS DATOS:** la validez de los resultados de los estudios de ACV depende mucho de la calidad de los datos requeridos. Es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Cobertura de tiempo, cobertura geográfica, cobertura tecnológica, precisión, representatividad de los datos. Consistencia y reproducibilidad de los métodos utilizados para obtener los datos. Certeza de la información y datos que faltan.

El desarrollo de un Análisis de Ciclo de Vida según la **Norma UNE-EN ISO 14040**, debe cubrir las siguientes **etapas metodológicas:**

- **Etapa 1. Definición del Objetivo y Alcance del ACV.**
- **Etapa 2. Análisis de Inventario del Ciclo de Vida.**
- **Etapa 3. Evaluación de Impacto del Ciclo de Vida.**
- **Etapa 4. Interpretación.**

A continuación veremos con detalle las distintas **etapas incluidas en todo ACV**. A modo de esquema las hemos ilustrado en la figura 2. Observamos la interrelación existente entre ellas; las fases no son simplemente secuenciales; el ACV es una técnica iterativa que permite ir incrementando el nivel de detalle en sucesivas iteraciones.

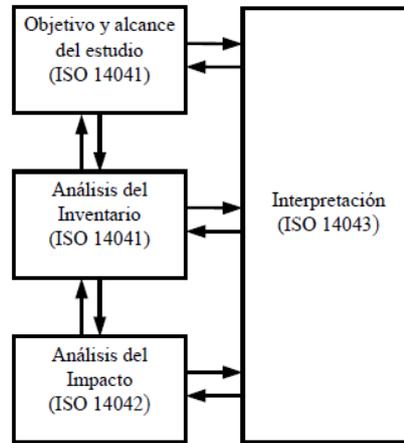


Figura 2: Fases de un ACV. (Fuente: Norma ISO 14040)

➤ **Definición del Objetivo y Alcance del ACV:**

Comprende la exposición de los motivos por los que se desarrolla el estudio y la descripción del destinatario del mismo. El alcance es la definición de la amplitud, profundidad y detalle del estudio.

- Definición del objetivo del ACV: debe ser clara y coherente con la aplicación que se va a dar al estudio.
La definición de objetivos debe incluir:
 - Identificación del cliente y del realizador del estudio.
 - Razones para realizar el estudio y el tipo de información que se espera obtener del él.
 - Aplicación prevista del estudio y uso que va a hacer con los resultados.
 - Destinatario previsto del estudio (es decir, si será un informe interno, si se hará público y a quién).
- Definición del alcance del ACV: esta etapa debe reflejar claramente la extensión del estudio lo cual implica, de acuerdo a la **Norma ISO 14040**, la interpretación de:
 - Los requisitos que deben cumplir los datos del inventario.
 - Las hipótesis y limitaciones.
 - Los requisitos y limitaciones.

El alcance también debe incluir el tipo de revisión crítica a efectuar, si esta es necesaria de acuerdo con los objetivos del estudio, el tipo y formato del informe final.

➤ **Análisis de Inventario de Ciclo de Vida (ICV):**

Esta fase consiste en la cuantificación de las entradas y salidas del sistema en estudio, en la que se incluye el uso de recursos (materias primas y energía), las emisiones a la atmósfera, suelo y aguas y la generación de residuos. Los datos son validados y relacionados con la **Unidad Funcional**, de manera que se puedan agregar los resultados. Los datos obtenidos en esta fase son el punto de partida para la **Evaluación de Impacto del Ciclo de Vida**. Una etapa importante en el proceso de cálculo es la ubicación de los flujos, p.e. los relativos al aire, agua y terreno. Esta fase emplea datos cuantitativos para establecer la energía y tipos de materiales que se toman del entorno del sistema y que se emiten a él durante el Ciclo de Vida completo del sistema producto. El Análisis de Inventario de Ciclo de Vida se centra en los procedimientos de recogida de datos y de cálculo. Para la realización de ICV se dispone distintas **bases de datos ambientales** (EIME, TEAM, ENET, IDEMAT, ETH 96, BUWAL, etc.) La información resultante del inventario es evaluada e interpretada, permitiéndose así la identificación y el análisis de posibles mejoras y la toma de decisiones ambientales. La mayoría de los procesos existentes tienen que ver con más de un producto; los materiales y los flujos de energía tienen que ser contemplados como un todo, así como las relaciones medioambientales se deben ubicar en varios productos.

Las etapas a cuantificar son las que componen el Ciclo de Vida del producto/proceso:

- Adquisición de materias primas.
- Fabricación, procesado y formulación de productos.
- Distribución y transporte.
- Uso, reutilización y mantenimiento.
- Reciclaje.
- Gestión de residuos (reciclaje, valorización, eliminación en vertedero.)

Siempre que sea posible, es recomendable utilizar datos directamente obtenidos del proceso en estudio, a través de:

- Medidas “in situ”.
- Balances de materia y energía.
- Entrevistas, fuentes bibliográficas, etc.

El inventario, a fin de dar una visión global del producto o proceso al que corresponde, además de los datos cuantificados debe constar de:

- Diagramas de flujo que dejen claro el sistema en estudio, así como las relaciones que tienen lugar dentro del mismo.
- Descripción detallada de cada unidad de proceso, listando la categoría de los datos asociados con cada una de ellas.
- Descripción de una lista donde se especifiquen las unidades de medida de cada parámetro.
- Descripción de los métodos empleados para recoger los datos y de las técnicas de cálculo empleadas para cada categoría de datos.
- Instrucciones informando claramente de las fuentes documentales para casos especiales, irregularidades, o cualquier otra circunstancia asociada con la recogida de datos.

El proceso de recopilación de datos es el que más recursos consume dentro del ACV. La reutilización de datos de otros estudios puede simplificar el trabajo, pero hay que tener en cuenta que los datos han de ser representativos. Los sistemas de producto suelen contener tipos de procesos comunes a todos los estudios, como fuentes de energía, transporte, servicios de tratamiento de residuos y producción de sustancias químicas y materiales. El aspecto de calidad también es crucial. Los problemas que nos podemos encontrar al analizar el ICV incluyen:

- Es necesario un amplio número de unidades de proceso resultantes del aprendizaje mutuo de varios “dueños” de procesos.
- El trabajo normalmente supone comunicaciones entre diversos de los límites, que habitualmente están fuera de los flujos de información en la gestión.
- Durante el ACV, para todas las unidades de proceso, la cantidad de cada producto, contaminantes, recursos, etc. han de ser medidos de la misma manera. Adicionalmente, la nomenclatura para denotar los flujos y otros cambios medioambientales ha de ser considerada a través del sistema de producto.

A pesar de que hay muchos datos disponibles en bases de datos, siempre hay procesos que no se encuentran listados o cuyos datos no son representativos. Los datos los podemos separar en dos clases:

- Datos de fondo: información para materiales genéricos, energía, transporte y sistemas de gestión de residuos. Este tipo de datos se encuentra normalmente en la literatura y bases de datos.
- Primer plano de datos: datos específicos requeridos para modelar el sistema específico. Normalmente son datos que describen un producto específico y un sistema de producción.

Podemos clasificar la información del ICV de la siguiente forma:

- Materias primas directas y auxiliares.
Aquí se deben considerar por un lado todos los materiales que, en forma acumulativa, se utilizan para producir el producto, proceso o actividad, como por ejemplo son los minerales, los productos agrícolas y materias primas diversas provenientes de otros procesos y que intervienen directamente en la producción.
- Energía.
Englobamos en este campo a los diferentes tipos de energía que deben considerarse en un ACV, distinguiéndose:
 - Los combustibles y electricidad utilizada en el proceso.
 - La Energía utilizada como materia prima a ser transformada.
 - La Energía consumida en la producción y transporte de los combustibles.
 - La Energía consumida en la producción de electricidad.

- Emisiones a la Atmósfera.
En esta categoría se consideran todas las emisiones de contaminantes a la atmósfera, tanto de forma gaseosa como de material particulado, tanto de fuentes móviles como de fuentes estacionarias, después de pasar por equipos de control de emisiones, así como las diversas fugas existentes.
- Descargas al agua.
Aquí se consideran las descargas de fuentes puntuales o difusas, tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas, después de pasar por las plantas de tratamiento de aguas. Esta categoría también incluye las descargas debidas a fugas.
- Descargas al suelo.
Esta categoría considera todos los residuos y sustancias que son enviados a los confinamientos controlados, que son inyectados en pozos profundos y las descargas directas a los suelos. Estos contaminantes pueden estar en forma sólida o líquida. Se consideran también los residuos que se generan después de los procesos de incineración, compostaje, así como de procesos de tratamiento, recuperación y reciclaje. También aquí se incluyen las fugas y tiraderos de basura.
- Emisiones y descargas provenientes del uso de combustibles.
En esta categoría se incluyen aquellas emisiones al aire, agua y suelo asociadas con la combustión y el uso de la energía. Estas emisiones varían dependiendo del tipo de combustible y de acuerdo al tipo de equipo de control de emisiones con el que se cuenta.
- Otras emisiones y descargas.
Esta categoría contiene otro tipo de contaminantes, como por ejemplo, ruido, vibraciones, radiación, olor y calor de desecho.

➤ **Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida:**

La fase de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida relaciona los resultados del Análisis de Inventario con los efectos ambientales a que da lugar, con el fin de valorar la importancia de los potenciales impactos que generan. En el contexto del ACV se define un impacto como la anticipación razonable de un efecto, ya que no se trata de determinar impactos reales, sino de ligar los datos obtenidos en el inventario con una categoría de impacto y cuantificar la contribución a esta por cada uno de ellos.

La Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida consta de cuatro etapas: Clasificación, Caracterización, Normalización y Valoración.

- Clasificación: consiste en el agrupamiento de las cargas ambientales debidas al consumo de recursos y a la generación de emisiones y residuos, en función de los potenciales efectos ambientales que produce cada una de ellas. Se lleva a cabo una asignación de las cargas ambientales del sistema objeto de estudio a las distintas categorías de impacto consideradas.

Entre las categorías que se consideran en un ACV están las siguientes:

- Consumo de Recursos.
Generalmente, en el ACV se mide el efecto relativo del consumo de recursos sobre el agotamiento de estos recursos, teniendo en cuenta su escasez relativa y el horizonte temporal en el que se cree que se agotarán. Así, la relevancia ambiental del consumo de un recurso es inversamente proporcional a su abundancia (cuanto más hay, menos importante es consumirlo) y directamente proporcional al ritmo de explotación (si se consume muy rápidamente, se agotará antes y por lo tanto debe ser más importante). El cálculo de esta categoría de impacto es de una gran complejidad dado que supone poseer datos de un inventario previo de todos los recursos existentes en el planeta para calcular la relevancia de cada uno en función de su escasez.
- Calentamiento Global (CG).
En esta categoría se incluyen las emisiones que contribuyen al Calentamiento Global de la Tierra. Expresa la capacidad para absorber la radiación infrarroja de una unidad de masa de contaminante en comparación con la misma unidad de masa de CO₂. Se ha estimado en diversos informes que la temperatura global ha aumentado 0,2 °C por década y que este aumento será mayor en los próximos años si continúa el crecimiento en la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI); dicho aumento ascenderá a 0,3°C por década. Dicho incremento conllevaría un cambio climático, ya que se estima que la temperatura global aumentaría unos 5°C en el año 2050.
- Destrucción de la Capa de Ozono (DO).
Se expresa en esta categoría la capacidad que tiene un contaminante para destruir el ozono. Dicho contaminante se expresará en kilogramos equivalentes de CFC-11. Según los acuerdos adoptados (en el Protocolo de Montreal y posterior revisión en Copenhague), todas las emisiones de CFC's deberían haberse eliminado en el año 2000, ya que además del impacto en esta categoría, también contribuyen considerablemente al Calentamiento Global.
- Acidificación (A).
Esta categoría indica la capacidad de algunos compuestos de liberar iones H⁺. Expresa la capacidad para realizarlo de una unidad de masa, en comparación con la misma unidad de masa de SO₂. El uso de combustibles con alto contenido en azufre es la principal causa de este fenómeno. En esta categoría se deben tener en cuenta los siguientes factores: el lugar donde se produce la deposición, los efectos sinérgicos y el tipo de emisión ácida.

- Eutrofización (E).
Al producirse la adición de nutrientes al agua se produce el fenómeno de nitrificación; esto hace que se genere biomasa. Si se produce un aumento desmesurado de la biomasa (fundamentalmente algas), ésta consumirá gran parte del oxígeno del agua, eliminando muchas de las formas de vida; a este fenómeno se le denomina Eutrofización. El elemento que se utiliza como referencia y al cual se refieren el resto de los componentes, es el anión fosfato (PO_4^{3-}).
- Toxicidad por Metales Pesados (TMP).
La concentración de metales pesados en el aire es preocupante; compuestos como el Plomo, presente en algunos combustibles o el Cadmio, presente en los fertilizantes suponen un considerable riesgo para la salud. Para analizar la contribución a esta categoría de impacto se emplea como elemento de referencia el Plomo (Pb).
- Toxicidad por sustancias cancerígenas (TSC).
Aunque no son los compuestos que se toman como referencia en la categoría, los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's) son las sustancias más cancerígenas de las que se encuentran en la Atmósfera. Se producen principalmente en los hornos de carbón y en los motores diesel. La sustancia de referencia es el Benzo alfa pireno y una concentración de 0,01ng conlleva un caso de cáncer por millón de habitantes y año (según el informe Air Quality Guidelines).
- Toxicidad por Smog Invernal (TSI).
La presencia en el aire de SO_2 y partículas en suspensión afecta a la salud humana en forma de problemas respiratorios. También afectan a esta categoría los óxidos de nitrógeno, compuestos organovolátiles y el monóxido de carbono, aunque éstos en menor medida. Las sustancias que se utilizan como referencia son las partículas en suspensión o polvo (SPM).
- Toxicidad por Smog Fotoquímico (TSV).
Las principales sustancias que provocan este fenómeno son los compuestos organovolátiles y los óxidos de nitrógeno. Este fenómeno aumenta en la estación de verano, debido a que la acción de la radiación solar hace que el aumento de la concentración de ozono sea mayor en las capas bajas de la Atmósfera (ozono troposférico). La sustancia que se utiliza como referencia para cuantificarla es el C_2H_4 (etileno).
- Generación de Residuos sólidos y líquidos (GR).
Esta categoría de impacto tiene como finalidad contabilizar la cantidad de residuos que generan las distintas actividades involucradas en el ciclo de vida en estudio diferenciando entre residuos líquidos y sólidos.

De esta forma y a modo de ejemplo, las **cargas ambientales debidas al CO_2 , al CH_4 y a los distintos tipos de CFC's** se agrupan dentro de la misma categoría de impacto, **Calentamiento Global**.

No obstante debe señalarse que algunas sustancias pueden participar en diversas categorías de impacto, por lo que los **CFC's**, por ejemplo, que se han agrupado antes junto al **CO₂** y al **CH₄** dentro de la categoría de **Calentamiento Global**, deben clasificarse también bajo la categoría de **Destrucción de la Capa de Ozono**. Además, los factores de clasificación que se aplican a estos compuestos son diferentes en cada una de las categorías de impacto bajo las que se han clasificado.

- **Caracterización y Análisis Significativo (Normalización):** la caracterización es el cálculo de la contribución potencial de cada compuesto detectado en el análisis de inventario a un efecto ambiental. No depende solo de la cantidad de contaminantes emitida, sino también de la distinta capacidad de cada uno de ellos para producir un determinado daño; de ahí que si se desean comparar los efectos de distintos compuestos, deben emplearse unos parámetros de peso o equivalencias a los que se denomina **factores de caracterización**. Los factores de caracterización se encuentran en el **Anexo III**. La forma en que se produce puede resumirse del siguiente modo: dentro de cada categoría de impacto, se asigna el valor de referencia 1. Al resto de las sustancias o compuestos contaminantes se les asignará un valor relativo al de la sustancia primera; de este modo para la categoría Calentamiento Global, el contaminante de referencia es el **CO₂**, al que se le asigna un valor unitario; al **CFC-113**, por ejemplo le corresponde un valor de 4500, por cuanto una unidad másica de este compuesto contribuye 4500 veces más al Calentamiento Global que la misma cantidad de **CO₂**; al **CH₄** en cambio le corresponde un valor de 11 y al **N₂O** de 270. Se dice por tanto que un kilogramo de óxido nitroso es igual a 270 kilogramos de **CO₂** equivalente.

De igual forma que el **CO₂** es el compuesto de referencia para la medición del impacto de cada compuesto sobre el Calentamiento Global, y las cantidades de otros compuestos que contribuyen a este impacto se expresan en términos de **CO₂** equivalente, para las restantes categorías de impacto las cantidades de todas las emisiones contaminantes se expresan en términos de kilogramos de **CFC** equivalente para la disminución de la capa de ozono, kilogramos de **SO₂** equivalente para la acidificación, kilogramos de **Pb** equivalente para la categoría de impacto que hace referencia al vertido de metales pesados, kilogramos de **PAH** – hidrocarburos aromáticos policíclicos equivalentes para los efectos carcinógenos, kilogramos de **SO₂** equivalentes para el smog invernal y kilogramos de **C₂H₄** equivalentes para la niebla fotoquímica.

Nota: todos estos corresponden a los Impactos Ambientales de la producción eléctrica.”Análisis de Ciclo de Vida de ocho tecnologías de generación eléctrica”. IDAE 2000.

Respecto a la Normalización, es evidente que cuando se desean comparar, por ejemplo dos impactos tan distintos como el Calentamiento Global o los Efectos Carcinógenos derivados de la emisión o vertido de sustancias potencialmente cancerígenas, no es posible hacerlo de una manera directa comparando cantidades emitidas. Cuando nos referimos al Calentamiento Global, la magnitud de las unidades empleadas es del orden de millones de toneladas, mientras que para la medida de los efectos carcinógenos, la magnitud puede ser del orden de centenares de kilogramos de emisiones residuales. Por tanto, para que sea posible comparar ambas categorías de impacto, deben efectuarse un conjunto de operaciones de normalización que permitan, por aplicación de determinados factores, ajustar las escalas de impacto de las diversas categorías

analizadas. Los factores de normalización se calculan a partir del volumen existente en el medio de cada uno de los compuestos contaminantes, sin contemplar la cantidad aportada en el proceso evaluado; esto permite ponderar la importancia que tiene el producto o proceso estudiado con referencia al estado inicial del medio. Así el factor de normalización para cada tipo de impacto es el inverso al nivel existente en sustancia equivalente por habitante, sin contabilizar la aportación del Ciclo de Vida considerado.

Después de esta etapa, una vez normalizadas por aplicación de los factores adimensionales las cantidades emitidas al medio de cada uno de los compuestos, expresadas en fenómenos equivalentes, puede realizarse una primera comparación entre los impactos de cada uno de los diferentes sistemas de generación eléctrica considerados.

La normalización es necesaria, pues los valores que se obtienen durante la caracterización están expresados en diferentes unidades; la normalización permite trasladar los resultados de la clasificación a unidades que permitan su comparación y su interpretación. Tras la normalización de cada efecto, se lleva a cabo la agregación de los datos, con lo que se obtiene un perfil ambiental del Ciclo de Vida bajo estudio.

- Valoración: el objetivo de esta etapa es determinar qué efecto causa el menor impacto teniendo en cuenta el Ciclo de Vida completo. Los efectos ambientales son sopesados unos con otros con la finalidad de comparar los perfiles normalizados obtenidos en la etapa anterior. Se determina la importancia relativa de cada una de las categorías de impacto consideradas, atribuyéndolas un valor, de forma tal que dicha importancia puede medirse en términos cuantitativos.

La importancia de las diferentes categorías de impacto se determina en función de determinados criterios que dependen del área geográfica de que se trate o de las limitaciones que puedan haber fijado las administraciones competentes sobre emisiones de determinados compuestos.

En definitiva, dichos factores de evaluación deben apoyarse en el principio de distancia entre los impactos reales y los objetivos a conseguir, objetivos que dependen no solo de consideraciones científicas, sino también de múltiples aspectos económicos, sociales o políticos.

Otra forma de asignar factores de evaluación puede partir de la consideración de los daños producidos; a pesar de que la cuantificación de los daños es compleja, puede determinarse el daño equiparando distintos niveles de nocividad aceptados por grupos de expertos. En algunos análisis por ejemplo, se han definido los siguientes daños equivalentes:

- Una muerte extra por millón de habitantes por año.
- Enfermedades importantes como consecuencia de períodos de smog.
- 5% de deterioro de los ecosistemas.

Tanto la normalización como la valoración de los resultados de la caracterización serán excluidas del Proyecto debido al grado de subjetividad que arrojan al estudio de ACV.

El estudio de ACV terminará con la determinación de los perfiles ambientales de cada subsistema.

➤ **Interpretación de Resultados del ACV:**

La interpretación es una evaluación sistemática de las necesidades y oportunidades para reducir las cargas ambientales asociadas con el consumo de energía, de materias primas y el impacto ambiental de las emisiones que tienen lugar durante el Ciclo de Vida de un producto, proceso o actividad. Son conclusiones o recomendaciones resultado de la interpretación de las etapas del Análisis de Inventario y de la Evaluación de Impacto.

El análisis puede incluir medidas cualitativas y cuantitativas de mejoras, como cambios en el producto, en el proceso, en el diseño, sustitución de materias primas, gestión de residuos, etc. De igual forma, puede ir asociada con las herramientas de prevención de la contaminación industrial, tales como minimización de residuos, o rediseño de productos.

● **Revisión Crítica:**

El concepto de revisión crítica ha sido incorporado como requerimiento en la **Norma UNE-EN ISO 14040** enfocada sobre todo, a ACV donde se llevan a cabo asertos comparativos.

La misión del proceso de revisión crítica es asegurar que:

- Los métodos utilizados en el ACV son consistentes con la **Norma ISO 14040**.
- Los métodos usados en el ACV son técnica y científicamente válidos.
- Los datos utilizados son apropiados y razonables con el objetivo del estudio.
- Las interpretaciones reflejan las limitaciones identificadas y el objetivo del estudio.
- El informe del estudio es claro y consistente.

En los objetivos del estudio debe definirse si la revisión crítica va a ser llevada a cabo, así como el motivo de su realización, aspectos que cubrirá y con qué detalle y personas involucradas en el proceso.

Distinguimos tres tipos de revisión crítica:

- **Revisión por expertos internos:** la revisión crítica la lleva a cabo un experto interno independiente del estudio del ACV, familiarizado con los requisitos de la **Norma ISO 14040** y con experiencia científica y técnica. El informe de revisión puede ser preparado por la persona que realiza el ACV y revisada por el experto interno o puede ser preparado en su totalidad por el experto interno. El informe debe incluirse en el informe de estudio de ACV.
- **Revisión por experto externo:** es llevada a cabo por un experto externo independiente del estudio de ACV. El experto debe estar familiarizado con la **Norma ISO 14040** y tener experiencia científica y técnica. El informe de revisión puede ser preparado por la persona que realiza el ACV y revisada o preparado en su totalidad por el experto externo. El informe de revisión, los comentarios y cualquier respuesta hecha a las recomendaciones del revisor deben incluirse en el informe del estudio de ACV.

- **Revisión por partes interesadas:** en este caso, el cliente que encarga el estudio selecciona un experto externo independiente para presidir el grupo revisor. De acuerdo al objetivo, alcance y presupuesto disponible para la revisión, el experto externo selecciona a otros revisores independientes cualificados. El informe de revisión, el informe de grupo revisor, los comentarios de los expertos y cualquier respuesta a las recomendaciones hechas por el revisor o por el grupo deben incluirse en el estudio de ACV.

2.5. Ventajas y Desventajas del ACV.

A continuación se enumeran las principales Ventajas y Desventajas del ACV:

- Ventajas.
 - Existe una buena aceptación de la metodología del ACV por parte de todos los sectores.
 - Realiza un análisis global de los problemas ambientales.
 - En el Objetivo y Alcance del estudio, Análisis de Inventario y en la Clasificación y Caracterización se utilizan criterios objetivos para analizar el Impacto Ambiental.
 - Ayuda a mejorar el diseño y rediseño.
 - Indirectamente repercute en los aspectos de calidad y seguridad en las empresas.
 - Mejora la imagen del producto, proceso o actividad.
- Desventajas.
 - No existen bases de datos ambientales nacionales.
 - La difusión de los datos de ACV es reducida.
 - Existe una cierta complejidad en la comprensión de los documentos de ACV.
 - No incorpora aspectos sociales y económicos; a pesar de no incorporarlos el ACV, se tendrán en cuenta en este Proyecto.
 - Al analizar un sector nuevo suelen existir dificultades.
 - Subjetividad en las etapas de Normalización y Valoración

2.6. Aplicaciones del ACV.

La información obtenida de los estudios de Análisis del Ciclo de Vida proporciona a las empresas **información ambiental** sobre sus **productos**. Esta información permitirá enfocar y corregir de una forma más objetiva posibles desviaciones desde el punto de vista ambiental y podrán incorporar los resultados al diseño y la producción. La necesidad de recopilación de datos para la realización de estos análisis permitirá disponer de una mayor cantidad de bases de datos ambientales reales, lo que implicará mayor objetividad en el desarrollo de la Legislación Ambiental.

El ACV proporciona una información veraz y de calidad al consumidor, y de esta forma permite incorporar el factor ambiental a la adquisición de un producto o servicio.

El ACV permite comparar desde el punto de vista ambiental productos que realicen la misma función, de forma que desde la etapa de diseño del producto se disponga de la

información necesaria para la toma de decisiones en aspectos como qué materiales sería conveniente utilizar, el impacto asociado a éstos, etc.

La necesidad de obtener las bases de datos de inventario relativas al sector económico en una determinada empresa hace que éstas en ocasiones aúnen esfuerzos y participen en procesos de recogida de datos. El sector del plástico, del cartón, de la siderurgia y del aluminio son algunos ejemplos.

2.7. Herramientas informáticas para el ACV.

Se pueden encontrar distintos programas informáticos para la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV). A pesar de que cada uno de ellos tiene sus propias características, casi todos ellos se basan en la misma metodología y presentan rasgos comunes. Sus aplicaciones cambian en función de la etapa del ciclo de vida: desde el desarrollo de un concepto de producto, hasta que el producto está listo para salir al mercado o debe ser desmenuzado para su reutilización o vertido final.

Son programas informáticos empleados en Ecodiseño e instan al equipo de diseño a pensar en un enfoque de ciclo de vida completo del producto. Permiten determinar los principales aspectos medioambientales del producto para proponer ideas de mejora del comportamiento ambiental del producto. Permiten simular diferentes soluciones de diseño desde el punto ambiental. Permiten establecer planes de acción para la mejora del producto a medio y largo plazo. El motivo principal de la utilización de este tipo de programas es la **integración de los criterios ambientales en el proceso de diseño tradicional**.

Entre los programas disponibles para el ACV y Ecodiseño de un producto podemos destacar tres de los múltiples programas existentes:

- **SimaPro**: es el programa de ACV más utilizado y lo emplearemos en este Proyecto. Presenta unas características que facilitan la elaboración de estudios de ACV. Permite realizar un ACV completo con múltiples métodos para la evaluación de impactos. Posee múltiples bases de datos. Calcula los impactos según la Norma ISO 14040. Incluye gran variedad de indicadores medioambientales. Se pueden realizar análisis de escenarios, variación de parámetros, análisis de sensibilidad y análisis de incertidumbre (Monte Carlo). Programa desarrollado por Pre Product Ecology Consultants, Amersfoort, Holanda.
- **Umberto**: es una herramienta muy potente y flexible para aplicar el ACV y realizar análisis de flujos de materiales y energía dentro de la industria. Herramienta basada en redes de flujos de materiales. Permite el análisis multi-producto. Permite la introducción de costes económicos. Permite la conexión con sistemas ERP. Programa desarrollado por IFU - Institute for Environmental Informatics Hamburg GmbH e IFEU - Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH.
- **ECO-it**: programa informático para la aplicación del ecodiseño, fácil de usar, orientado a diseñadores, estudiantes y personas no expertas en el campo medioambiental. Expresa resultados por procesos. Se basa en eco-indicadores (Eco-indicator 99). Dispone de base de datos propia y editable. Programa desarrollado por Pre Product Ecology Consultants, Amersfoort, Holanda.

3. LOS CULTIVOS DE NARANJAS.

3.1. Introducción.

En este Capítulo nos centraremos en el cultivo de naranjas, en sus técnicas de cultivo y tratamientos.

3.2. La empresa La Molienda S.C.A.

La empresa “La Molienda, S.C.A. es una pequeña empresa de trabajo asociado situada en Benalauría en la provincia de Málaga. Elabora y envasa productos naturales de su entorno, empleando para ello un proceso de producción limpio, sin aditivos químicos que perjudiquen a la salud y utilizando tecnologías de bajo impacto medioambiental. Envasa solo en vidrio y en su fábrica emplea, en la medida de lo posible, sistemas de energías alternativas. En su línea de productos ecológicos, con el aval del Comité Andaluz de Agricultura Ecológica, ofrece productos tales como: espárragos verdes, tomates al natural, menestra de verduras, pimientos rojos al natural, berenjenas en salsa de castañas, combinado de la huerta, pimientos asados, mermelada de naranja, etc.

La Molienda es un proyecto socio-empresarial con la idea de impulsar una experiencia de desarrollo local. Para ello, crea dos propuestas simultáneas: la línea empresarial, cuya base principal es el turismo rural (Mesón Posada, Molino-Museo Etnográfico, Alojamientos Rurales) y la actividad agroalimentaria La Molienda Verde; y la línea de acción social, sin ánimo de lucro, donde se procura la transformación social de su entorno desde los valores de la solidaridad y el respeto al medio ambiente. Es miembro de la Asociación de Calidad Agroalimentaria (A.C.A.) de la Serranía de Ronda y la Red de Economía Social y Solidaria (REAS).

3.3. Los cultivos.

Dentro de este apartado consideramos el cultivo de las naranjas ecológicas y no ecológicas. Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre. Mutaciones espontáneas han dado origen a numerosas variedades de naranjas que actualmente conocemos.

3.3.1. Importancia económica y distribución geográfica.

Se cultivan por sus frutos, de agradable sabor y sin semillas, que se consumen preferentemente en fresco, aunque también se comercializan como IV Gama y en forma de zumo (concentrado, fresco, pasteurizado, etc.), mermeladas o jaleas.

Además, la corteza tiene aplicaciones industriales y puede destinarse a la fabricación de piensos.

PAÍSES	2000	2005	2009
 Brasil	21.330.300	17.853.400	17.618.500
 Estados Unidos	11.790.700	8.393.270	8.280.780
 India	2.674.700	3.314.000	5.201.350
 China	1.180.631	2.740.927	4.864.959
 México	3.812.680	4.112.710	4.193.480
 Irán	1.843.560	2.253.210	2.713.240
 España	2.616.220	2.376.230	2.617.700
 Italia	1.876.180	2.261.400	2.359.400
 Egipto	1.610.520	1.789.000	2.200.000
 Indonesia	644.052	2.214.020	2.102.560
 Turquía	1.070.000	1.445.000	1.689.920
 Pakistán	1.328.000	1.721.000	1.492.400
 Sudáfrica	1.169.810	1.246.450	1.445.300
 Marruecos	870.000	835.000	1.200.000
TOTAL MUNDIAL	63.793.124	62.832.014	68.475.267

Tabla 1: Producción de naranjas a nivel mundial entre el 2000 y 2009 (toneladas.)

Observamos en la tabla 1 la producción de naranjas a nivel mundial en los años 2000, 2005 y 2009, según los principales países productores, de los cuales el más importante es Brasil, seguido de Estados Unidos o la India. Según los datos, en el año 2009, en España se produjeron casi tres millones de toneladas de naranjas.

3.3.2. Requerimientos edafoclimáticos.

Es una especie subtropical. El factor limitante más importante es la temperatura mínima, ya que no tolera temperaturas inferiores a -3°C ; no tolera las heladas, ya que sufren tanto las flores y frutos como la vegetación, que pueden desaparecer totalmente. No presenta reposo invernal, sino una parada del crecimiento por las bajas temperaturas (quiescencia), que provocan la inducción de ramas que florecen en primavera. Necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos. Requiere importantes precipitaciones, que cuando no son cubiertas hay que recurrir al riego. Necesitan un medio ambiente húmedo, tanto en el suelo como en la atmósfera. Es una especie ávida de luz para los procesos de floración y fructificación, que tienen lugar preferentemente en la parte exterior de la copa y faldas del árbol. Es muy sensible al viento, sufriendo pérdidas de frutos. Necesitan suelos permeables y poco calizos y un medio ambiente húmedo, tanto en el suelo como en la atmósfera.

Los suelos deben tener una proporción equilibrada de elementos gruesos y finos (textura), para garantizar una buena aireación y facilitar el paso del agua, además de proporcionar una estructura que mantenga un buen estado de humedad y una buena capacidad de cambio catiónico.

No toleran la salinidad y son sensibles a la asfixia radicular. En general la salinidad afecta al crecimiento de las plantas mediante tres mecanismos relacionados entre sí:

- Alteraciones hídricas producidas por sus efectos osmóticos sobre la disponibilidad de agua.
- Acumulación de iones tóxicos.
- Interferencias con la absorción de elementos nutritivos esenciales, que provocan desequilibrios en el balance de elementos minerales.

En los cítricos los efectos dañinos de las sales se combaten con:

- Estrategias de riego.
- Uso de material vegetal tolerante.
- Utilización de sales de calcio.

En la siguiente tabla apreciamos los parámetros de composición de un suelo según los niveles:

Interpretación de los análisis de suelo					
Determinaciones analíticas	Niveles				
	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Reacción pH	<5.5	5.5-6.5	6.6-7.5	7-6-8.5	>8.5
CaCO ₃ total (%)	<2	2-10	11-20	21-40	>40
CaCO ₃ activo (%)	<1	1-4	5-9	10-15	>15
C.E. (dS/m)	<0.20	0.20-0.40	0.41-0.70	0.71-1.20	>1.20
N total	<0.07	0.07-0.12	0.13-0.18	0.19-0.24	>0.24
Relación C/N	<6	6-8	8.1-10	10.1-12	>12
C.C.C. (m _{eq} /100 g)	<5	5-10	11-20	21-30	>30
Ca (%)	<25	25-45	46-75	76-90	>90
Mg (%)	<5	5-10	11-20	21-25	>25
K (%)	<2	2-4	5-8	9-12	>12
Na (%)	<1	1-2	3-9	10-15	>15
Relación Ca/Mg (m _{eq} /100 g)	<1	1-3	4-6	7-10	>10
Relación K/Mg (m _{eq} /100 g)	<0.10	0.10-0.15	0.16-0.35	0.36-0.60	>0.60

Tabla 2: parámetros en la composición de un suelo según los niveles.

Donde, C.C.C.: capacidad de cambio catiónico.
C.E.: conductividad eléctrica.

3.3.3. Variedades.

Principales factores a tener en cuenta para la elección de la variedad:

- Aspectos comerciales: comportamiento en el mercado, demanda, precios, período de recolección y comercialización.
- Climatología de la zona: posible precocidad, heladas, vientos, etc.
- Características de cultivo de las variedades: productividad, entrada en producción, vigor, características del fruto (tamaño, calidad de la corteza, número de gajos, calidad del zumo, azúcares (g/l), acidez (g/l), semillas por fruto, color, resistencia a humedades, etc.
- Influencia del pie sobre la variedad: especialmente en aquellos aspectos que sean determinantes en la variedad (precocidad) o problemáticas (piel, características organolépticas, etc.)

La mayoría de las variedades han surgido como mutaciones estables. Estas mutaciones son muy frecuentes en cítricos y se estabilizan rápidamente.

Pueden considerarse tres variedades:

- Navel: buena presencia, frutos partenocárpicos de gran tamaño. Destacan las variedades: Navelate, Navelina, Newhall, Washington Navel, Lane Late y Thompson. Se caracterizan por tener, en general, buen vigor.
- Blancas: dentro de este tipo destaca la Salustiana y Valencia Late (presenta frutos de buena calidad con una o muy pocas semillas y buena conservación.) Se caracterizan por ser árboles de gran vigor, frondosos, tamaño medio a grande y hábito de crecimiento abierto, aunque tienen tendencia a producir chupones verticales, muy vigorosos en el interior de la copa.
- Sanguinas: variedades muy productivas, en las que la fructificación predomina sobre el desarrollo vegetativo. Son variedades con brotaciones cortas y los impedimentos en la circulación de la savia dan lugar al endurecimiento de las ramas. Destaca la variedad Sanguinelli.

3.3.4. Patrones.

Ventajas derivadas del uso de patrones:

- Precocidad en la producción.
- Mayor uniformidad de la plantación (muy importante en la citricultura moderna.)
- Proporciona cierto control sobre la calidad y cantidad de la cosecha para una misma variedad.
- Adaptación a problemas físico-químicos del suelo (salinidad, asfixia radicular o sequía.)
- Tolerancia a plagas y enfermedades (Tristeza y *Phytophthora* spp.)

Antes de aparecer por primera vez *Phytophthora* spp., los cítricos se cultivaban sobre su propio pie. Desde el momento de su aparición empezó a utilizarse como pie el naranjo amargo, hasta la aparición de la tristeza. Actualmente se dispone de cientos de patrones que presentan muy buena compatibilidad, aunque en ocasiones el patrón crece más que la variedad, formándose los “miriñaques”. No se dispone de patrones enanizantes (el que mejor vigor confiere es *Poncirus trifoliata*), por lo que su obtención es uno de los objetivos de la mejora.

Los patrones más utilizados son:

3.3.4.1. Citrango Carrizo y Troyer.

El Citrango Troyer fue de los primeros patrones tolerantes que se introdujo; aparte de ser tolerante al virus de la Tristeza, es vigoroso y productivo. Posteriormente se introdujo el Citrango Carrizo, muy similar al primero, pero con algunas ventajas, considerándose más resistente a *Phytophthora* spp., a la asfixia radicular, a elevados porcentajes de caliza activa en el suelo y a nematodos, siendo las variedades injertadas sobre él más productivas. Como sólo presenta ventajas, el Carrizo ha desplazado casi totalmente al Troyer. Tiene buena influencia sobre la variedad injertada, con rápida entrada en producción y buena calidad de la fruta.

Son tolerantes a psoriasis, xyloporosis, “Woody Gall” y bastante resistentes a *Phytophthora* spp., pero sensibles a *Armillaria mellea* y a exocortis. Este último inconveniente obliga a tomar precauciones para evitar la entrada de la exocortis en las nuevas plantaciones: desinfectar las herramientas de poda y recolección, utilizar material vegetal certificado en caso de re-injertadas, etc.

Son relativamente tolerantes a la Cal Activa, hasta un 8-9% el Troyer y un 10-11% el Carrizo. Estos valores son aproximados y dependen de muchos otros factores, siendo favorable que las tierras hayan sido dedicadas anteriormente a regadío, utilización del riego por goteo, buen contenido en materia orgánica del suelo, utilización de abonos acidificantes, aportaciones periódicas de quelatos de hierro, etc. Son sensibles a la salinidad, no debiéndose utilizar cuando la conductividad del extracto de saturación sea superior a los 0.3 S/m y la concentración de cloruros se encuentre por encima de los 350 p.p.m. Si la salinidad es debida fundamentalmente a sulfatos, las conductividades toleradas pueden ser superiores.

3.3.4.2. Mandarino Cleopatra.

Fue el pie tolerante más empleado; actualmente sólo se utiliza en zonas con elevados contenidos de cal o problemas de salinidad. El vigor que induce sobre la variedad es menor que otros pies y aunque da fruta de mucha calidad, el calibre y la piel es más fina. Es tolerante a todas las virosis conocidas. Es bastante sensible a la *Phytophthora* spp. y a la asfixia radicular. Se debe evitar plantar en suelos arcillosos o que se encharque. Es recomendable plantarlo siempre en alto y evitar que los emisores de riego mojen el tronco. Aunque de buenas cualidades, las plantaciones con este patrón muestran un comportamiento irregular e imprevisible, en algunos casos de desarrollo deficiente en los primeros años.

3.3.4.3. Poncirus trifoliata.

Muy resistente al frío, tristeza, y *Phytophthora* spp., pero con problemas en suelos calizos, pobres o salinos. Da mala calidad de fruto y su conducción no es fácil.

En la siguiente tabla expresamos un resumen de diferentes parámetros para los patrones Citrange Troyer, Citrange Carrizo y Mandarino Cleopatra. Parámetros como la Virosis, Hongos, Suelo y Clima y Efecto en Variedad son clasificados según el patrón.

DESCRIPCIONES		CITRANGE TROYER	CITRANGE CARRIZO	MANDARINO CLEOPATRA
VIROSIS	TRISTEZA	Tolerante	Tolerante	Tolerante
	EXOCORTIS	Sensible	Sensible	Tolerante
	XYLOPOROSIS	Tolerante	Tolerante	Tolerante
	WOODY GALL	Sensible	Sensible	Tolerante
HONGOS	PHYTOPHTHORA	Resistencia media	Resistencia media	Algo Sensible
	ARMILLARIA	Sensible	Sensible	Sensible
	PODREDUMBRE SECA	Sensible	Sensible	Sensible
SUELO Y CLIMA	NEMATODOS	Sensible	Sensible	Sensible
	CALIZA	Media sensible	Media sensible	Resistente
	% CALIZA ACTIVA, MÁXIMO	8-9	10-11	12-14
	SALINIDAD	Sensible	Sensible	Resistente
	BORO EN ALTO CONTENIDO	Resistente	Resistente	Resistencia media
	ASFIX RADICULAR	Sensible	Sensible	Sensible
	SEQUIA	Sensible	Sensible	Resistencia media
	HELADA	Resistente	Resistente	Resistente
EFECTO EN VARIEDAD	VIGOR	Bueno	Bueno	Medio
	ENTRADA PRODUCCION	Normal	Normal	Variable
	PRODUCTIVIDAD	Buena	Buena	Buena
	CALIDAD FRUTA	Buena	Buena	Muy buena
	TAMAÑO FRUTO	Bueno	Bueno	Menor
	MADURACION	Adelanta	Adelanta	Retrasa
	COLORACION DEL FRUTO	Adelanta	Adelanta	Retrasa
	ESPESOR PIEL	Mayor	Mayor	Menor
	TAMAÑO ARBOL	Mayor	Mayor	Normal

Tabla 3: Diferentes parámetros para los tres patrones.

3.3.5. Mejora genética.

La mejora genética de los cítricos mediante métodos convencionales se encuentra muy limitada debido a sus características genéticas y reproductivas. Los cítricos tienen un sistema de reproducción complejo, con muchos casos de esterilidad, de incompatibilidad, autocompatibilidad, apomixis, elevada heterocigosis y la mayoría de las especies presentan un prolongado periodo juvenil. Además, se desconoce el modo de herencia de la mayor parte de caracteres agronómicos de interés. El desarrollo de técnicas moleculares ha permitido realizar mapas de ligamiento del genoma de los cítricos y se dispone de marcadores de ADN asociados a caracteres de interés, pudiendo ser útiles en la realización de una selección temprana de la progenie con los caracteres deseados en programas de mejora clásica. De cualquier modo el número de marcadores asociados a genes de interés sigue siendo aún muy escaso en citricultura.

Actualmente las investigaciones van dirigidas a la introducción de genes de posible interés agronómico en distintas especies de cítricos:

- Introducción en plantas de naranjo dulce un gen aislado de tomate que produce una proteína antifúngica para tratar de hacerlas más tolerantes a *Phytophthora* spp.
- Introducción de genes implicados en el metabolismo de giberelinas en Citrange Carrizo con el objetivo de controlar el tamaño de las plantas.
- Introducción de genes de insensibilidad a etileno para tratar de controlar la abscisión.
- Introducción de genes del virus de la tristeza de los cítricos para investigar la biología del virus y sus interacciones con el huésped y obtener la resistencia.

Sin embargo el desarrollo futuro de esta tecnología depende en gran medida del apoyo de agricultores y consumidores.

3.3.6. Particularidades del cultivo.

3.3.6.1. Diseño de la plantación.

La distancia entre plantas está en función de las dimensiones de la maquinaria a utilizar y del tamaño de la copa adulta, que depende principalmente del clima, suelo y el patrón, por lo que, en la mayoría de los casos, habrá que comparar con situaciones ecológicas semejantes con el fin de tomarlas como referencia. Se puede estimar como densidad media de plantación unos 400 árboles/ha.

3.3.6.2. Abonado.

Demandan mucho abono (macro y micronutrientes), lo que supone gran parte de los costes, ya que frecuentemente sufre deficiencias, destacando la carencia de magnesio, que está muy relacionada con el exceso de potasio y calcio y que se soluciona con aplicaciones foliares. Otra carencia frecuente es la de zinc, que se soluciona aplicando sulfato de zinc al 1%. El déficit en hierro está ligado a los suelos calizos, con aplicación de quelatos que suponen una solución escasa y un coste considerable.

La siguiente tabla expresa el Plan de abono orientativo en los primeros cuatro años (cantidades de abono expresadas en gramos por árbol y año.)

TIPOS DE ABONO		1 ^{er} AÑO	2 ^o AÑO	3 ^{er} AÑO	4 ^o AÑO
SÓLIDOS	NITRATO AMÓNICO	150	190	270	350
	NITRATO POTÁSICO		70	120	160
	FOSFATO MONOAMÓNICO		40	75	100
	NITRATO MAGNÉSICO		30	60	115
LÍQUIDOS	N-20	250	100	60	50
	12-4-6		500	850	1150
	NITRATO MAGNÉSICO		30	60	115
QUELATOS DE HIERRO 6%		6	10	15	20

Tabla 4: Plan de abono orientativo en los primeros cuatro años (cantidades de abono expresadas en gr./árbol-año)

Otras consideraciones:

- No empezaremos a abonar hasta el inicio de la segunda brotación desde la plantación.
- A ser posible se abonará en cada riego. Se tendrá la precaución de no sobrepasar los 2 kilos de abono por m³ de agua de riego para evitar un exceso de salinidad.
- Abonar desde marzo hasta septiembre repartiendo el abono total de la siguiente forma:

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
%	5	10	10	15	20	20	20

Tabla 5: Plan de abono en el período marzo-septiembre.

- Los quelatos de hierro se aportarán en 2 ó 3 aplicaciones, especialmente durante la brotación de primavera. Es aconsejable aportarlos con ácidos húmicos.
- Sólo se indica el abonado en los 4 primeros años ya que posteriormente es aconsejable un asesoramiento técnico especializado que tenga en cuenta diversos factores como transporte, producción esperada, variedad, pie, etc.

3.3.6.3. Riego.

Las necesidades hídricas de este cultivo oscilan entre 6000 m³/ha y 7000 m³/ha. En parcelas pequeñas se aplicaba el riego por inundación, aunque hoy día la tendencia es a emplear el riego localizado y el riego por aspersión en grandes extensiones de zonas frías, ya que supone una protección contra las heladas.

El riego es necesario entre la primavera y el otoño, cada 15-20 días si es por inundación y cada 3-5 días si es riego localizado.

Para que el árbol adquiriera un adecuado desarrollo y nivel productivo con el riego por goteo, es necesario que posea un mínimo volumen radicular o superficie mojada, que se estima en un 33% del marco de plantación en el caso de cítricos con marcos de plantación muy amplios, como la mitad de la superficie sombreada por el árbol; aunque la dinámica de crecimiento radicular de los cítricos es inferior a la de otros cultivos, resulta frecuente encontrar problemas de adaptación, como descensos de la producción, disminución del tamaño de los frutos, amarillamiento del follaje y pérdida de hojas. Para evitar estos problemas hay que incrementar el porcentaje de superficie mojada por los goteros a un 40% de la superficie del marco ocupado por cada árbol. Una alternativa es el riego por goteo enterrado, cuyos objetivos son optimizar el riego y mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada, dando lugar a una disminución potencial de la contaminación. Con este sistema de riego se produce una reducción de la evapotranspiración del cultivo como consecuencia de la disminución de la pérdida de agua por evaporación y un mayor volumen de suelo mojado.

3.3.6.4. Poda.

Es una especie que tiene hábito de formación en bola y de producción en la periferia, por lo que se intenta lobular las formas para aumentar la superficie que intercepta luz y así aumentar la producción. La poda de formación ha de ser muy suave cuando las plantas son jóvenes, para favorecer así la entrada en producción. Los árboles se forman con 3-4 ramas principales a unos 50-60 cm de suelo. La poda de formación es muy controvertida, ya que la cosecha disminuye de forma proporcional a la intensidad de poda debido a que como especie perennifolia, acumula las reservas en ramas, brotes y hojas.

Debido a que los cítricos no tienen un órgano fructífero determinado, la poda se adapta bien a la mecanización y se suelen realizar el “toping” (cortes superiores con sierra) y el “hedging” (cortes oblicuos).

La forma de actuar en cada uno de los grupos de variedades en cuanto a la poda de fructificación es el siguiente:

-Grupo Navel: el objetivo es favorecer al máximo la fructificación en el interior de la copa, por lo tanto se eliminarán las ramas internas en cantidad suficiente para que pueden penetrar bien la luz y el aire. También se eliminarán las ramas laterales, procurando abrir al máximo la copa. La renovación de las ramas de producción es fundamental en las variedades de este grupo; se cortarán las ramas débiles y envejecidas.

-Grupo Blancas: la poda deberá realizarse eliminando aquellas ramas endurecidas, que tengan síntomas de agotamiento; así como aquellas que interfieran en una buena iluminación que llegue a afectar a la producción en el interior de la copa. Al tratarse de variedades propensas a la vecería, el año que hayan tenido una gran cosecha, los árboles estarán más agotados y una vez recogida esa gran cosecha la poda debe ser ligera. Al año siguiente, la cosecha deberá ser normal y, si coincide con una floración excesiva, la poda será más severa.

-Grupo Sanguinas: la poda se limita a suprimir ramas mal dirigidas, reseca y ligeras aclareos que faciliten iluminación y aireación. Hay que respetar las ramas guía, pues facilitan una mayor salida de savia hacia el conjunto de las ramas que forman la copa del árbol.

Los beneficios de la poda no solo se centran en el aumento del tamaño del fruto, sino también en las mejoras que se producen respecto a la mayor efectividad en la aplicación de los productos fitosanitarios, en la recolección y en la regulación de la producción. La poda de los cítricos supone un gran volumen de restos vegetales que hay que eliminar, siendo los métodos más utilizados, la extracción y quema, o el triturado e incorporación al terreno. En cuanto a la quema, se trata de una labor peligrosa, así como agresiva desde el punto de vista medioambiental. El triturado e incorporación de los restos al suelo, se traduce en un ahorro en el abonado, una mejora en la estructura del suelo y una eliminación de los riesgos inherentes a la quema de los restos de poda. Para triturar los restos de poda se vienen empleando mayoritariamente trituradoras rotativas de eje horizontal. Aparte, al incorporar los restos de poda al suelo contribuimos a que el balance medioambiental sea más beneficioso por ser menores las emisiones atmosféricas.

3.3.6.5. Labores. Control de malas hierbas.

El laboreo del suelo está dirigido a la eliminación de las malas hierbas, a airear las capas superficiales del suelo, a incorporar fertilizantes o materia orgánica, a aumentar la capacidad de retención de agua y a preparar el riego cuando se realiza por inundación. El laboreo del suelo se efectúa varias veces al año (de tres a cuatro veces), comprendidas entre los meses de marzo y septiembre con motocultores de pequeña potencia, o con tractores de tipo medio; manteniendo el suelo con cubierta vegetal el resto del año

Otra práctica es efectuar el laboreo del suelo en primavera con el fin de incorporar fertilizantes, seguido de un tratamiento con herbicida residual y tratamientos de contacto o traslocación cuando y donde sea preciso.

El semi-no laboreo, con cubierta vegetal en invierno y suelo desnudo en verano, aplicando herbicidas a todo el campo o en rodales está muy extendido.

Las materias activas recomendadas contra malas hierbas anuales son:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aminotriazol 25% + Diuron 25%	6-8 kg/ha	Polvo mojable
Aminotriazol 24% + Tiocianato amónico 21%	4-6 l/ha	Concentrado soluble
Aminotriazol 36% + Simazina 18%	7-15 kg/ha	Polvo mojable
Aminotriazol 40% + MCPA ÁCIDO 10% (sal potásica.)	1%	Suspensión concentrada
Atrazina 20% + Terbumetona 15% + Terbutilazina 15%	6-7 l/ha	Suspensión concentrada
Bromacilo 80%	2-7 kg/ha	Polvo mojable
Diflufenican 4.12% + Glifosato 16.8% (sal isopropilamina.)	4-9 kg/ha	Suspensión concentrada
Glifosato 10% + Simazina 28%	7-12 l/ha	Suspensión concentrada
Glifosato 18% + MCPA ÁCIDO 18%	4-6 l/ha	Concentrado soluble
Norflurazona 80%	4-8 kg/ha	Microgránulo
Oxifluorfen 24%	2-4 l/ha	Concentrado emulsionable
Pendimetalina 33%	4-6 l/ha	Concentrado emulsionable
Terbacilo 80%	2-8 l/ha	Polvo mojable

Tabla 6: productos químicos contra las malas hierbas anuales en los campos de cítricos.

Las materias activas recomendadas contra malas hierbas vivaces son:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aminotriazol 24% + Tiocianato amónico 21%	4-6 l/ha	Concentrado soluble
Aminotriazol 25% + Diuron 25%	6-8 kg/ha	Polvo mojable
Aminotriazol 36% + Simazina 18%	7-15 kg/ha	Polvo mojable
Aminotriazol 40% + MCPA ÁCIDO 10% (sal potásica)	1%	Suspensión concentrada
Bromacilo 40% + Diuron 40%	2-9 kg/ha	Microgránulo
Diflufenican 4.12 % + Glifosato 16.8%	4-9 kg/ha	Suspensión concentrada
Glifosato 18% + MCPA ÁCIDO 18%	6-10 l/ha	Concentrado soluble
Norflurazona 80%	4-8 kg/ha	Microgránulo
Terbacilo 80%	2-8 l/ha	Polvo mojable

Tabla 7: productos químicos contra las malas hierbas vivaces en los campos de cítricos.

Las materias activas recomendadas contra gramíneas anuales son:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite parafínico 30% + Aminotriazol 25% + Diuron 16.5% + Simazina 8.5%	8-10 l/ha	Concentrado emulsionable
Butralina 48%	5-7 l/ha	Concentrado emulsionable
Metazocloro 50%	0.75-1 l/ha	Concentrado soluble
Setoxidim 12%	1.5-3.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Simazina 50%	3-10 l/ha	Suspensión concentrada
Terbumetona 15% + Terbutilazina 15% + Terbutrina 20%	6-15 l/ha	Suspensión concentrada
Tiazopir 24%	1.50-4 l/ha	Concentrado emulsionable

Tabla 8: productos químicos contra gramíneas anuales en los campos de cítricos.

Las materias activas recomendadas contra gramíneas vivaces son:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Fluazifop-p-butil 12.5% (éster)	4 l/ha	Concentrado emulsionable
Metazocloro 50%	0.75-1 l/ha	Concentrado soluble
Setoxidim 12%	4 l/ha	Concentrado emulsionable

Tabla 9: productos químicos contra gramíneas vivaces en los campos de cítricos.

3.3.7. Plagas y Enfermedades.

3.3.7.1. Plagas.

-Minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*.)

Es un microlepidóptero de la familia *Gracillariidae*. Se introdujo en España hace aproximadamente 7 años y desde entonces ha adquirido carácter de pandemia. Ataca a las hojas jóvenes del limonero, debido a que la hembra realiza la puesta en los primordios foliares y básicamente en las hojas menores de 3 cm de longitud. Las larvas viven en galerías, también llamadas minas, que son subepidérmicas, produciendo una pérdida de la masa foliar que se traduce en una reducción del rendimiento y de la cosecha. El viento facilita su dispersión que puede llevarla a grandes distancias, lo que propicia la extensión de la plaga.

Realizan la puesta de los huevos en las hojas más pequeñas de los brotes tiernos, cerca del nervio central del haz o del envés, desde que aparecen los primordios foliares hasta que estas tienen un tamaño de 3 cm. Los huevos son de color blanco transparente, con forma lenticular, de unos 0,3 mm de diámetro.

Después de la eclosión del huevo, la larva traspasa la epidermis, se sitúa debajo de ésta y empieza a alimentarse y a formar la galería. La oruga es de color amarillo verdoso, pasa por 4 estados. Durante los 3 primeros, se alimenta pero en el cuarto o prepupa, únicamente se dedica a construir la cámara pupal.

La oruga está en continuo movimiento dentro de la galería, rompiendo las células de la epidermis y alimentándose de su contenido líquido. La galería no es recta tiene continuos giros y habitualmente sigue en el mismo cuadrante de la hoja. La galería aumenta a medida que crece la larva y es transparente, en el interior se puede distinguir la larva y los excrementos que va dejando. Las condiciones ambientales determinan la duración del ciclo y con ello el número de generaciones que se producirán en un año. En verano suele ser frecuente que el ciclo se complete en menos de 15 días; el resto del año la duración puede llegar a durar hasta unas 6 veces más que en verano. Le favorecen las temperaturas y humedades relativas elevadas. Las plantas que más daños pueden sufrir son las plantas de vivero, las plantaciones jóvenes, las regadas con riego localizado y aquellas variedades que tienen un amplio periodo de brotación. En los árboles adultos los daños son mucho menos importantes. Los ataques provocan una disminución del crecimiento. Las hojas y los brotes atacados se secan como consecuencia de la rotura y el desprendimiento de la cutícula que deja el parénquima al sol.

Control:

El control tiende a realizarse según unos criterios de producción integrada en la que se combinan los medios culturales, la lucha química y la lucha biológica; llevando a cabo un seguimiento de la evolución de la plaga para intervenir en los momentos que resulte más efectivo.

Se recomienda no abonar en exceso para que no haya excesivas brotaciones y sólo tratar las que sean significativas (en otoño se recomienda no tratar, ya que las brotaciones carecen de importancia y para evitar la destrucción de la fauna auxiliar). En los tratamientos de primavera, se aconseja aplicar abono foliar, rico en nitrógeno con el fin de acelerar el desarrollo de la brotación. La estrategia de riego y abonado debe ser ajustada siempre que sea posible para producir una brotación post-estival y de otoño intensa y breve.

El control químico debe planificarse para proteger las brotaciones más importantes; son las que contienen las flores en primavera, y las de final de verano. El control químico se lleva a cabo cuando se observan 0,7 larvas por hoja en las hojas jóvenes y también se considera que tenemos daños importantes cuando el porcentaje de superficie foliar afectada en nuevas brotaciones es mayor del 25%. El control químico es difícil, debido a que la plaga se desarrolla en brotes en crecimiento; lo que hace que la persistencia de los productos sea baja, ya que la plaga puede seguir desarrollándose en las hojas que aparecen después del tratamiento.

Las materias activas recomendadas en producción integrada son las siguientes:

Materia Activa	Dosis (%)
Abamectina	0,02
Lufenuron	0,15
Benfuracarb	0,25
Carbosulfan	0,10
Metil Pirimifos	0,20
Hexaflumuron *	0,05
Flufenoxuron *	0,03
Diflubenzuron *	0,05

Tabla 10: productos químicos en producción integrada en los campos de cítricos.

Los productos marcados con asterisco sólo se aplican una vez al año. La adición de un aceite mineral de verano mejora la eficacia del producto. Algunos productos pueden aplicarse directamente pintando el tronco de los árboles, o bien al suelo, o con el agua en riego por goteo (p.e. el imidacloprid.)

El control biológico del minador es muy importante, ya que hay especies de parasitoides que eliminan entre el 60 y el 80% de los individuos de la plaga, dependiendo de las condiciones. Se han descubierto aproximadamente 40 especies de enemigos naturales, siendo los más numerosos los himenópteros parasitoides de la familia *Eulophidae*, también la familia *Encyrtidae* y las familias *Braconidae* y *Elasmidae*. También hay que destacar entre los depredadores a las crisopas.

De la familia *Eulophidae* son frecuentes en nuestro país especies de los géneros *Cirrospilus*, *Sympiesis*, y *Pnigalio*. Algunas como *C. nearlyncus*, *C. variegatus*, *C. lineatus*, *C. vitatus*, *S. gregori*, *S. viridula*, *S. gordius*, *P. pectinicornis*, etc. parasitan al minador de los cítricos. Hay otros géneros que contienen especies no presentes en nuestro país, que son parásitas del minador y se han intentado introducir: *Citrostichus phylloncnistoides*, *Galeopsomyia fausta*, *Quadrastichus sp.*, etc.

La familia *Encyrtidae*, con el género *Ageniaspis*, *A. citricola* es un buen parásito específico del minador de las hojas de los cítricos.

-Mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*.)

Con el nombre vulgar de moscas blancas se conocen a insectos de la familia *Aleyrodidae* cuyos adultos tienen el cuerpo recubierto de una fina capa de polvo blanco de aspecto harinoso (aleyron = harina), producido por unas glándulas ventrales. *Bemisia tabaci*, conocida también como mosca blanca del algodónero o de la batata, tiene su origen en las regiones del centro del oriente asiático. Recientemente, un biotipo nuevo (biotipo nuevo para algunos taxónomos o especie nueva para otros) se ha extendido, en corto plazo de tiempo, por diversas regiones europeas y americanas, originando grandes pérdidas en los cultivos afectados. Este biotipo, tan agresivo, parece originario de Sudamérica y añade a la gravedad de los daños directos, el peligro de ser vector de un gran número de virosis, entre las que se encuentran algunas que afectan al tomate. Se trata de una especie polífaga que parasita más de 300 especies de plantas, pertenecientes a más de 63 familias botánicas, incluyendo ornamentales, malas hierbas y cultivos hortícolas. Pero este biotipo B se ha encontrado asociado a más de 600 especies de plantas distintas, extendiéndose por las regiones tropicales y subtropicales; así como en los invernaderos o cultivos protegidos de regiones templadas.

Morfología y Ciclo de Vida.

Las especies de mosca blanca presentan cuatro estados diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto. A su vez el estado de larva tiene tres estadios (I, II y III).

La hembra deposita preferentemente los huevos en el envés de las hojas.

El estado larvario dura aproximadamente un mes. Durante los tres primeros estadios, la larva se alimentará succionando jugo de la planta de tal forma que, en caso de que esta se secase o muriese, ella también moriría. En el primer estadio se mueve unos pocos milímetros para buscar su propio lugar y clava su aparato bucal en el tejido de la planta. El segundo estadio es típico por la cremosa transparencia y por el desarrollo de patas y antenas rudimentarias. En el tercer estadio aumenta el tamaño y es de una transparente cremosidad. En el cuarto y último estado larvario, no es necesaria la ingesta de alimento, adquiere un color verde-amarillento, empieza a abultarse y se hacen visibles dos ojos rojos. Transcurridas las cuatro semanas emerge el adulto de la pupa.

El tiempo de desarrollo de esta especie de mosca blanca depende principalmente de la temperatura, de la planta huésped y de la humedad. El tiempo necesario para el desarrollo es menor según aumentan las temperaturas. El desarrollo del insecto es óptimo a temperaturas altas (unos 30-33° C). Por encima de 33° C el ritmo de desarrollo decrece rápidamente de nuevo. No sólo es importante el tipo de planta huésped, sino también la calidad nutricional del cultivo. Situaciones de estrés tales como una baja intensidad luminosa, altas temperaturas y extrema humedad, pueden influir sobre el desarrollo directa o indirectamente.

Daños causados por **B. Tabaci** en cultivos en invernadero.

Los daños causados por esta especie de mosca blanca en cultivos hortícolas en invernaderos pueden ser:

a) Directos. Producidos por la succión de savia. En este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta y a veces manchas cloróticas. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención del crecimiento y disminución del crecimiento.

b) Indirectos. Producidos por la secreción de melaza y posterior asentamiento de *Cladosporium sp.* en hojas, flores y frutos; lo que provoca asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución en la calidad de la cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de fitosanitarios.

c) Transmisión de virus. *Bemisia tabaci* es capaz de transmitir gran cantidad de virosis. De entre ellas, un buen número afectan al tomate. Se conoce su eficacia en la transmisión de enfermedades como:

- Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV).
- Tomato Yellow Mosaic Virus (TYMV).
- Tomato Leaf Curl Virus (TLCV).
- Chino del tomate (CdTV).
- Tomato Golden Mosaic Virus (TGMV).
- Tomato Yellow Dwarf Virus (TYDV).
- Leaf Curl Chili Virus (LCCChV).
- Yellow Mosaic French Bean Virus (YMFVBV).
- Tomato Mottle Virus (TMOV).

De todas estas virosis la primera es, en la actualidad, la más extendida y perniciosa en las áreas mediterráneas, al originar una parada casi total en el desarrollo de las plantas afectadas.

Métodos de lucha.

Dada la importancia de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, así como los cultivos por ella afectados a nivel mundial, son muy variados los métodos de lucha ensayados y puestos a punto contra la misma. A continuación hacemos una revisión, incluyendo aspectos de umbrales económicos y técnicas de muestreo, necesarios para un control efectivo racional de dicha plaga.

Técnicas de muestreo.

Las técnicas de muestreo para esta especie de mosca blanca se pueden dividir en dos grupos: aquellas destinadas al seguimiento de estados inmaduros, y las que tienen como objetivo los adultos. Para el caso de los adultos, las técnicas de muestreo mediante trampas cromáticas adhesivas han sido ampliamente utilizadas, con buenos resultados. Para el muestreo directo en planta, de estados inmaduros, han sido desarrollados métodos tanto en cultivos en invernadero como al aire libre, con estima de la población relativa o para ausencia/presencia (muestreo binomial). En cultivos en invernaderos del sur de España dicha técnica está totalmente desarrollada mediante muestreo binomial.

Métodos físicos y agronómicos.

En los invernaderos, una serie de prácticas culturales pueden contribuir a paliar la incidencia de *B. tabaci*:

- Antes de plantar se deben eliminar las malas hierbas portadoras y los restos de cosechas anteriores en el interior y alrededores del invernadero.
- Se debe procurar el empleo de plantas sanas que no vengán contaminadas del semillero.
- Colocación de doble malla en las bandas y cubreras de los invernaderos y colocación de doble puerta o malla en la entrada de los mismos. Esto permite paliar de forma eficaz los efectos de la plaga y sobre todo del virus que transmite (TYLCV). Mallas de 20 x 10 hilos/cm impiden el paso de los individuos más pequeños de *B. tabaci*, siendo muy restrictivas las mallas de 15 x 15 hilos/cm y 12 x 12 hilos/cm., con resultados satisfactorios en condiciones de campo.
- En el caso de tener que prevenir la virosis, es preciso aplicar otros medios de control complementarios (químicos o biológicos), pues, las condiciones que crean las mallas en los invernaderos, hacen que las poblaciones penetradas se multipliquen mejor y puedan extender la enfermedad en el interior del invernadero. Esta medida tiene mayor interés aún en las instalaciones destinadas a la producción de plantas, para evitar la infección precoz y la dispersión de la enfermedad en el material vegetal de plantación. Se aconseja arrancar y eliminar inmediatamente las plantas afectadas por virus durante el cultivo y la eliminación de malas hierbas, posibles reservorios del vector y/o virus.
- El empleo de trampas cromáticas amarillas (placas pegajosas) está indicado para la detección de las primeras infestaciones por la plaga, el seguimiento de las evoluciones de las poblaciones y para facilitar la toma de decisiones a la hora de realizar las intervenciones.

Resistencia y tolerancia.

La utilización de variedades comerciales resistentes a la plaga o al TYLCV, no es posible todavía en la mayor parte de los casos. Sin embargo el descubrimiento de variedades tolerantes o resistentes para el vector y el TYLCV añade una nueva dimensión en el control de esta plaga y probablemente sea el camino más eficaz. Las variedades actuales de tomate no son suficientemente resistentes a TYLCV, pero existen especies silvestres con diferentes niveles de resistencia.

Métodos químicos.

En los cultivos al aire libre, el control se realiza, básicamente, por métodos químicos. Una amplia gama de piretroides (cipermetrín, deltametrín, fenpropatrín, fluvalinato, bifentrín, permetrín, alfacipermetrín, cihelatrínlambda, ciflutrín, etc.) presentan aceptables niveles de eficacia, siendo recomendados con cierta asiduidad. Los productos reguladores del crecimiento como el buprofecín o el teflubenzurón capitalizan el control químico, pues presentan aceptables niveles de eficacia. Estos productos son alternados con el empleo de endosulfán para controlar los adultos inmigrantes. La aplicación de estos productos debe ser la adecuada, ya que de ello depende la eficacia del tratamiento. El hecho de que las poblaciones se sitúen en el envés de las hojas condiciona la eficacia de los productos que actúan por contacto, siendo aconsejable la adición de mojantes. Las aplicaciones se llevarán a cabo cuando se inicie la instalación de la plaga en los cultivos jóvenes y en épocas propicias para su desarrollo. Cuando el cultivo esté avanzado y la época no sea la propicia se podrán dilatar las intervenciones. El tiempo entre tratamientos se verá reducido si las poblaciones de la mosca pueden ser portadoras de virosis. En este caso, habrá que seleccionar productos que resulten eficaces en el control de los adultos, como el endosulfán, citado anteriormente.

La estrategia en la elección de las materias activas habrá de tener en cuenta la facilidad de la especie para desarrollar resistencia. En cuanto a *B. tabaci*, la gama de materias activas utilizables es bastante reducida, dado que el biotipo B se caracteriza por su alto nivel de resistencia a muchos derivados organofosforados y carbamatos. Se obtienen controles satisfactorios con productos como fenpropatrín, metomilo, buprofecín, imidacloprid y endosulfán.

Métodos biológicos.

En los últimos 20 años han sido abundantes los trabajos encaminados a buscar enemigos naturales y métodos alternativos para el control químico de *B. tabaci*, sobre todo para su aplicación en cultivos protegidos. Esto ha cobrado mayor importancia con la aparición y expansión de esta plaga. Sin embargo dentro de los autóctonos almerienses, existen hasta la fecha pocos enemigos naturales identificados y pocas especies que hayan sido probadas para el control biológico de esta plaga. De entre los depredadores, cabe destacar la actividad de algunas especies de chinches de la familia *Miridae* que con cierta frecuencia se asocian al cultivo, tanto al aire libre como en invernadero. *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii*, *D. errans*, *Cyrtopeltis tenuis* son consumidores activos de larvas de mosca blanca. De ellas *M. caliginosus* ofrece las mejores condiciones para su empleo en el control de la plaga en cultivos protegidos. Las sueltas en el cultivo deben realizarse al principio de la infestación cuando las poblaciones de mosca son bajas.

Estas especies, junto a *Macrolophus nubilus* pueden ocasionar daños a la planta, cuando las poblaciones son elevadas y los niveles de presa bajos, sin que tengan repercusiones de consideración. Distintas especies de *Anthocoridae* (*Orius laevigatus*, *O. majusculus*, *O. niger*, *O. sauteri*, etc.) se nutren, ocasionalmente, de larvas de mosca blanca, aunque su incidencia en la regulación de las poblaciones parece escasa. En las plantas que actúan como reservorios naturales, el coleóptero *Delphastus pusillus (catalinae)*, el díptero *Achetoxenus formosus* y el neuróptero *Chrysoperla carnea* pueden aparecer, en determinadas épocas del año, en cantidades importantes y limitar el crecimiento de la plaga. Cuando la humedad relativa es elevada, algunas larvas son afectadas por hongos entomopatógenos. *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *P. fumosorossus* o *Aschersonia aleyridis* han sido aislados de momias de larvas de mosca blanca. Del primero se comercializa un preparado, indicado para usar en cultivos protegidos, al requerir de un grado higrométrico elevado para infectar las larvas. Varias especies de Himenópteros *Aphelinidae* parasitan a *B. tabaci*. Quizás *Eretmocerus mundus* es el parasitoide más ampliamente extendido en las áreas mediterráneas, siendo muy abundante en el otoño. Las temperaturas y las condiciones ecológicas pueden condicionar la actuación de estos auxiliares, que ejercen buen control en algunos hospedantes alternativos. También destacan varias especies de *Encarsia* (*E. formosa*, *E. lutea*, *E. cibensis*, *E. deserti*, *E. reticulata*, *E. nigricephala*, *E. transvena*, *E. tabacifora*, etc.) que parasitan a esta mosca blanca, aunque su eficacia es menor.

Métodos de lucha integrada.

La Lucha Integrada es el método de control de plagas y enfermedades en el que se emplean conjuntamente productos químicos, insectos útiles y prácticas culturales. El objetivo fundamental de este tipo de agricultura, es el control racional y eficaz de las plagas y enfermedades, reduciendo la cantidad de residuos de los productos que se van a recolectar. Varios programas de lucha integrada, fundamentalmente en tomate y en pepino, se han puesto a punto y se emplea, a nivel comercial, en varias partes del mundo en invernadero. Hasta la fecha, el control de *B. tabaci* en Almería se ha basado casi exclusivamente en la Lucha Química, pero actualmente se han desarrollado, y aplican a nivel comercial, programas de lucha integrada en los principales cultivos hortícolas de invernadero para su control.

-Mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*.)

Pertenece al orden *Diptera* e incluida en la familia *Tephritidae*, cuyo nombre científico es *Ceratitis capitata* Wied.

Origen y Distribución Geográfica.

Es originaria de la costa occidental de África, donde viven especies muy próximas, desde donde se ha extendido a otras zonas templadas, subtropicales y tropicales de los dos hemisferios. Es considerada como especie cosmopolita, por su dispersión debida al transporte de productos realizado por el hombre. A pesar de su origen, se le llama también mosca mediterránea de la fruta, ya que en los países mediterráneos es donde su incidencia económica se ha hecho más patente, afectando a numerosos cultivos, sobre todo cítricos y frutales de hueso y de pepita. En España se distribuye por toda la zona sur y regiones mediterráneas, alcanzando condiciones óptimas en las regiones situadas más hacia el interior.

Ciclo Biológico.

La duración del ciclo depende de la temperatura. Su actividad se reduce en invierno, que puede pasar en estado de pupa. Si la temperatura sube por encima de 14°C vuelven a estar activas. En zonas de clima suave puede completar de 6 a 8 generaciones al año.

El insecto sale del pupario que se encuentra enterrado cerca de los árboles y busca un lugar soleado; quince minutos después, los tegumentos se endurecen y adopta la coloración típica de la especie. Después emprende el vuelo, pues sus alas están desarrolladas, aunque no sus órganos sexuales.

Realiza vuelos cortos y se posa donde encuentre materias azucaradas, cuya fuente son los frutos, ya que son necesarias para su madurez sexual. El encuentro entre macho y hembra se produce cuando el macho exhala una secreción olorosa que es reconocida por la hembra; es un atrayente sexual que facilita la cópula.

La hembra fecundada inicia la puesta en la pulpa de la fruta. Son atraídas por el olor y el color (prefieren el amarillo y naranja, por eso los frutos verdes no son atacados.)

Una sola cópula en la vida de la hembra es suficiente para la fertilización continúa de los huevos, pues su espermateca almacena los espermatozoides del macho. Cuando los frutos no están disponibles pasa mucho tiempo sin la puesta de huevos, haciéndolo cuando las condiciones son favorables, sin necesidad de volver a copular.

La hembra frota sus patas anteriores hacia delante, arquea sus alas y se mueve describiendo círculos. Curva el abdomen y apoya el ovipositor hasta perforar el fruto unos 2 mm; esta operación dura hasta 20 minutos. Después realiza la puesta hasta un número total de 300-400 huevos durante unos 10 minutos, permaneciendo el insecto inmóvil. Si las temperaturas son favorables, los huevos eclosionan en unos 2 días.

Las larvas se alimentan de la pulpa del fruto donde producen galerías. Una vez que salen del fruto, viven en el suelo donde realizan su fase de pupa bajo las hojas secas.

En el Levante español, la secuencia biológica de *Ceratitis capitata* es la siguiente: en invierno comienza su ataque sobre naranjos y mandarinos, de donde pasa a los albaricoques en primavera, en su segunda generación. Al comenzar el verano da origen a la tercera generación sobre melocotoneros. En agosto da origen a la cuarta sobre melocotoneros y perales. La quinta generación tiene lugar en septiembre, atacando a melocotoneros, higueras, caquis, etc., y comienza a picar las naranjas y mandarinas aún verdes, y en octubre a las uvas tardías. Tiene una sexta generación sobre melocotones tardíos, chumbos, naranjas y mandarinos, y si la temperatura se mantiene templada aún puede desarrollar una séptima generación sobre mandarinas y naranjas. Además, puede atacar también a ciruelas, nísperos, manzanas, granadas y a casi todos los frutos tropicales o subtropicales: papaya, mango, aguacate, guayaba, chirimoya, dátil, etc.

Hábitat.

La influencia de la temperatura y de la humedad relativa sobre la biología del insecto se presenta de manera combinada; esta acción conjunta se ha representado para algunos insectos, entre ellos *Ceratitis capitata* Wied., Bodenheimer estableció y definió 4 zonas según fuera la actividad de la mosca en cada una de ellas:

Zonas	Temperatura (C°)	Humedad relativa (%)
Zona óptima (A)	16-32	75-85
Zona favorable (B)	10-35	60-90
Zona no favorable (C)	2-38	40-100
Zona imposible (D)	2-40	40

Tabla 11: Influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la biología del insecto.

Las condiciones prolongadas de 1-3 meses en una zona clasificada como “D” impedirán daños apreciables en esa localidad.

En zonas no favorables (C) y favorables (B), la densidad de población será relativamente baja.

Las invasiones y daños se producirán cuando las condiciones persistan durante varios meses consecutivos, dentro de los límites de las clasificadas como zonas óptimas (A) o favorables (B).

Daños.

Los producidos por la picadura de la hembra en la puesta de huevos produce un pequeño orificio en la superficie del fruto que forma a su alrededor una mancha amarilla si es sobre naranjas y mandarinas y de color castaño si se trata de melocotones. Cuando la larva se alimenta de la pulpa favorece los procesos de oxidación y maduración prematura de la fruta originando una pudrición del fruto que queda inservible para el mercado. Si se envasan frutos picados, con larvas en fase inicial de desarrollo, se produce su evolución durante el transporte. Los principales daños se suelen producir sobre las variedades más precoces de mandarinas y naranjas.

Métodos de Control.

La tendencia actual es combinar de forma integrada las diferentes estrategias de lucha y conjugar los atrayentes específicos e insecticidas, embebidos o formulados en difusores de liberación lenta que alarguen su persistencia y permitan, en trampas sencillas, repartir un número suficiente de elementos por unidad de superficie, de forma que con una sola colocación, protejan al cultivo durante toda la campaña.

Cultural.

Mediante la recogida diaria de frutos infectados y enterramientos en fosas con cal, además de la eliminación de plantas huésped. Se realizan labores de cavado junto a los árboles y rociado con insecticida de la tierra removida para eliminar las pupas. Pero en la práctica estas actuaciones resultan demasiado costosas.

Mosqueros y Trampas Cazamoscas.

La detección de la plaga ha sido el principal motivo que ha impulsado el desarrollo de multitud de trampas y atrayentes para tefrítidos. Por otro lado, también se han aprovechado todos estos dispositivos de detección para el control de la plaga mediante trampeo masivo. El trampeo es la técnica para detectar oportunamente la presencia de *Ceratitis capitata* Wied en estado adulto, determinar su oscilación poblacional y su distribución geográfica, determinar el nivel de infección en un área determinada y monitorear poblaciones de moscas de la fruta estériles liberadas y finalmente evaluar los controles químicos y mecánicos.

Para capturar las moscas, previamente hay que atraerlas hacia una trampa. Según el tipo de atrayente utilizado, se diferencian en:

- Atrayente sexual.
- Atrayente alimenticio.
- Atrayente cromático.

Existen distintos tipos de trampas destinadas a este fin.

Según la forma de captura se pueden agrupar en:

- Trampas no pegajosas o mosqueros.
- Trampas pegajosas.

A su vez, las trampas no pegajosas pueden ser:

- Trampa o mosquero con contenido líquido.
- Trampa o mosquero seco.

Los mosqueros y las trampas cazamoscas son frascos que se colocan a 2 metros de altura en la zona del árbol expuesta al mediodía. Se consigue la captura de los adultos y también el seguimiento de las poblaciones para realizar los tratamientos en el momento adecuado. Como atrayentes se emplean numerosos productos como la cerveza, vinagre al 25%, fosfato biamónico, proteínas hidrolizadas y Trimedlure. Las proteínas hidrolizadas son extractos de diferentes productos básicamente vegetales como el maíz y la caña de azúcar. Estas proteínas al descomponerse desprenden amonio como componente volátil más importante. El Trimedlure posee un elevado poder de atracción, un radio de acción corto y una persistencia moderada, dependiendo del sistema de difusión. Es muy específico en la atracción de los machos, lo que implica que si no se complementa con un sistema de captura de hembras, éstas quedan en el campo pudiendo ocasionar numerosos daños con sus picaduras a los frutos.

Actualmente se está ensayando la combinación de 3 componentes para la atracción de las hembras; estos componentes son: putrescina (1-4 diaminobutano), acetato amónico y trimetilamina; incluyendo biorreguladores con resultado incierto. Cada uno de estos compuestos se comercializan introducidos en membranas de polietileno, de liberación Lenta; cuyo nivel de captura de hembras es muy elevado.

Los ensayos realizados en campo con los atrayentes alimenticios empleados como cebos mejora la eficacia y la selectividad de las hembras de *Ceratitis capitata* Wied. Si se adiciona un 2% en peso de acetato amónico a la solución estándar de Proteína Hidrolizada y Borax se puede conseguir un 41% más de capturas de las que un 75% serán hembras.

Los atrayentes líquidos presentan problemas en cuanto a eficacia, duración y selectividad, acelerando la descomposición de las moscas capturadas. Por otra parte, en climas secos, la presencia de agua puede favorecer las capturas.

Estas sustancias son impregnadas en membranas de liberación lenta colocadas en el interior de los mosqueros, permaneciendo activas durante un mes y medio, dependiendo de las condiciones climáticas.

El estudio de los diferentes atrayentes reveló que el color amarillo, presenta una atracción superior al resto de colores, especialmente en el caso de machos. También el color blanco posee poder de atracción. Esta es la razón por la que muchas trampas se diseñan con estos colores. Además del color, las formas redondeadas y globosas ejercen un cierto poder de atracción sobre los adultos de *Ceratitis capitata* Wied.

Por ello, diferentes tipos de mosqueros y trampas son diseñados de esta forma para favorecer las capturas.

Por otro lado, las moscas también son atraídas por la luz, ya que algunas trampas se diseñan con la parte superior transparente y cerrada, pues las moscas permanecen en la parte superior y no pueden escaparse por los orificios situados más abajo, por los que han entrado.

Lucha Química.

Tratamiento Cebo.

Consiste en añadir al insecticida un atrayente alimenticio pulverizando las partes más soleadas del árbol.

Los plaguicidas más eficaces son: Malation 50%, Triclorfon 50% y Fention 50%.

Dosis recomendadas	Insecticida	Proteína
Mochila de 15 litros	45-75 cc	45-75 g
Tanque de 100 litros	300-500 g	300-500 g

Tabla 12: Dosis recomendadas de atrayente alimenticio.

Se debe aplicar cada 7-10 días, tratando 1-2 m² de la cara sur del árbol.

En producción integrada se recomienda utilizar el Malation y se aconseja realizar el tratamiento químico cuando las capturas de moscas superen 0.5 moscas por mosquero y día. Con estas pulverizaciones se pretende aprovechar el poder de penetración de los productos y su acción sobre las larvas de las moscas en el interior del fruto.

Tratamiento completo del árbol.

Consiste en la pulverización total del árbol empleando hasta 2 y 3 pases. Se realiza en variedades extra-tempranas, cuando los frutos alcanzan plena madurez, ya que el tratamiento cebo pierde eficacia, puesto que la mosca es más atraída por la fruta que por la proteína cebo. El tratamiento se realiza sólo con Malation 50% a la dosis del 0.2%, con gasto medio de 5-7 litros por árbol. El inconveniente de esta actuación es la aparición de residuos tóxicos en la pulpa de los frutos, así como problemas de tipo ambiental.

Lucha biológica.

Los parasitoides de *Ceratitis capitata* Wied son: *Opius fullawayi*, *O. humilis*, *O. incisi*, *O. krausi*. Sin embargo, debido a la escasa eficacia y a las dificultades de la cría artificial, la lucha biológica no ha sido efectiva en las condiciones mediterráneas.

Lucha autocida.

Consiste en la liberación masiva de machos criados en laboratorio que han sido esterilizados mediante radiaciones. Estos machos estériles compiten con los machos normales y se cruzan con las hembras. De esta manera, la población irá disminuyendo debido a la esterilidad de uno de los parentales. Se estima como densidad óptima la de un macho estéril/m² o diez machos estériles por un macho silvestre. Este método es de gran eficacia cuando las poblaciones de la plaga están bien localizadas y presentan una densidad baja. Es un método muy específico, ya que sus efectos se centran únicamente en la especie dañina y no afecta al equilibrio ecológico. Si se emplea la técnica de suelta masiva de machos estériles, los mosqueros o trampas se utilizan como monitoreo.

Recomendaciones contra la Mosca de la Fruta.

- Vigilar las plantaciones y comenzar los tratamientos en el momento oportuno (inicio del cambio de color del fruto.)
- Realizar los tratamientos con la frecuencia necesaria según las características del clima y de la variedad.
- Proteger las variedades extra-tempranas hasta el final de la recolección.
- Respetar los plazos de seguridad especificados en la etiqueta del producto fitosanitario.
- Tratar los frutales aislados para evitar que se conviertan en focos de multiplicación y *Ceratitis capitata* Wied.
- Recoger y eliminar la fruta caída.
- Denunciar los vertederos incontrolados de frutas.

Tratamientos de Cuarentena.

Los tratamientos de cuarentena son aquellos que exigen los países importadores de vegetales y productos vegetales, obligando a que los países exportadores los apliquen en aquellos productos infectados por plagas cuya introducción quieren evitar. En la mayoría de los casos estos métodos están ya recogidos en las legislaciones de los países importadores, pero en otros casos se debe establecer el tratamiento adecuado de acuerdo con el país importador.

Estos tratamientos suelen estar rodeados de ciertas polémicas, generalmente causadas por la ausencia de métodos lo suficientemente eficaces y libres de inconvenientes y por las pérdidas económicas que su aplicación ocasiona a los países exportadores. Los tratamientos de cuarentena que se aplican sobre *Ceratitis capitata* Wied, tratan de eliminar los estados inmaduros en frutos huéspedes. Estos tratamientos no deben tener efectos perjudiciales en la calidad, en el almacenamiento, en la composición del producto tratado, en la aparición de residuos que puedan resultar peligrosos para el consumidor y en la facilidad de integración en el proceso de comercialización y distribución del producto.

Para poder determinar cuál es la población sobre la cual se va a aplicar el tratamiento de cuarentena, es necesario conocer previamente el porcentaje de supervivencia en el fruto a tratar. Por ejemplo, para poder observar la supervivencia de *Ceratitis capitata* Wied en cítricos, es preciso introducir artificialmente huevos de la mosca en su interior, empleado para ello la inoculación.

Los tratamientos de cuarentena se pueden dividir en **químicos** y **físicos**:

-Tratamientos químicos: se basan en la aplicación de fumigantes como dibromulo de etileno (DBE) y bromulo de metilo. Las ventajas de este método son que eliminan un amplio espectro de plagas; son económicos, fáciles de aplicar en diferentes recintos y son aplicados en un corto espacio de tiempo.

Como inconvenientes hay que destacar su elevada toxicidad tanto para el personal que los aplica, como a los que posteriormente tienen que manejar los productos tratados. Otro inconveniente es el establecimiento de los límites máximos de residuos o la prohibición del uso de algunos fumigantes. Hay que destacar la prohibición del uso del dibromulo de etilo por sus efectos cancerígenos y la limitación del bromulo de metilo por sus efectos medioambientales. Por todo lo expuesto hay que buscar alternativas a los fumigantes.

-Tratamientos físicos: se basan en la aplicación de frío, calor, atmósferas controladas, irradiaciones o combinaciones entre ellos. La fruta se somete a una temperatura determinada durante un periodo de tiempo, de manera que se garantice la erradicación de la fase más resistente del insecto.

La utilización del frío como herramienta en el control de plagas cuarentenarias está muy extendida, especialmente en el caso de la mosca de la fruta. Para la exportación de cítricos a países donde esta plaga se considera que está extinguida, como es el caso de Estados Unidos, las partidas sufren una inspección y un tratamiento de frío, previamente pactado con los servicios de inspección, que impide la supervivencia de las larvas.

Normativa en vigor en el año 2001 para el tratamiento de cuarentena en E.E.U.U y Japón	
E.E.U.U.	Japón
En tránsito en bodegas frigoríficas o contenedores	En origen en instalaciones fijas, o en tránsito en contenedores
Mandarinas y naranjas	Naranjas ("Navel" y "Valencia Late")
0,0°C 10 días	* 17 días con temperatura en pulpa inferior a 2°C. * Se inicia el tratamiento con temperatura inferior a 1,5°C.
0,5°C 11 días	
1,1°C 12 días	
1,6°C 14 días	
2,2°C 16 días	
Si se sobrepasa algunas de estas temperaturas se pasa a la siguiente	
Limones	Limones
No se exige tratamiento	16 días con temperatura en pulpa inferior a 2°C

Fuente: Soivre, 1994. Tabla 13: Normativa en vigor en el año 2001 para el tratamiento de cuarentena en E.E. U.U. y Japón.

Los tratamientos térmicos con calor se centran en la aplicación de agua caliente y vapor. Como inconveniente de este tratamiento hay que destacar, que sobre algunos cítricos puede causar alteraciones del sabor y provocar daños en la piel de los frutos y en algunas variedades de mandarinas resulta fitotóxico; sin embargo, el vapor de agua resulta efectivo sobre frutos de pomelo.

Las variables que afectan a la eficacia de las atmósferas controladas incluyen la composición de la atmósfera, la temperatura, la humedad, el tiempo de exposición, la especie y el estado de desarrollo del insecto.

La irradiación de alimentos consiste en exponer el producto a la acción de las radiaciones durante un periodo de tiempo, que será proporcional a la cantidad de energía que deseamos que el alimento absorba. Esta dosis se expresa en Gray (Gy), unidad que equivale a la absorción de un Joule por kilogramo de masa irradiada.

-Pulgones (*Aphis spiraecola*, *A. gossypii*, *A. citricola*, *Toxoptera aurantii*, *Myzus persicae*.)

El daño que causan consiste en la sustracción de linfa, que comporta el debilitamiento de la planta solo en caso de infecciones masivas, que es cuando se produce una gran emisión de melaza acompañada del acartonamiento de las hojas. Su agresividad y su capacidad para transmitir ciertas virosis como el CTV, hacen que esta plaga sea potencialmente peligrosa. El comportamiento errático de la plaga en condiciones adversas (elevadas temperaturas y ambientes secos), hace muy difícil su predicción sobre la posible virulencia del ataque.

Control

Desde hace tiempo se han venido usando diferentes métodos de muestreo (trampas de distintos tipos, muestreos indirectos o conteos directos) para determinar la fauna afídica de los cítricos y su composición numérica, destacando entre ellos, las trampas amarillas de agua. Las materias activas empleadas en el control de pulgones deben tener el menor impacto posible sobre las poblaciones de ácaros Fitoseidos, ya que éstos tienen un control biológico eficaz sobre las poblaciones de pulgones en cítricos.

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 75%	0.05-0.15%	Polvo soluble en agua
Aceite de verano 66% + Fenitrothion 4%	1-2%	Concentrado emulsionable
Aceite de verano 66% + Etion 9.5%	1-1.25%	Concentrado emulsionable
Alfa Cipermetrin 5%	0.02-0.03%	Polvo mojable
Amitraz 20% + Bifentrin 1.5%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 60% + Endosulfan 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Benfuracarb 20%	0.15-0.20%	Concentrado emulsionable
Bromopropilato 12.5% + Metidation 27.5%	0.10-0.20%	Concentrado emulsionable
Butocarboxim 50%	0.10-0.20%	Concentrado emulsionable
Carbosulfan 25%	0.10-0.15%	Suspensión en cápsulas (microcápsulas)
Cipermetrin 5%	0.10-0.20%	Concentrado emulsionable
Cipermetrin 2.5% + Clorpirifos 36%	0.15%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 20% + Fosmet 15%	0.20-0.40%	Concentrado emulsionable
Dicofol 15% + Dimetoato 22.2%	0.15-0.20%	Concentrado emulsionable
Dimetoato 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Endosulfan 35%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Etion 47%	0.10-0.20%	Concentrado emulsionable
Imidacloprid 20%	0.05-0.08%	Concentrado soluble
Permetrin 25%	0.02-0.04%	Concentrado emulsionable
Pirimicarb 50%	0.10%	Polvo mojable
Tau-Fluvalinato 24%	0.01-0.02%	Suspensión concentrada

Tabla 14: Productos Químicos empleados en el control de pulgones.

-Cóccidos o cochinillas.

Los daños causados por las cochinillas consisten, esencialmente, en la sustracción de savia que provoca una depresión general en toda la planta; además, la mayor parte de las especies producen melaza, un líquido azucarado responsable de las innumerables colonias de hormigas, comunes en las plantas infectadas por las cochinillas y pulgones; por otra parte, la melaza, también, es el sustrato donde se desarrolla la fumagina (conjunto de hongos que se reproducen en la parte superior de las hojas y tallos, y sobre ellos forman una película de color negro, producto de las excreciones de cochinillas, pulgones o mosca blanca.)

Las cochinillas viven en las hojas, las ramas y sus ramificaciones y, en menor número, en los frutos; las numerosas generaciones que aparecen durante el año se caracterizan por su elevada prolificidad.

Una característica común a casi todas las cochinillas es la capacidad de segregar una sustancia que se utiliza para la protección del insecto. En algunas especies, esta protección está formada por un revestimiento de laca o por un amasijo de cera, mientras que otras forman un real y propio "escudete" o un folículo con la misma sustancia. Debajo de estos "escudetes" y en "ovisacos" adecuados ponen los huevos, pequeñísimos y numerosos, de los que salen las larvas, que se mueven, durante poco tiempo, en busca de un lugar donde fijarse. Estas larvas, pequeñas y ligeras, son transportadas fácilmente por el viento, difundiendo así la infección.

Control.

La elevada prolificidad de las cochinillas se ve contrarrestada por la acción de numerosos factores que la limitan como la considerable mortalidad natural de las larvas durante la fase de difusión y la presencia de parásitos y predadores. La cochinilla acanalada, *Rodolia cardinalis* (novio cardenal) es un depredador empleado en control integrado.

En el caso, por otra parte bastante frecuente, de que la mortalidad natural no sea suficiente para contener el desarrollo de la población de estos fitófagos entre límites tolerables, son precisos los tratamientos químicos.

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 100%	0.75-1%	Líquido para aplicación ultra bajo volumen
Aceite de verano 66% + Fenitrothion 4%	1-2%	Concentrado emulsionable
Aceite de verano 66% + Fentoato 5%	1%	Concentrado emulsionable
Aceite de verano 70% + Clorpirifos 5%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Aceite de verano 70% + Etion 9.5%	1-1.25%	Concentrado emulsionable
Ácido giberélico 9%	0.20-0.30%	Tabletas o pastillas solubles
Buprofezin 25%	0.07-1%	Polvo mojable
Cipermetrin 2.5% + Clorfenvinfos 15%	0.15-0.20%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 20% + Fosmet 15%	0.20-0.40%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 24% + Endosulfan 20%	0.13-0.18%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 27.8% + Dimetoato 22.2%	0.15-0.20%	Concentrado emulsionable
Dicofol 15% + Dimetoato 14% + Tetradifon 5%	0.25%	Concentrado emulsionable
Dimetoato 10% + Metil Azinfos 20%	0.20%	Polvo mojable
Etion 47%	0.10-0.20%	Concentrado emulsionable
Fenitrothion 25% + Fenvalerato 5%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Metil pirimifos 50%	0.25%	Concentrado emulsionable
Napropamida 50%	0.20-0.30%	Polvo mojable

Tabla 15: Productos Químicos empleados en el control de cochinillas.

3.3.7.2. Enfermedades.**-Nematodo de los cítricos (*Tylenchulus semipenetrans*.)**

Produce la enfermedad conocida como el decaimiento lento de los cítricos y limita la producción citrícola en condiciones edáficas y medioambientales muy variadas. Esta enfermedad se desarrolla gradualmente y comienza con una reducción en el número y tamaño de los frutos, pero que rara vez llega a ocasionar la muerte del árbol. Los principales síntomas son: falta de vigor de las plantaciones y reducción del calibre de los frutos. El daño que provocan sobre las plantas representa una reducción del 15-50% de la producción y en el caso de fuertes ataques, la pérdida total de la cosecha. Se trata de un nematodo semi-endoparásito sedentario de reducidas dimensiones, solo apreciable al microscopio y que presenta dimorfismo sexual. Se caracteriza por poseer estilete, provisto de un conducto interior y una musculatura que hace que sea retráctil, empleándolo para su alimentación. La hembra adulta, presenta un aspecto saquiforme, con el extremo anterior alargado. Introduce la parte anterior del cuerpo en el parénquima cortical de las raíces secundarias, dejando al exterior de la raíz la parte más dilatada de su cuerpo. Una vez fijadas a las raíces son inmóviles y es prácticamente imposible separarlas de éstas sin romperlas. Esta enfermedad puede estar causada además, por la asociación de *Tylenchulus semipenetrans* con otros patógenos del suelo, como hongos de los géneros *Phytophthora* o *Fusarium*. La asociación hongo-nematodo tiene lugar en muchas plantaciones y ambos organismos contribuyen a los síntomas de decaimiento. El ciclo biológico se inicia con el huevo, el cual tiene un periodo de incubación de 15-30 días, dependiendo de la temperatura del suelo. Existen cuatro fases juveniles, dando lugar a machos y hembras entre los que se realiza la cópula, aunque también pueden reproducirse en ausencia de machos. La hembra deposita los huevos en una matriz gelatinosa sobre la raíz de la planta. El embrión se desarrolla hasta la formación del primer estado juvenil. Dentro del huevo tiene lugar la primera muda y el segundo estado juvenil emerge del huevo y quedan libres en el suelo, desplazándose a través de la película de agua que rodean las partículas del suelo para alcanzar e infectar la raíz. Las densidades de población en el suelo más altas suelen aparecer en primavera y a finales de otoño, disminuyendo durante el invierno, quedando reducidas durante el verano. Estas fluctuaciones estacionales pueden verse afectadas en función de la temperatura y la pluviometría. Cuando se trata de cultivos sobre un suelo que no haya sido cultivado con cítricos o vid, la presencia del nematodo solo se hace evidente a partir del octavo año de cultivo. Por el contrario, en el caso de replantaciones sobre terrenos que hayan sido previamente cultivados tanto para cítricos como para viñedo, su presencia se detecta en el inicio de la plantación. La principal vía de infección es a través de las poblaciones de huevos, que pueden estar en estado de quiescencia hasta 10 años en el suelo y son transportados por acarreo de suelo, el agua de riego y el material vegetal de plantación procedente de viveros, cultivado sobre suelo directo.

Control.

Uso de patrones resistentes como *Citrumelo swingle* y el *Poncirus trifoliata*.

El valor umbral para recomendar el uso de nematicidas es de más de 1000 hembras por 10 g de raíces secundarias y una densidad superior a 20 juveniles/cm³ de suelo. El control químico puede realizarse en pre o post-plantación. La eficacia de los fumigantes depende de las características físicas del suelo, dosis, tipo de aplicación y labores preparatorias del suelo previas al tratamiento. Las materias activas recomendadas son: Cadusafos 10%, Oxamilo y Aldicarb.

Adoptar prácticas culturales adecuadas para evitar la infección en nuevas parcelas, limitar su infección en parcelas ya infectadas y reducir las densidades de inóculo en el suelo: favorecer el crecimiento de las raíces y reducir el estrés del árbol, desinfección de las herramientas de trabajo, regar con agua de pozos o de canales de riego que no atraviesen parcelas infectadas; el riego por goteo reduce la dispersión del nematodo por escorrentía; eliminar las raíces infectadas.

En el caso de detectar la presencia de nematodos en una nueva plantación, no se deben tomar medidas de control hasta el tercer y cuarto año, pues el reducido tamaño de la copa hace que la sombra que ésta proyecta sobre el suelo, sea muy escasa y por tanto la temperatura del suelo sea demasiado elevada para un desarrollo óptimo del ciclo de vida de *Tylenchulus semipenetrans*.

El control biológico de este nematodo se produce de forma natural por numerosos organismos antagonistas: hongos, bacterias, artrópodos y otros nematodos depredadores. Estos antagonistas son muy frecuentes en las plantaciones de cítricos, pudiendo reducir las densidades de población de *Tylenchulus semipenetrans* hasta en un 30%.

-Gomosis, podredumbre de la base del tronco y cuello de la raíz y podredumbre de raíces absorbentes (*Phytophthora nicotiane*, *P. citrophthora*.)

La presencia de estos hongos es permanente durante todo el año en el suelo y su mayor actividad parasitaria se produce cuando la temperatura media del ambiente oscila entre 18-24°C. El agua de lluvia o la de riego que empapa el suelo favorece la formación de la parte reproductora asexual de estos hongos. La gomosis puede aparecer en la base del tronco, cerca de la zona de unión del injerto o bien a lo largo del tronco, llegando a afectar a las ramas principales de algunas variedades. Las zonas afectadas adquieren diversas formas y el tamaño de la lesión dependerá del tiempo que lleve actuando el hongo y de las condiciones ambientales. Normalmente las lesiones son alargadas y, si hay suficiente humedad ambiental, se producen emisiones de gotitas de goma. Las zonas afectadas se deshidratan y se va separando la corteza, pudiendo desprenderse en tiras verticales si estiramos desde la zona donde se inicia la separación. Debajo de esta zona, la madera puede estar ennegrecida pero no muerta, por lo que podrá seguir subiendo savia bruta, pero no podrá bajar de esa zona savia elaborada. Con el tiempo, las raíces que estén por debajo de esa zona irán dejando de recibir alimento y acabarán muriendo. Cuando el ataque se localiza en la parte baja del tronco y el cuello de las raíces principales, se va produciendo una deshidratación y podredumbre de la corteza, con la consiguiente separación de la madera, que aparece ennegrecida. En las raíces se ve la zona afectada, en la que se forman los típicos chancros, con bordes engrosados debido a que la planta ante el ataque del hongo, para intentar cerrar la herida, empieza a multiplicar sus células a mayor velocidad (respuesta hiperplástica o hipertrófica). El chancro afecta principalmente a la base del tronco pero, en algunos casos, puede

presentarse también a lo largo del mismo. Las lesiones son variables en forma y tamaño, pero crecen más rápidamente en sentido vertical que lateralmente. La podredumbre de las raíces absorbentes se concreta en una destrucción de las raíces finas. Si se produce este hecho repetidamente y con bastante amplitud, puede alterar el desarrollo de las plantas. En condiciones de elevada humedad atmosférica, el hongo fructifica en la superficie de las manchas formando una mohosidad blanquecina. Los frutos infectados se desprenden prematuramente. Las áreas de la corteza infectadas son frecuentemente contaminadas por otros hongos (*Penicillium* spp., *Fusarium* spp., etc.) Si el ataque pasa desapercibido, porque la base del tronco y las raíces estén tapados por la tierra, los síntomas característicos de la enfermedad se manifiestan con las siguientes características:

- Brotes débiles, de escaso desarrollo y aspecto clorótico.
- Frutos de pequeño tamaño.
- Hojas de color verde amarillento y más puntiagudas.
- Limbos más pequeños y amarillentos.

El naranjo dulce es más sensible que los mandarinos y sus híbridos; los Citranges Troyer y Carrizo, y el mandarino "Cleopatra" presentan cierta resistencia. Por tanto, la elección del patrón supone un aspecto importante en la lucha contra esta enfermedad, además de la investigación de nuevos patrones resistentes.

El método de lucha más eficaz es una buena combinación de medidas preventivas junto al control químico.

Medidas preventivas.

- Diseñar un buen drenaje que evite la acumulación de agua en épocas lluviosas.
- Si el riego es por inundación se rodearán los troncos con un caballón que evite su contacto directo con el agua.
- Si el riego es por goteo se separarán los goteros del tronco, para evitar una excesiva humedad en el mismo.
- Evitar el uso de maquinaria y aperos que produzcan lesiones en el tronco.
- Evitar la compactación del terreno, pues dificulta el crecimiento de las raíces.
- No aportar materia orgánica en descomposición junto a la base del tronco.
- Evitar periodos de sequía seguidos de riegos abundantes.
- Moderar la fertilización nitrogenada.

Control químico.

Los fungicidas contra *Phytophthora* spp. son productos cuya acción es exoterápica, es decir, actúan exteriormente, impidiendo la germinación de los órganos de reproducción del hongo si el producto se pone en su contacto. Por tanto, hay que aplicar el fungicida en toda la zona afectada, pues donde no llegue el producto el hongo sigue atacando.

Procedimiento a seguir en el control de *Phytophthora spp.*

- Inicio de la enfermedad: en los primeros síntomas de la enfermedad, en el que los chancros están iniciando su desarrollo, se establece el siguiente programa:

-Primer tratamiento: se realizará después de la primera brotación de primavera, a los 10-20 días de su inicio, realizando un tratamiento foliar con Fosetil-Al 35% + Mancozeb 35%, presentado como polvo mojable, a una dosis de 0.30-0.50% ó Fosetil-Al 80%, presentado como granulado dispersable en agua a una dosis de 0.25-0.30%.

Si el producto utilizado es Metalaxil 25%, presentado como polvo mojable, se aplicará a una dosis de 0.80-0.12%, repartida por la zona de goteo de los árboles afectados y en la misma época.

-Segundo tratamiento: se realiza durante la brotación de verano, con los mismos productos y dosis anteriores.

-Tercer tratamiento: se realizará a los dos o tres meses del tratamiento anterior (septiembre-octubre), con los mismos productos y dosis.

- Fase avanzada de la enfermedad: cuando los chancros están bien desarrollados, además de los tratamientos realizados en el apartado anterior, se debe actuar sobre los chancros de las siguientes formas:

-Pulverizar los chancros con una suspensión concentrada que contenga alguno de los productos citados como de acción externa.

-Limpiar y raspar la zona de exudación gomosa afectada por el hongo y a continuación pulverizar.

-Con un objeto afilado se eliminarán los tejidos afectados de la corteza sin dañar la madera, hasta que se llegue a ver una línea verde de corteza, señal de que hemos llegado a la zona sana. Seguidamente se llevará a cabo la pulverización como en los casos anteriores.

-*Alternaria alternata* pv. *Citri*.

Uno de los primeros síntomas que produce esta enfermedad es la fuerte defoliación que sufren los árboles durante la primavera, ya que las hojas y los tallos de las brotaciones jóvenes se necrosan casi en su totalidad. Sobre el limbo foliar aparecen áreas necrosadas de tamaño variable que producen una curvatura lateral de la hoja; estas necrosis suelen extenderse siguiendo las nerviaciones de la hoja.

Sobre los frutos recién cuajados en primavera pueden aparecer pequeñas lesiones a modo de punteado negro sobre la corteza. Estas lesiones pueden evolucionar necrosando totalmente el fruto, que finalmente cae al suelo. Las lesiones sobre la corteza de los frutos puede avanzar formando zonas deprimidas con un halo amarillento a su alrededor, en las que los frutos muestran un cambio de color precoz.

Posteriormente se forman unas depresiones circulares de color marrón oscuro con un tamaño que puede llegar hasta unos 10 mm de diámetro. En el caso de un ataque severo se pueden observar lesiones en los frutos a modo de excrescencias suberosas de tamaño variable sobre la corteza. El avance de la necrosis siguiendo los nervios foliares, se debe al daño celular que sufren los tejidos de la hoja por la capacidad de *A. alternata* pv. *citri* de sintetizar metabolitos tóxicos específicos. En el estado más avanzado de la enfermedad tiene lugar la colonización micelar del hongo, dando lugar a la esporulación, diseminando la enfermedad a las hojas y frutos susceptibles adyacentes.

Control

-Eliminación del material infectado. En parcelas con problemas de mala aireación, excesivo vigor del árbol, abonado nitrogenado en exceso y podas severas realizadas en épocas inadecuadas, se acentúan los ataques de la enfermedad.

-Control Químico: se recomiendan las siguientes materias activas:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Fosetil Al 35% + Mancozeb 35%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Mancozeb 10% + Oxidloruro de cobre 30% + Zineb 10%	0.30%	Polvo mojable
Mancozeb 12% + Oxidloruro de cobre 8.6% + Sulfato de cobre 2.5% + Carbonato básico de cobre 2.8%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Mancozeb 20% + Oxidloruro de cobre 30%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Mancozeb 40% + Sulfato de cobre 11%	0.30%	Polvo mojable
Maneb 10% + Oxidloruro de cobre 30% + Zineb 10%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Maneb 7.5%+ Oxidloruro de cobre 10% + Sulfato cuprocálcico 11% + Zineb 7.5%	0.30-0.40%	Polvo mojable
Maneb 8% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Oxidloruro de cobre 37.5% + Zineb 15%	0.40%	Polvo mojable
Óxido cuproso 50%	200 g/100 litros de agua	Polvo mojable
Procloraz 40%	0.20%	Concentrado emulsionable
Sulfato cuprocálcico 17.5% + Zineb 7%	0.60-0.80%	Polvo mojable

Tabla 16: Materias activas recomendadas en el Control Químico.

-Virus de la tristeza de los cítricos o citrus tristeza virus (CTV.)

El virus de la tristeza de los cítricos es el causante de la enfermedad viral más grave de los cítricos.

El daño más evidente es el decaimiento y muerte de los árboles injertados sobre naranjo amargo, clorosis nervial y acanaladuras en la madera. El virus causa la muerte de las células del floema en el naranjo amargo, produciendo un bloqueo de los tubos conductores de savia elaborada a nivel de la línea de injerto.

El decaimiento lento comienza con una clorosis progresiva de las hojas y seca de las ramillas en la parte exterior de la copa. Las nuevas brotaciones son cortas y tienen lugar en las ramas viejas dando lugar a una disminución progresiva del volumen de la copa. La producción de frutos es menor y éstos son de tamaño reducido y color más pálido que los frutos de árboles sanos. Otro síntoma es la formación de orificios visibles en la cara cambial de la corteza, en los que suele observarse una zona de color pardo debajo de la línea de injerto; este síntoma no suele ser apreciable en árboles recientemente infectados. La identificación por CTV por síntomas en campo no es segura, además la ausencia de síntomas no implica que el virus no esté presente, ya que éste puede albergarse en plantas tolerantes. Los síntomas producidos por CTV son muy variables dependiendo de las cepas del virus y de la combinación variedad/patrón infectada.

El vector más eficaz de la enfermedad es el pulgón pardo de los cítricos (*Toxoptera citricida*.) No obstante, el aumento de las poblaciones del pulgón del algodónero (*Aphis gossypii*) o la introducción de *T. citricida*, presentan un riesgo grave para muchas citriculturas en las que todavía son mayoritarias las plantaciones sobre naranjo amargo.

Control

El uso de variedades libres de virus injertadas sobre patrones tolerantes a la tristeza. La técnica de inmuno-impresión directa-ELISA en vivero, combinado con el cultivo de plantas madre bajo malla anti-pulgón, permite la producción de plantas libres de CTV en países en los que el virus está presente. La técnica ELISA es actualmente utilizada en todos los países citrícolas con los anticuerpos monoclonales españoles 3DF1 y 3CA5. Estos anticuerpos son los únicos que en mezcla, son capaces de reconocer a cualquier aislado de CTV.

Programas de erradicación y de disminución de inóculo, estudios epidemiológicos, controles en frontera o en cuarentena y el análisis rutinario de CTV en la producción de plantas en vivero.

3.3.8. Recolección.

Tiene lugar cuando la relación de sólidos solubles/acidez es de 8 o mayor y el color amarillo-naranja en al menos el 25% de la superficie del fruto, o una relación de sólidos solubles/acidez de 10 o mayor y el color verde-amarillo en al menos 25% de la superficie del fruto. La recolección es manual y debe realizarse con alicates, evitando el tirón. Supone el 25% de los costes totales de la producción y emplea más del 50% de la mano de obra requerida en el cultivo. Los envases empleados en la recolección son capazos o cajas de plástico con capacidad, siendo deseable protecciones de goma espuma y volcado cuidadoso. Una vez en los envases definitivos, se cargan en camiones ventilados y se trasladan al almacén, procurando evitar daños mecánicos en el transporte.

3.3.9. Post-cosecha.

- Calidad: intensidad y uniformidad de color, firmeza, tamaño, forma, suavidad de la cáscara, ausencia de pudriciones y libertad de defectos, incluyendo daño físico (abrasión y magulladuras), defectos en la cáscara o decoloración, daño por congelamiento y daño de insectos. La calidad del sabor está relacionada con la

relación de sólidos solubles/acidez y la ausencia de compuestos que producen sabores indeseables, incluyendo metabolitos producidos por fermentación.

- Temperatura óptima: 3-8°C hasta 3 meses, dependiendo del cultivar, estado de madurez de la cosecha y área de producción. Algunos cultivares pueden ser mantenidos a 0-1°C.
- Humedad relativa óptima: 90-95% .
- Tasa de respiración: El fenómeno de respiración trae como consecuencia una serie de procesos bioquímicos, en los cuales también está inmiscuido el medio ambiente en el que se encuentra y la forma de almacenamiento del fruto. Es un proceso por el cual tanto el almidón, como azúcares y ácidos orgánicos principalmente, se oxidan para generar CO₂ y agua, así como también existe una liberación de energía en forma de ATP (Trifosfato de Adenosina.) Teóricamente, los cambios en cualquiera de estos reactivos o productos se pueden usar como medida de este proceso.
- Tasa de producción de etileno: < 0.1 µL/kg-h a 20°C.
- Efectos del etileno: exposición a 1-10 ppm de etileno durante 1-3 días a 20-30°C puede ser usado para desverdizar naranjas. Este tratamiento no afecta a la calidad interna (incluyendo relación sólidos solubles/acidez), pero puede acelerar el deterioro e incidencia de pudriciones.
- Efectos de atmósferas controladas (A.C.): una combinación de 5-10% de O₂ y 0-5% CO₂ puede ser beneficiosa en atrasar la senescencia y retener la firmeza, pero no tiene un efecto significativo en la incidencia y severidad de pudriciones, las cuales son el factor limitante en el almacenaje prolongado de las naranjas. Niveles fungistáticos de CO₂ (10-15%) no son utilizados porque dan sabores indeseables, debido a la acumulación de productos de la fermentación. El uso comercial de la A.C. en el almacenamiento y transporte de naranjas es muy limitado.

-Fisiopatías:

- Daño por Congelamiento (Chilling injury): los síntomas incluyen depresiones, manchas de color café y mayor incidencia de pudriciones. La temperatura mínima depende del cultivar, área de producción y estado de madurez de la cosecha. La severidad de los síntomas puede ser reducida si es minimizada la pérdida de agua (mediante encerado o envoltura) y si son controlados los hongos causantes de pudriciones (mediante fungicidas y/o antagonistas biológicos.)
- Decaimiento del botón (Stem-end rind breakdown): los síntomas incluyen la deshidratación y el daño de la cáscara alrededor del pedicelo debido a envejecimiento.
- Manchado de la cáscara (Rind staining): este desorden resulta por sobremadurez de la cosecha. Puede ser reducido por aplicaciones de precosecha y de ácido giberélico, el cual retrasa la senescencia.

- Mancha de aceite, Oleocelosis (Oil spotting, Oleocellosis): cosechar y manejar naranjas muy turgentes puede dar lugar a la liberación de aceite, que daña los tejidos circundantes. Por lo tanto, las naranjas no deberían ser cosechadas cuando se encuentran muy turgentes, en las primeras horas de la mañana o inmediatamente después de lluvias o de riegos.

-Enfermedades:

- Moho verde (*Penicillium digitatum*.)
- Moho Azul (*Penicillium italicum*.)
- Pudrición terminal por *Phomopsis* (*Phomopsis citri*.)
- Pudrición terminal (*Lasiodiplodia theobromae*.)
- Pudrición Parda (*Phytophthora citrophthora*.)
- Pudrición Agria (*Geotrichum candidum*.)

-Estrategias de control:

- Minimizar el daño físico durante la cosecha y el manejo.
- Tratamientos de postcosecha con fungicidas y/o antagonistas biológicos. Los tratamientos de calor también pueden ser utilizados.
- Rápido enfriamiento y mantenimiento de la temperatura y humedad relativa óptimas a través de la cadena de comercialización.
- Remoción y/o exclusión del etileno.
- Procedimientos efectivos durante todo el manejo de postcosecha.

Clasificación de daños encontrados en un almacén de cítricos		
Tipo	Causa	Observaciones
Manchas permanentes: aparecen antes o después de la recepción de la fruta.	-Daños por pedrisco. -Rameado. -Daños de recolección. -Picaduras de insectos.	Poco peligrosos al observarse a simple vista.
Manchas que evolucionan: se observan después de un periodo de almacenamiento.	-Daños de recolección. -Mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i>) -Ataques fúngicos.	Producen <u>oleocelosis</u> .
Daños producidos en la línea: tras el <u>desverdizado</u> o cepillado de la fruta.	-Sensibilidad varietal.	Son los más peligrosos. Evolucionan a manchas negruzcas o pardeadas.

Tabla 17: Clasificación de daños en un almacén de cítricos.

3.3.10. Naranjas de IV Gama.

La elaboración y distribución de rodajas de naranja fresca peladas, envasadas y mantenidas en refrigeración, es otra posible forma de comercialización de la naranja. La necesidad de combinar una dieta basada en alimentos frescos y la demanda actual de productos funcionales de fácil consumo, hace que las frutas y hortalizas de la IV Gama se presenten como una opción para competir en el mercado de los productos elaborados. La naranja de IV Gama está destinada a colegios, hospitales y residencia de ancianos, dada la dificultad que generalmente supone para estos consumidores tomar naranja fresca; además de restaurantes, locales de comida rápida y al consumidor individual, que le aportan comodidad y/o rapidez.

La preparación de naranja pelada y cortada en rodajas, no supone una diferencia en la calidad nutricional respecto a la naranja fresca, si los sistemas de procesado, tratamiento y envasado del tejido son realizados de forma correcta.

La elaboración industrial no es un proceso sencillo, ya que deben ofrecer un control higiénico durante su preparación y comercialización que garantice al consumidor su seguridad. Los principales factores a controlar en la preparación de la naranja IV gama son la temperatura y la atmósfera en el interior del envase, ya que determinan la pérdida de calidad debido a la aceleración de los procesos degradativos.

Primero tiene lugar la eliminación de la piel (albedo y flavedo) y la obtención de pulpa en diferentes formatos (rodajas, gajos, etc.). A continuación se procede al lavado, en el que se adicionan al agua compuestos clorados de acción microbicida.

Con el lavado también se eliminan los líquidos celulares acumulados en las zonas de corte y que generalmente son causantes del rápido deterioro del tejido.

Después del lavado tiene lugar un escurrido o secado mediante aire frío, para evitar que en el interior del envase haya restos de agua libre, que favorezca el desarrollo de microorganismos y la pérdida de textura del producto. Una vez que el tejido se halla limpio, procesado y seco, está listo para ser envasado, bien en película plástica transparente, en barquetas selladas con film o en tarrinas.

La estimación de la vida útil del producto elaborado depende del tipo de envase a utilizar y de la relación peso del producto/volumen del envase. Las variedades que presentan mejor aptitud para su elaboración en IV Gama son Navelina y Navelate, gracias a la buena consistencia de sus gajos, que favorecen el mantenimiento de la estructura de la rodaja durante el procesado y posterior manipulación y poseen una buena relación azúcares/acidez.

3.3.11. Valor nutricional.

Valor nutricional de la naranja en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	87.1
Proteínas (g)	1
Lípidos (g)	0.2
Carbohidratos (g)	12.2
Calorías (Kcal.)	49
Vitamina A (U.I.)	200
Vitamina B1 (mg)	0.1
Vitamina B2 (mg)	0.03
Vitamina B6 (mg)	0.03
Ácido nicotínico (mg)	0.2
Ácido pantoténico (mg)	0.2
Vitamina C (mg)	50
Ácido cítrico (mg)	980
Ácido oxálico (mg)	24
Sodio (mg)	0.3
Potasio (mg)	170
Calcio (mg)	41
Magnesio (mg)	10
Manganeso (mg)	0.02
Hierro (mg)	0.4
Cobre (mg)	0.07
Fósforo (mg)	23
Azufre (mg)	8
Cloro (mg)	4

Tabla 18: Valor nutricional de la naranja.

4. OBTENCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO Y SU DISPOSICIÓN FINAL.

4.1. Introducción.

En este capítulo veremos cada uno de los componentes del Producto Terminado, nuestra Unidad Funcional en el ACV y las acciones a seguir al final de su vida útil. Nuestras Unidades Funcionales se componen de la mermelada de naranja y del envase. Dentro de lo que denominamos envase, tenemos en cuenta cinco componentes:

- El vidrio propiamente dicho.
- Los tarros, fabricados con vidrio.
- Las tapas de cierre, en las que los materiales más comunes para su fabricación son: la hojalata, el aluminio y algunos plásticos.
- Papel impreso en los tarros, fabricado a partir de pulpa de celulosa.
- El adhesivo utilizado para unir el papel a los tarros.

Dado que nuestra Unidad Funcional es un tarro de mermelada, en el próximo capítulo, previamente antes de realizar el Análisis del Ciclo de Vida, consideraremos los datos relativos a las cantidades de materias primas necesarias para fabricar una unidad de cada componente de nuestra Unidad Funcional.

4.2. El vidrio.

El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el hombre. Lo obtenemos como producto de la fusión de óxidos inorgánicos y que solidifica sin cristalizar. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas, y una gran variedad de productos, entre ellos los tarros que emplearemos en nuestro proyecto. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo.

Obtenemos el vidrio a 1500 °C a partir de arena de Sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3), entre otros compuestos, tales como Na_2O , CaO , etc.

Cuando nos referimos al vidrio como un sólido amorfo, nos referimos a que sus moléculas no están dispuestas de forma regular.

Consideramos en este Proyecto que fabricamos nuestros tarros para las mermeladas con **vidrios de silicato sódico**. Este tipo de vidrios lo obtenemos a temperaturas alcanzables por medios técnicamente rentables. Le añadimos además otros componentes que le hagan más resistente mecánicamente, inerte a los agentes químicos a temperatura ambiente (en particular al agua) y que guarde su transparencia a la luz, al menos en el espectro visible. Estos componentes son metales alcalinotérreos, particularmente el magnesio, el calcio o el bario, además del aluminio y otros elementos en menores cantidades, algunos de los cuales aparecen aportados como impurezas por las materias primas (caso del hierro, el azufre u otros.) Las materias primas que se utilizan para la elaboración de vidrios de este tipo se escogen entre aquellas que presenten un menor costo:

- Para el cuarzo:
 - Arenas feldespáticas, de pureza en SiO_2 superior al 95% y con el menor contenido en componentes férricos posible (entre un 0.15% y un 0.01% en términos de Fe_2O_3 .)
 - Cuarzitas molidas.

- Para el sodio:
 - Carbonatos sódicos naturales (yacimientos de EE.UU y África.)
 - Carbonato sódico sintético, el más utilizado en Europa.
 - Sulfato sódico sintético, subproducto de la industria química.
 - Nitrato sódico natural (Nitrato de Chile.)
 - Cloruro sódico o sal común.
- Para el Calcio:
 - Calizas naturales.
- Para el Magnesio:
 - Dolomitas naturales.
- Para el Bario:
 - Sulfato bórico natural (baritina.)
- Para el Aluminio:
 - Feldespatos naturales (caolines.)

La producción industrial de este tipo de vidrios se realiza en hornos para vidrio, generalmente de balsa, calentados mediante la combustión de derivados del petróleo con apoyo, en muchos casos, de energía eléctrica a temperaturas que oscilan entre los 1450 °C y los 1600 °C. En estos hornos se introduce una mezcla en polvo ligeramente humedecida (aproximadamente con un 5% de agua) y previamente dosificada de las materias primas ya citadas anteriormente. Esta mezcla de materias minerales reacciona (A velocidades apreciables y, evidentemente, cuanto mayores, mejor) para formar el conjunto de silicatos que, combinados y mezclados, darán lugar al **vidrio común**.

Las propiedades del vidrio común son una función tanto de la naturaleza de las materias primas, como de la composición química del producto obtenido. Esta composición química se suele representar en forma de porcentajes en peso de los óxidos más estables a temperatura ambiente de cada uno de los elementos químicos que lo forman. Las composiciones de los vidrios de silicato sódico más utilizados se sitúan dentro de los límites que se establecen en la tabla 19.

Componente	Desde ... %	... hasta %
SiO ₂	68,0	74,5
Al ₂ O ₃	0,0	4,0
Fe ₂ O ₃	0,0	0,45
CaO	9,0	14,0
MgO	0,0	4,0
Na ₂ O	10,0	16,0
K ₂ O	0,0	4,0
SO ₃	0,0	0,3

Tabla 19: Intervalos de composición frecuentes en los vidrios comunes.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
73,20	1,51	0,10	10,62	0,03	13,22	1,12	0,20

Tabla 20: Composición “tipo” de vidrio de silicato sódico (% en peso.)

Apreciamos en la tabla 20 el contenido porcentual en peso de los óxidos más estables el vidrio de silicato sódico.

El vidrio como material de envasado, tiene distintas ventajas:

- Es químicamente inerte.
- Posee gran rigidez y resistencia a presiones internas, así como a altas temperaturas.
- Bajo coste.

Entre las desventajas, citamos:

- Fragilidad.
- Elevado peso.

Algunas de las propiedades del vidrio como material de envasado son:

1. Propiedades Físicas.

- Densidad a 25°C: 2.5 g/cm³.
- Dureza: 6 a 7 en la escala de Mohs.
- Peso: el peso del vidrio comparado con el de otros materiales de envases es una desventaja importante. Si se compara con el peso de los envases de plástico, los de vidrio pesan más para la misma capacidad de envase. Para algunos casos concretos, el peso es un punto a favor, puesto que los envases de vidrio son más fáciles de manejar en las líneas de envasado rápido.
- Viscosidad: consideramos distintos valores en función de la temperatura, valores que podemos apreciar en la siguiente gráfica:

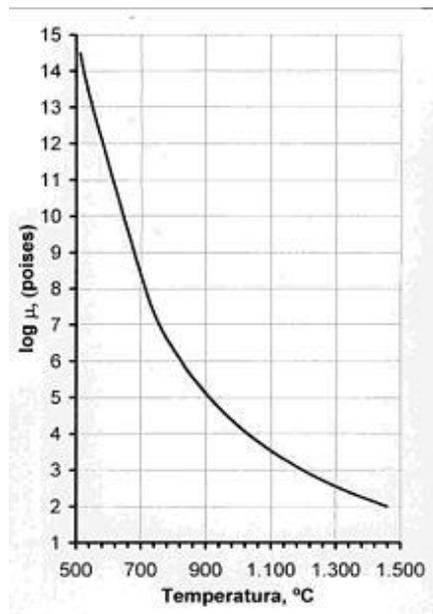


Figura 3: Logaritmo de la viscosidad del vidrio en función de la temperatura.

Nota: La escala de Mohs es una escala de dureza que nos permite discernir los diferentes grados de dureza. Es una relación de diez minerales ordenados por su dureza, de menor a mayor; se utiliza como referencia de una sustancia. Fue propuesta por el geólogo alemán Friedrich Mohs en 1825 y se basa en el principio en el cual una sustancia dura puede rayar a una sustancia más blanda, pero no es posible lo contrario. Mohs eligió diez minerales a los que atribuyó un determinado grado de dureza en su escala, empezando con el talco, el cual recibió el número 1 y terminando con el diamante, al que asignó el número 10. Cada mineral raya a los que tienen un número inferior a él y es rayado por los que tienen un número igual o mayor al suyo.

Podemos apreciar la escala de Mohs en la siguiente tabla:

Dureza	Mineral	Se raya con / raya a	Composición química
1	Talco	Se puede rayar fácilmente con la uña	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Yeso	Se puede rayar con la uña con más dificultad	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita	Se puede rayar con una moneda de cobre	$CaCO_3$
4	Fluorita	Se puede rayar con un cuchillo de acero	CaF_2
5	Apatito	Se puede rayar difícilmente con un cuchillo	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	Ortosa	Se puede rayar con una lija para el acero	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarzo	Raya el vidrio	SiO_2
8	Topacio	Rayado por herramientas de carburo de wolframio	$Al_2SiO_4(OH, F)_2$
9	Corindón	Rayado por herramientas de carburo de Silicio	Al_2O_3
10	Diamante	El más duro, no se altera con nada excepto otro diamante .	C

Tabla 21: Tabla de dureza de Mohs

2. Propiedades Mecánicas.

- Coeficiente de dilatación lineal a 25°C: $8.72 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
- Módulo de Elasticidad a 25°C: 719 kbar.
- Módulo de Poisson a 25°C: 0.22.
- Resistencia a la tracción a 25°C: 900 bar.

La pérdida de resistencia mecánica del vidrio se explica por la presencia de grietas o microfisuras en su superficie, las cuales actúan como focos de acumulación de tensiones mecánicas aplicadas. La resistencia a los choques es muy variable según las condiciones (de caída, percusión, etc.), aparte de intervenir el estado superficial.

Otros aspectos que influyen en las prestaciones de los envases son la forma geométrica y el espesor.

También se consideran aspectos como la presión interna por unidad de longitud, expresada en bar/mm para la rotura; el aplastamiento vertical en daN y los choques térmicos expresados en °C.

Estos datos representan valores medios e irán acompañados de la desviación típica con el fin de mostrar la dispersión de las propiedades mecánicas de los envases.

Finalmente, el color del vidrio es producido por la adición de óxidos de los elementos pertenecientes a los grupos de transición de la tabla periódica, entre los cuales los más importantes son el titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel y cobre. Las porciones en que estos óxidos entran en el vidrio pueden variar con la intensidad de coloración que se desee obtener y con el poder colorante del óxido; aunque estos óxidos tienen poca influencia en las propiedades físicas generales del vidrio base, a veces es necesario modificar la composición de éste para obtener un color determinado. Una vez que disponemos del vidrio, pretendemos fabricar los envases de vidrio. Los tipos de envases principales que se pueden obtener son: tarros, vasos para bebidas, equipos de vidrio para laboratorios químicos, botellas (de cuello estrecho) y frascos.

Características principales de los envases de vidrio.

1. Materias primas abundantes.
2. Impermeabilidad y hermeticidad.
3. Transparencia.
4. Inercia química. Neutralidad con el contenido.
5. Moldeabilidad.
6. Versatilidad de formas.
7. Compatibilidad en microondas.
8. Facilidad de recuperación y reciclado.
9. Envases preformados.
10. Peso y volumen en vacío.
11. Baja conductividad térmica.
12. Fragilidad.

Proceso de fabricación de los envases de vidrio.

Actualmente los principales procesos de fabricación de envases de vidrio son: el soplado-soplado (botellas de boca estrecha) y el prensado-soplado (recipientes de boca ancha, entre ellos los tarros que emplearemos para formar nuestra Unidad Funcional.) Las máquinas suelen ser tipo IS (máquinas de sección independiente o individual) y son alimentadas por hornos de fusión, pudiendo llegar a producir hasta 300 recipientes por minuto y manipular más de 100 toneladas de vidrio por día.



Figura 4: Máquina de sección independiente de doce secciones.

En la figura 4 apreciamos una máquina tipo IS vertiendo vidrio fundido en cada una de las doce secciones, en cada una de las cuales obtendremos un recipiente de vidrio.

Fases del proceso de fabricación prensado-soplado.

1. Alimentación de la cavidad del molde.
2. Prensado.
3. La pieza obtenida (denominada Parison) es transferida al molde de soplado, sostenida por un collar.
4. Soplado de su forma final.
5. Túnel de recocido.
6. Tratamiento de la superficie.
7. Control de calidad e inspección.
8. Embalaje de los artículos.

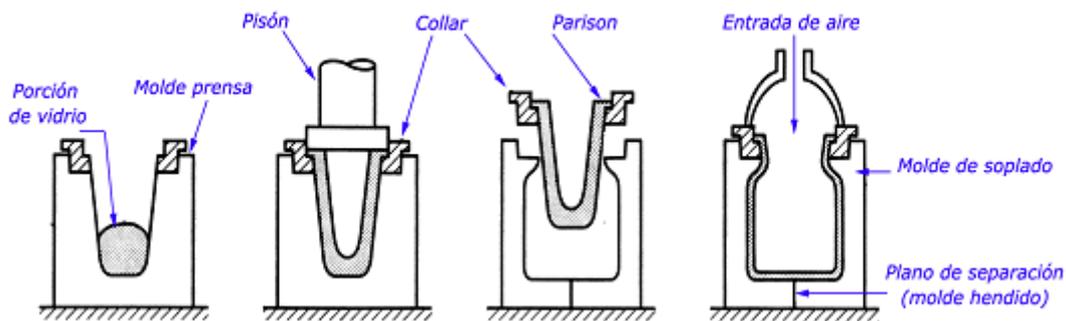


Figura 5: Fases del proceso de fabricación prensado-soplado.

En la figura 5 apreciamos la manera mediante la cual, partiendo de una porción de vidrio fundido, sometiéndolo después a un proceso de prensado, finalmente gracias a una entrada de aire en un proceso de soplado, obtenemos nuestro tarro de vidrio, es decir, un envase de boca ancha.

Cuando los recipientes salen de la máquina sopladora final, todavía mantienen una temperatura de unos 650°C y para evitar la formación de tensiones internas debido al enfriamiento rápido, los recipientes son llevados hacia un túnel o lehr, con temperatura controlada, a través del cual pasan lentamente siendo recalentados y posteriormente enfriados de una forma predeterminada.

La tendencia hacia la producción de envases de vidrio más ligeros determina una mayor aplicación de tratamientos sobre la superficie del vidrio para mantener su resistencia y para mejorar su resistencia a la abrasión.

La primera etapa del tratamiento de la superficie, es la del tratamiento “en caliente”, aplicada sobre el transportador que conduce los recipientes desde la máquina formadora hasta el túnel de recocido; generalmente consiste en una pulverización de los tarros calientes con vapor de titanio orgánico o compuestos inorgánicos de estaño, aplicando así una capa delgada de metal sobre la superficie del vidrio; se considera que este tratamiento duplica la resistencia del vidrio.

La segunda etapa o tratamiento “en frío”, se aplica a recipientes recocidos y enfriados a la salida del túnel o lehr, y consiste en aplicar un compuesto orgánico, tal como ácido oleico, para aumentar la lubricidad de los recipientes y permitir un mejor movimiento en las líneas de llenado de alta velocidad.

Para obtener una mayor calidad en la producción de envases, la industria del vidrio se ha equipado con medios de control automáticos muy sofisticados, que generalmente consisten en máquinas optoelectrónicas, que se encargan de realizar controles dimensionales funcionales del artículo, así como de su aspecto; dichos parámetros son críticos para el cliente. Actualmente, en la línea de producción moderna se dispone de los siguientes elementos:

- Una máquina de control de anillos (diámetro interno del cuello.)
- Un simulador de tensión para eliminar todos los tarros anormalmente frágiles.
- Una máquina de control que evalúa los defectos de espesor, de forma oval o cualquier micro-fisura de la superficie, los cuales son críticos para la resistencia mecánica.
- Una máquina de control del aspecto para eliminar suciedad, partículas de vidrio y defectos de pasta como granos, burbujas, etc.
- Finalmente, los sistemas de lectura de los números del molde a partir de un código de identificación colocado en el artículo, con el fin de asociar cada defecto al molde correspondiente.

Estas máquinas de control van asociadas a un ordenador, donde se almacena y se trata toda la información referente a la selección de recipientes, con objeto de informar en tiempo real al operario y guiar sus acciones para obtener una mayor calidad.

El Cierre en los envases de vidrio.

El cierre es un elemento fundamental para garantizar la estanqueidad del recipiente en su totalidad. Las bocas y secciones de las bocas de las botellas y tarros están adaptadas a los distintos tapones utilizados y están normalizadas, según sea el tapón incorporado. Los tipos de cierres para el sellado de los recipientes de vidrio pueden dividirse en tres grupos principales según su misión:

- Sellados normales (para recipientes cuya presión interna es la atmosférica): son cierres para dar un buen sellado cuando las presiones externas e internas son aproximadamente iguales. Son capaces de aguantar pequeños cambios de presión, tales como los causados por cambios en la temperatura ambiental.
- Sellados de presión: son aquellos que soportan altas presiones internas, tales como las que ocurren en las bebidas carbónicas.
- Sellados de vacío: son los que deben dar un cierre hermético donde las presiones internas del recipiente son inferiores a las exteriores.

La forma de los cierres según su forma de aplicación puede ser:

- Por rosca.
- Por presión.
- Por corona.

Los materiales más utilizados son muy diversos, entre ellos, el corcho es el más utilizado para el vino y puede ser de corcho natural, corcho aglomerado o mezcla de los dos.

Los cierres metálicos se utilizan en diversas formas, tales como:

- Tapones corona: cápsulas de hojalata o hierro cromado barnizado y decorado, con faldón ondulado, provisto de una junta interna que encaja sobre la boca de la botella.
- Cápsulas de aluminio desgarrables con lengüeta y unión solidaria o no.
- Cápsulas de presión o tapones de tornillo, los cuales suelen ser de aluminio y poseen una junta interna y una falda más o menos elevada pre-enroscada o no. En este último caso, el tapón se encaja a rosca en la boca de la botella.

En cuanto a los cierres de plásticos existen básicamente dos tipos, fabricados ambos a base de resinas modificadas de polipropileno. El tipo de cierre más simple no contiene compuesto sellante, pero la presencia de aletas flexibles o anillos moldeados permite el cierre hermético.

La segunda generación de cierres que mejoran la hermeticidad de los primeros, son los fabricados con compuestos de recubrimiento basados en PVC. En cierres de tipo cápsulas se utilizan poliamidas complejas, formadas por dos láminas de aluminio que cubren una lámina de polietileno.

A continuación mostramos algunos ejemplos de cierres más comunes:

- Para botellas: rosca estándar, pilferproof, tapón corona, tapón interior.
- Para tarros: eurocap, pry-off, twist off, press-twist (PT), roscas especiales.

Vidrio reciclado.

Una vez que el envase ha sido utilizado y depositado para su reciclaje, comienza un proceso que lo convertirá en una botella o tarro nuevos; el vidrio se separa de los cuerpos extraños, se tritura y limpia. El producto de esta operación es llevado a las fábricas de vidrio, donde se utiliza como materia prima para la nueva elaboración del vidrio. Este producto resultante de las plantas de tratamiento se denomina “calcín” en la industria vidriera, donde se volverá a utilizar igual que si se tratase de materia prima nueva.

El calcín se mezcla con arena, sosa, caliza y otros componentes y se funde a 1.500 °C. Después el vidrio es homogeneizado hasta obtener una masa en estado líquido, de la que se extrae la llamada gota de vidrio; con esta gota se lleva el molde, el cual dará forma al nuevo envase. Estos envases tienen las mismas características que los originales.

Con la toma de conciencia de los problemas ecológicos y el gasto de materias primas y energía, la utilización del vidrio recuperado, denominado vidrio reciclado, en los hornos, es una alternativa a tener en cuenta, hasta el punto que algunos hornos de vidrio están utilizando una tasa de vidrio reciclado del 70 al 80%.

4.2.1. Los tarros.

Como hemos comentado, empleamos el vidrio en su fabricación; se fabrican mediante un proceso automático que combina el prensado (para la formación de la abertura del recipiente) y el soplado (para la formación del interior del recipiente.)

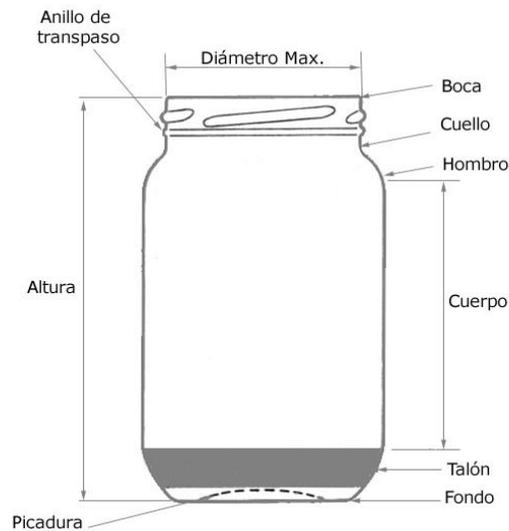


Figura 6: Características técnicas principales de un tarro de vidrio.

En la figura 6 observamos un tarro de vidrio común, el cual podemos emplear para contener la mermelada de naranja.

Una característica propia de estos recipientes, es el diámetro de la abertura o boca (llamado anillo de cierre.)

Las partes principales de un tarro de vidrio son la boca, el cuello, el hombro, el cuerpo, el talón, el fondo y la picadura (superficie cóncava en el interior del fondo); dichas partes podemos apreciarlas en la figura 6.

En la ficha técnica de un tarro de vidrio debe constar:

- Diámetro del interior y exterior de la boca (mm.)
- Tipo de boca o cierre.
- Altura máxima (mm.)
- Capacidad (ml.)
- Pero (gr.)

La Normativa establece en general, una reducida gama de tamaños para los tarros que se definen en función del diámetro del anillo de cierre y de la capacidad. Su forma no está reglada para algunos envases específicos, con lo que pueden adoptar formas variadas, aunque en la práctica, existen diversos diseños estandarizados de utilización generalizada.

A continuación se muestra la siguiente relación de medidas para tarros estandarizados:

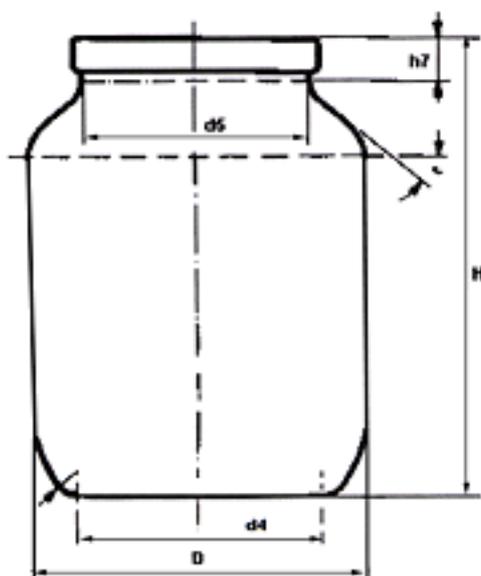


Figura 7: Identificación de cotas.

Donde,

- d4: diámetro de la base.
- d5: diámetro interior del cuello (anillo.)
- D: diámetro del cuerpo.
- h7: altura de boca.
- H: altura total.
- t: ángulo hombro-horizontal.
- C: capacidad hasta el borde (cl.)

Relación	Capacidad hasta el borde	Máximo	Mínimo
Peso/Capacidad (g/cl.)	10cl<C<30cl	7.5	5
	30cl<C<80cl	5.9	3.9
	80cl<C<110cl	5.1	3.4
Altura total/Diámetro del cuerpo (H/D)	10cl<C<110cl	2.4	1.1
Diámetro de la base/Altura total (d4/H)	10cl<C<110cl	>0.30	>0.30
Diámetro de la base/Diámetro del cuerpo (d4/D)	10cl<C<110cl	0.86	0.65
Diámetro interior del cuello (d5)	10cl<C<110cl	d5/D	38 mm
Diámetro interior del cuello/Diámetro total (d5/D)	10cl<C<110cl	0.95	
Altura de boca (h7)	10cl<C<110cl	17 mm	7 mm
Ángulo de hombro (t)	10cl<C<110cl	>20°	>20°

Tabla 22: Tarros de uso corriente.

En la tabla 22 apreciamos distintas dimensiones normalizadas en función de la capacidad (C) de los tarros.

Proceso de Fabricación de los tarros de vidrio:

Los tarros de vidrio se fabrican mediante un proceso automático que combina el prensado (para la formación de la abertura del recipiente) y el soplado (para la formación del interior del recipiente.)

Las operaciones básicas del proceso automático de fabricación son las siguientes:

- Se vierte una cierta cantidad de vidrio fundido en un molde y se presiona con aire contra el fondo del molde.
- Se aplica un deflector sobre la parte superior del molde y se inyecta el aire por la parte inferior, a través del cuello, que forma parte del recipiente.
- El frasco a medio formar, se prensa dentro del molde con un émbolo antes de ser soplado dentro del molde definitivo.

Actualmente, para los principales procesos de fabricación de tarros y frascos de vidrio se utilizan máquinas de tipo IS (Máquinas de sección independiente o individual) y son alimentadas por hornos de fusión y pueden llegar a producir hasta 300 recipientes por minuto y manipular más de 100 toneladas de vidrio por día.

Túnel de recocido.

Cuando los recipientes salen de la máquina sopladora final, aún mantienen una temperatura de unos 650 °C y, para evitar la formación de tensiones internas debido al enfriamiento rápido, los recipientes son llevados hacia un túnel con temperatura controlada, a través del cual pasan lentamente, siendo recalentados y posteriormente enfriados de una forma predeterminada.

Tratamiento de la superficie.

La tendencia hacia la producción de envases de vidrio más ligeros determina una mayor aplicación de tratamientos sobre la superficie del vidrio para mantener su resistencia, permitiendo así un flujo suave en las líneas de envasado y mejorando su resistencia a la abrasión.

La primera etapa del tratamiento de la superficie, es la del tratamiento “en caliente”, aplicada sobre el transportador que conduce los recipientes desde la máquina formadora hasta el túnel de recocido; generalmente consiste en una pulverización en las botellas calientes de vapor de titanio o compuestos de estaño, aplicando así una delgada capa de metal sobre la superficie del vidrio; este tratamiento duplica la resistencia del vidrio.

La segunda etapa, o tratamiento “en frío”, se aplica a los recipientes recocidos y enfriados a la salida del túnel y consiste en aplicar un compuesto orgánico, tal como ácido oleico, para aumentar la lubricidad de los recipientes y permitir moverse mejor en las líneas de llenado de alta velocidad.

Acabado.

Los productos de vidrio a veces requieren operaciones de acabado, tales como el esmerilado y el pulido; esto es debido al uso de dados o matrices partidas en las operaciones de soplado, teniendo que remover las marcas y costuras mediante esmerilado y pulido; suele utilizarse para estos fines óxido de hierro u óxido de cerio.

Otro tipo de acabado del vidrio es el decorado, para convertir todo o parte del vidrio transparente en translúcido, mediante un baño de ácido fluorhídrico o por chorro de arena.

La coloración.

La coloración del vidrio es producida por adición de óxidos de los metales de transición de la tabla periódica, entre los cuales, los más utilizados son el titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel y cobre. Las proporciones suelen ser pequeñas, aunque varían con la intensidad de coloración que se desee obtener y con el poder colorante del óxido en cuestión.

Control de calidad e inspección.

Para obtener una mayor calidad en la producción de envases, existen medios de control automáticos muy sofisticados, los cuales consisten en máquinas optoelectrónicas que se encargan de realizar controles dimensionales y funcionales del producto, así como de su aspecto, pues son puntos críticos para el cliente.

Actualmente, en la línea de producción moderna se dispone de:

- Una máquina de control de anillos (diámetro interno del cuello.)
- Un simulador de tensión para eliminar todos los tarros anormalmente frágiles.
- Una máquina de control que evalúa los defectos dimensionales, tales como defectos de espesor, de forma oval o cualquier micro-fisura de la superficie, puesto que son puntos críticos para la resistencia mecánica.
- Una máquina de control del aspecto para eliminar suciedad, partículas de vidrio y defectos tales como granos, burbujas, etc.
- Finalmente, sistemas de lectura de los números del molde a partir de un código de identificación colocado en el artículo, con el fin de asociar cada defecto al molde correspondiente.

Estas máquinas de control van asociadas a un ordenador, donde se almacena y se trata toda la información referente a la selección de los recipientes, con objeto de informar en tiempo real al operario y guiar sus acciones para obtener una mayor calidad.

En las dos siguientes figuras mostramos diversos ejemplos de controles en los envases de vidrio:

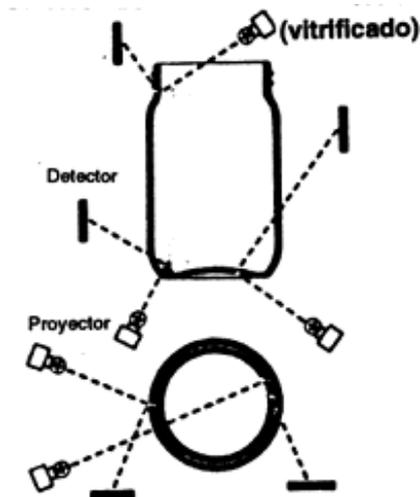


Figura 8: Controles dimensionales.

Para realizar el control dimensional medimos parámetros tales como: altura, diámetro, profundidad y distribución del vidrio en la base.

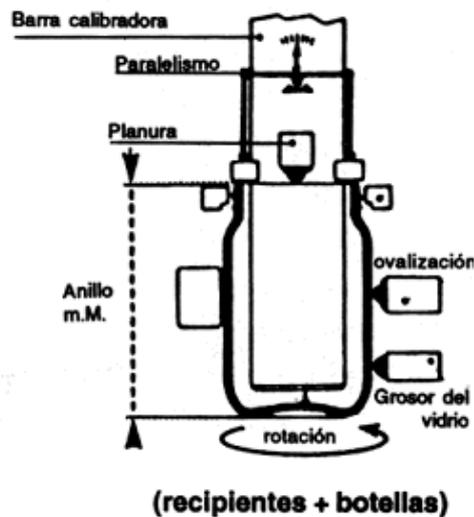


Figura 9: Controles de aspecto.

Para realizar el control de aspecto medimos los parámetros: paralelismo, planicidad o forma oval.

4.2.2. Las tapas de cierre.

La función del tarro o envase es contener, pero la necesidad de transportar y proteger del medio ambiente al producto contenido ha conducido al desarrollo de elementos que obstruyan la salida del producto del envase o la entrada de elementos extraños al mismo, con la posibilidad de abrir y cerrar el envase el número de veces que sea necesario; tales elementos son las tapas de cierre que veremos a continuación.

Los tarros de vidrio tienen en general una boca enroscable o encastrable. Existen numerosos modelos patentados de cápsulas o tapones metálicos con juntas de plástico.

La estanqueidad antes de su uso, está asegurada por una película de una base de hojalata o de aluminio termosellado o pegado sobre la cara superior de la boca.

El cierre es un elemento fundamental para garantizar la estanqueidad del recipiente en su totalidad. Las bocas y secciones de bocas de los tarros, están adaptadas a los distintos cierres utilizados y están normalizadas. Los materiales más comunes para la fabricación de las tapas de tarros son: la hojalata, el aluminio y algunos plásticos.

En este Proyecto, por simplicidad suponemos que las tapas de cierre únicamente se componen de hojalata.

La hojalata es un producto laminado plano, fabricado a partir de acero (con un contenido en carbono entre 0,03% y 0,13%), recubierto por una capa de estaño. La composición de la hojalata es la siguiente (del exterior al interior):

- Película de aceite.
- Película de pasivación.
- Estaño libre.
- Aleación de FeSn_2 .
- Acero libre.

Se trata de un material ideal para la fabricación de envases metálicos, puesto que combina la resistencia mecánica y buena capacidad al moldeo del acero, con la resistencia a la corrosión del estaño. Se trata de un material ideal para la fabricación de productos tales como botes metálicos para alimentos y por supuesto, las tapas de cierre que emplearemos en este Proyecto.

El acero se obtiene por un proceso de fundición en un alto horno a partir del mineral hierro y carbón de coque.

El material fundido es sometido a sucesivas laminaciones, tanto en caliente como en frío y a otros procesos, como la limpieza y el recocido, los cuáles le otorgan las características necesarias para su posterior transformación. Así se obtiene una lámina fina que es recubierta de estaño por medio de un proceso electrolítico. En la siguiente figura apreciamos el proceso de producción del Acero y posteriormente, la producción de la Hojalata.

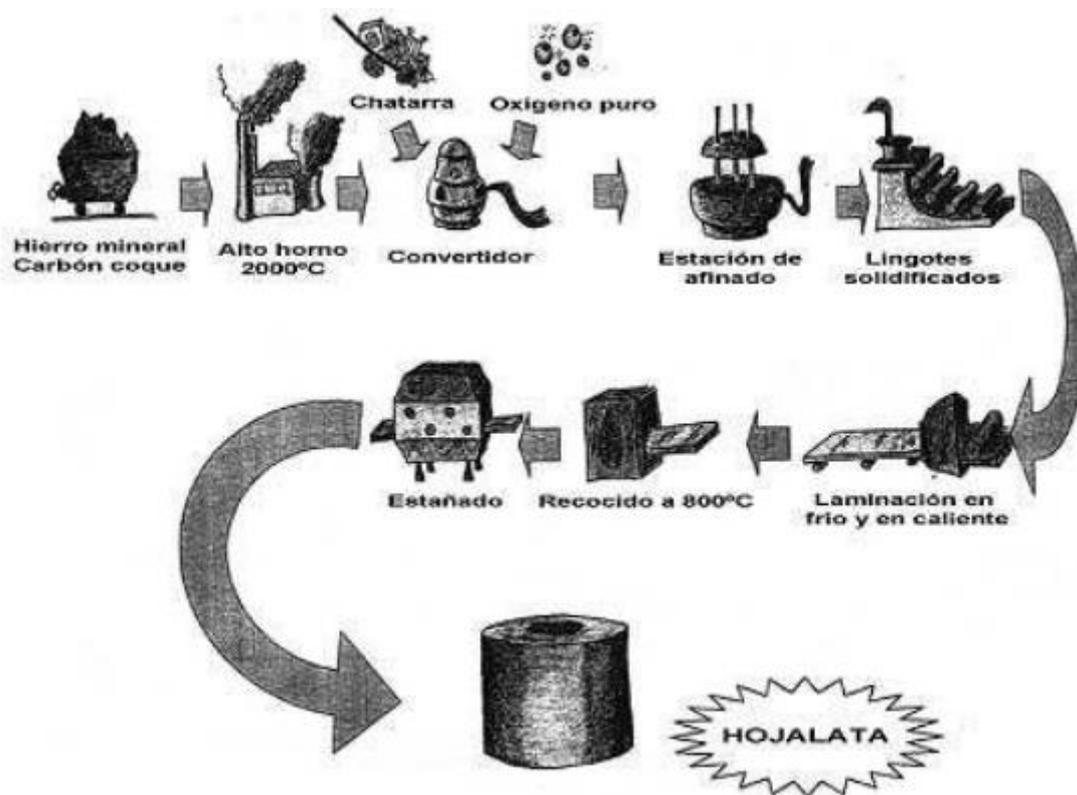


Figura 10: Producción del Acero y la Hojalata.

Como comentábamos anteriormente, el aluminio también es empleado en la industria alimentaria para la fabricación de botes y tapas de distintos alimentos; aunque no lo consideraremos en este Proyecto, pero no podemos dejar de lado sus propiedades, su obtención y su reciclaje en su etapa final como producto. Destacamos sus propiedades:

- Baja densidad, 2700 kg/m³.
- Alta resistencia a la corrosión.
- Buena resistencia mecánica con diferentes aleaciones, resistencia que puede llegar hasta los 690 MPa.
- Buen conductor de la electricidad y calor.
- Se mecaniza con facilidad.
- Muy barato.
- La exposición de aluminio por lo general no es dañina, pero la exposición a altos niveles puede causar serios problemas para la salud.

La exposición al aluminio se produce principalmente cuando:

- Se consumen medicamentos que contengan altos niveles de aluminio.
- Se inhala polvo de aluminio que esté en la zona de trabajo.
- Se vive en zonas donde se extrae o procesa aluminio.
- Se colocan vacunas que contengan aluminio.
- Se ingieren alimentos cítricos preparados sobre una superficie de aluminio.

El principal inconveniente para su obtención reside en la elevada cantidad de energía eléctrica que requiere su producción. Este problema se compensa por su bajo coste de reciclado, su extendida vida útil y la estabilidad de su precio.

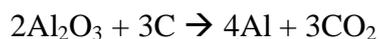
Proceso de fabricación del aluminio.

El aluminio es el metal más abundante en la Tierra y constituye más del 8% de la corteza terrestre. Aparece encerrado en una amalgama similar a la arcilla llamada bauxita. El óxido de aluminio, la alúmina contenido en la corteza terrestre, puede convertirse en un metal puro: el aluminio.

- Proceso Hall-Héroult.

El proceso Hall-Héroult es el principal proceso de obtención de aluminio.

En este proceso, la alúmina (Al₂O₃) es disuelta dentro de una cuba electrolítica revestida interiormente de carbón en un baño electrolítico con criolita (Na₃AlF₆) fundida. La cuba actúa como cátodo, mientras que como ánodos se suelen utilizar unos electrodos de carbón de Solberg. La reacción química global es la siguiente:



La alúmina se descompone en aluminio y oxígeno molecular. Como el aluminio líquido es más denso que la criolita, se deposita en el fondo de la cuba, de forma que queda protegido de la oxidación a altas temperaturas. El oxígeno se deposita sobre los electrodos de carbón, quemándose y produciendo el CO₂.

Los parámetros del proceso son los siguientes:

- Tensión: 5-6 V.
- Densidad de corriente: 1,5-3 A/cm², lo que supone una intensidad de corriente de 150.000 A.
- Los electrodos han de estar siempre a la misma altura, por lo que hay regularlos, ya que se van descomponiendo durante la reacción.
- Hay que controlar que la proporción de alúmina sea constante durante el proceso, por lo que hay que ir vertiendo más según avance el proceso.

Este proceso fue descubierto independientemente en 1886 por el estadounidense Charles Martin Hall y el francés Paul Héroult.

Este proceso se usa en todo el mundo y es el único utilizado actualmente por la industria para producir aluminio.

Procedimiento de fundición formal (de Charles Hall) para fabricar aluminio.

Hall introdujo una carga eléctrica en la aleación de óxido de aluminio o alúmina.



Figura 11: carga eléctrica introducida en la aleación óxido de aluminio o alúmina.

La electricidad rompía el enlace existente entre el aluminio y el oxígeno; el proceso se llama “reducción electrolítica” y requiere mucha energía, por lo que las fábricas de aluminio suelen construirse próximas a alguna fuente de energía.

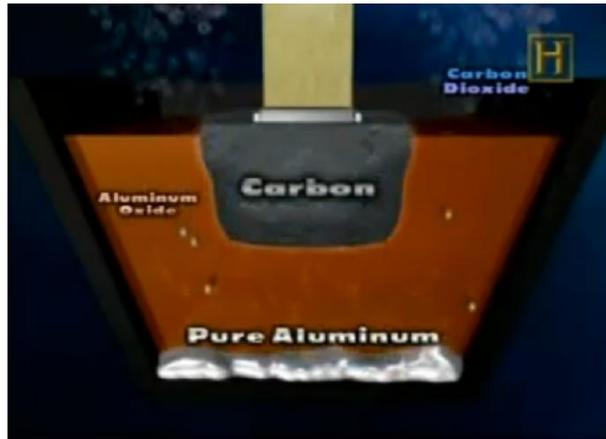


Figura 12: obtención de aluminio puro mediante el proceso Hall.

La mayor proveedora de aluminio mundial es la fábrica “Alcoa Company”, fundada por Charles Hall en 1888 y en la cual, el proceso de obtención de aluminio es el proceso Hall-Hérault.

Los principales depósitos minerales de bauxita se encuentran en el Caribe, Australia y África.

La bauxita en bruto presente en la tierra, se reduce y se refina hasta crear alúmina en polvo. A partir de este momento, pasamos a la fase de fundición, la cual requiere enormes cantidades de electricidad para sacar la alúmina de su estado mineral. El método es el mismo que el proceso original de Hall, pero a una mayor escala. Disuelve el polvo de alúmina en un baño de criolita mineral fundida, contenida en unos recipientes recubiertos de carbono. Una corriente eléctrica muy potente separa el oxígeno de la alúmina al atravesar el baño de criolita. Después, el aluminio fundido se enfría y se le da forma de lingote o tocho.



Figura 13: aluminio fundido.



Figura 14: lingote obtenido tras el enfriamiento del aluminio fundido.

Estos lingotes o tochos se les venderá a los fabricantes, quienes lo convertirán en barras para la industria de la construcción, láminas para fabricar latas y tapas de aluminio o incluso láminas más finas para obtener papel de aluminio.

Tenemos que destacar la importancia del aluminio en la Industria Aeronáutica. Alrededor del 90 % de los metales presentes en un avión son aluminio o aleaciones de aluminio; tenemos en cuenta que el aluminio es ligero y resistente.

Casi todos los aviones en vuelo actualmente son de aluminio; ha hecho posible la fabricación de naves espaciales tripuladas y lanzaderas espaciales.

Además, el uso de resistentes aleaciones de aluminio en automóviles es general; conseguimos automóviles más ligeros, en los cuales el tiempo de frenado disminuirá, por ejemplo si quisiéramos pasar de 100 km/h a 0 km/h; lo mismo sucederá con el tiempo aceleración, para pasar de 0 km/h a 100 km/h, tiempo que disminuirá también. Es decir, el rendimiento aumentará para un coche fabricado con aleaciones de aluminio.

El método de fabricación de las tapas de metal consiste básicamente en el siguiente diagrama de operaciones, tal cual mostramos en la figura 15:

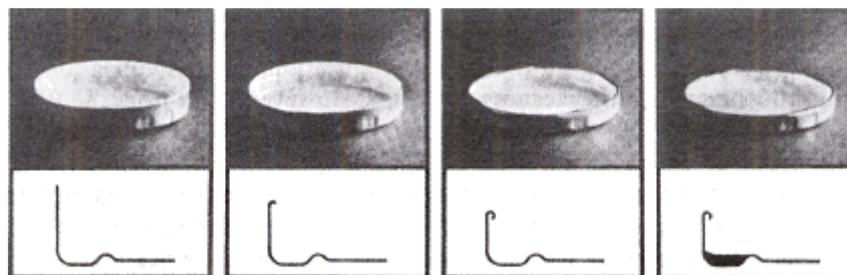


Figura 15: Métodos de fabricación de las tapas de metal.

1. Los flejes de metal son cortados y prensados para confeccionar los cierres individuales.
2. Los bordes de los cierres son laminados para obtener un borde suave.
3. El borde es enrollado de nuevo y las zonas medias son indentadas para formar tetones.

4. Sobre el interior de los cierres se aplica el compuesto sellador y posteriormente se hacen pasar por un horno para su curación. Para el compuesto de la tapa se utilizan resinas de PVC termoplásticas.

Tipos de cierres:

1. Cierres con salida de aire. Éste es un cierre que se moldea sobre el tarro y posteriormente permite, mediante una salida de aire controlada, que escape el aire atrapado en el interior del tarro durante su posterior tratamiento térmico. Al iniciarse la fase de refrigeración se crea vacío en el tarro y éste empuja el cierre hacia abajo; debido a esto, se vuelve a cerrar herméticamente la tapa sobre el cuello del tarro de vidrio. El material típico es el aluminio.
2. Cierres sin salida de aire. Se le aplica al tarro, bajo la acción del vacío, proporcionando un cierre hermético inmediato, manteniéndose hermético durante los restantes tratamientos térmicos aplicados; esto se consigue aplicando una sobrepresión o contrapresión controlada superior a la interna alcanzada por el producto en el interior. El material típico de este grupo es la hojalata o bien TFS (Tin Free Steel.) La mayoría de estos cierres van provistos de tetones que se fijan bajo las roscas del cuello del tarro al hacer girar los cierres.

A continuación mostramos dos de los tipos de cierre más comunes:

- Pry-Off (por presión.) Es una tapa de hojalata, la cual está fabricada con lámina TFS con recubrimiento en cromo; es utilizada generalmente en la industria de bebidas carbonatadas y cervezas, pues permite un sellado hermético, que evita la salida de gases o cualquier tipo de fuga. Es una tapa con pestañas curvas que se adhieren a la corona y boca de los envases.
- Twist-Off (por rosca.) Está provista de anclas que engranan con la cuerda de la corona del envase. Generalmente se fabrica con liner. Es muy práctica para productos que son envasados con proceso de pasteurización, esterilizado o envasado al vacío, como mermeladas, salsas, aderezos, etc. Este tipo de cierre será el que consideraremos en la Unidad Funcional de este Proyecto.

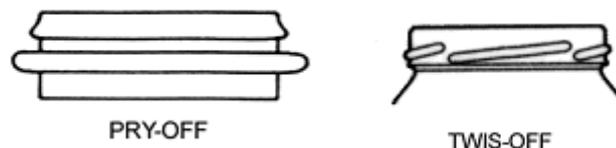


Figura 16: Tipos de cierres.

4.2.3. Papel impreso en los tarros.

La materia prima para la obtención del papel es la madera, que según su origen, se puede obtener de coníferas o frondosas. Las coníferas más empleadas son las piceas, abetos y pinos; este tipo de maderas proporcionan fibras largas, de unos 3 mm de longitud. Por otra parte, las frondosas más empleadas son el chopo, eucalipto y abedul. Este tipo de maderas, a diferencia de las anteriores, proporcionan fibras más cortas de 1 mm de longitud. Es posible emplear otro tipo de materiales naturales, tales como el esparto, yute, paja, etc. pero su uso en la industria papelera no es tan importante. Los principales componentes de las fibras que forman la madera son la celulosa, hemicelulosas y ligninas. De estos componentes, la celulosa es la más importante y la que otorga las características al papel.

Los papeles empleados en la fabricación de envases se emplean en distintas aplicaciones, entre ellas podemos destacar las siguientes:

- Fabricación de estuches de cartoncillo.
- Fabricación de embalajes.
- Fabricación de sacos.
- Otras aplicaciones: papel parafinado, etiquetas, complejos, etc.

Características técnicas principales.

Los pasos para la fabricación del papel parten del descortezado de los árboles. Esto se produce al hacer pasar los árboles a través de una serie de tambores. A continuación se produce un astillado de la madera y su posterior homogeneizado. A partir de aquí es necesario obtener de la madera las fibras de la celulosa, eliminando el resto de los componentes. Para realizar este proceso existen distintos sistemas, los cuales se pueden clasificar en:

- Proceso mecánico: Utiliza la energía mecánica para liberar la celulosa sin emplear productos químicos.
- Proceso químico: En él se emplean distintos tipos de reactivos, pero el proceso sulfato o Kraft es el más empleado. Para realizar esto se utilizan los denominados digestores, en los cuales las astillas a altas temperaturas están en contacto con los reactivos, facilitando de esta forma la extracción de la celulosa.
- Procesos semiquímicos: Mediante este tipo de proceso las astillas son tratadas parcialmente, tanto con un proceso químico como mecánico. Este tipo de proceso se emplea para fabricar los papeles empleados en el ondulado de embalajes.

A continuación, la pasta obtenida es blanqueada en el caso en que sea necesario, para posteriormente realizar una serie de operaciones. Las principales operaciones son:

- Desfibrilado-despastillado: En esta operación la pasta en forma de balas secas se coloca en suspensión acuosa en los denominados “pupers”, en donde se produce su batido.
- Refino: Es un proceso de fricción que permite aumentar la capacidad de las fibras de unirse entre sí.
- Formado: El formado de la hoja consiste en un proceso de filtración, el cual se realiza en las denominadas mesas formadoras.

- Prensado: El objetivo del prensado es disminuir la cantidad de agua en el papel.

A continuación se realizan otras operaciones, cuyo objetivo es mejorar la calidad final del papel y prepararlo para su uso; entre ellas, se pueden señalar las siguientes:

- Secado.
- Alisado-Calandrado.
- Enrollado.
- Bobinado.
- Cortado.

Cartoncillo.

El cartoncillo es un material fibroso (básicamente celulosa), similar al papel pero formado por tres o más capas de celulosa de diversa calidad de fibras sólidamente unidas durante su fabricación, lo que da gramajes superiores a 180 gr/m^2 . Esto hace que el esquema genérico señalado anteriormente para la fabricación de papel, no se ajuste en su totalidad al cartoncillo, ya que la unión de las distintas capas se realiza antes del prensado del papel y posteriormente y una vez que se ha producido el secado, se realiza el estucado del cartoncillo. El estucado está formado por distintos elementos (generalmente pigmentos, aglutinantes y sustancias auxiliares), que se colocan sobre el papel mejorando sus cualidades ópticas, blancura y coloración del papel, lo que permite mejorar la impresión.

Recomendaciones de uso.

A continuación se mencionan las propiedades más importantes a considerar en el estudio del papel:

- Direccionalidad del papel: Durante el proceso de fabricación del papel, las fibras tienden a orientarse en una dirección que se denomina dirección de máquina (DM), frente a una dirección transversal (DT.) Esto hace que la resistencia del papel varíe según se ensaye en una dirección o en otra.
- Gramaje: Masa de papel por unidad de superficie (gr/m^2 .)
- Espesor o calibre: Es la distancia entre las dos caras del papel (μm .)
- Resistencia a tracción: Mide la fuerza necesaria que resiste una probeta de medidas normalizadas antes de su rotura (kN/m .) A partir de este ensayo, que determina una curva de esfuerzo-deformación, se pueden determinar los siguientes parámetros:
 - Índice de tracción: Resistencia a tracción dividida por el gramaje ($\text{kN}\cdot\text{m}/\text{gr}$.)
 - Longitud de rotura: Es la longitud límite de una tira de papel, por encima de la cual, si el papel se suspendiera por un extremo, se rompería por su propio peso (m.)
 - Alargamiento a rotura: Alargamiento de una probeta normalizada hasta su rotura. Se expresa en %. El papel es capaz de absorber esfuerzos antes de su rotura. Esta propiedad es especialmente importante en los papeles empleados para la fabricación de sacos.

- Trabajo de rotura. Es el área comprendida entre la curva de rotura (curva carga-alargamiento) de una probeta de papel o cartón, y el eje correspondiente al alargamiento. Expresamos el trabajo de rotura en Julios.
- TEA: Es el trabajo efectuado por unidad de superficie de papel, al someter éste a un esfuerzo de tracción hasta su rotura (J/m^2 .)
- Índice TEA: Es el TEA dividido entre el gramaje ($J/gr.$)
- Resistencia al Rasgado: Es la fuerza requerida por un péndulo para continuar un rasgado ya iniciado en una probeta de papel (mN.)
- Índice de Rasgado: Corresponde a la resistencia al rasgado dividida por el gramaje ($mN/gr.$)
- Coob: Determinación de la absorción de agua por unidad de superficie en un tiempo determinado (gr/m^2 .)
- Permeabilidad al aire: Mide la cantidad de aire que pasa a través de una superficie de papel en unas condiciones determinadas. Existen distintos métodos para medirla, siendo el método Gurley uno de los más empleados, el cual mide el tiempo necesario para hacer pasar un caudal de aire determinado, a través de una superficie de papel determinada.
- Propiedades ópticas: Brillo, opacidad, color y blancura.
- Propiedades superficiales: Rugosidad o lisura y resistencia al arrancado.

El papel es un material que permite la formación de complejos, junto a distintos materiales como son los poliméricos, el aluminio o metalizados, bien sea por el empleo de adhesivos o por técnica de extrusión. Esto da lugar a múltiples aplicaciones, entre las que destacamos: papel para etiquetas, bricks, o los empleados en los sectores de farmacia y cosmética.

Respecto a la Normativa, existe una amplia Normativa referida al papel, la cual citamos en la bibliografía del Proyecto.

4.2.4. Adhesivo de unión del papel impreso a los tarros.

Dentro de este apartado tenemos que considerar las etiquetas y etiquetadoras. Las máquinas etiquetadoras combinan tres componentes principales:

- El envase.
- El adhesivo.
- La etiqueta.

Consideramos diferentes sistemas de etiquetado:

- Adhesivo húmedo.
- Adhesivo activado por calor.
- Adhesivo sensible a la presión.

Para seleccionar el sistema más adecuado a aplicar debemos tener en cuenta los siguientes factores:

- Económico.
 - Costes de la etiqueta.
 - Coste del adhesivo.
 - Colocación, limpieza y paros rutinarios.
 - Coste del inventario.

- Marketing.
 - Material de la etiqueta y requerimientos de impresión.
 - Material del envase.
 - Forma del envase.
 - Condiciones de seguridad.

- Manejo.
 - Condiciones de almacenaje.
 - Condiciones en el uso.

En cuanto a las máquinas para pegado de etiquetas por humedad, generalmente trabajan con etiquetas cortadas o en bobina, mientras que las etiquetas sensibles a la presión son suministradas siempre en bobina. Las etiquetas cortadas se pueden realimentar sin necesidad de parar la máquina, pero las de bobina necesitan un paro para el cambio de la bobina. Como el diámetro de la bobina es limitado, los paros dependerán de la longitud y espesor de las etiquetas, así como el material de soporte.

Tipos de etiquetadoras principales:

Según el sistema de aplicación del adhesivo:

- Etiquetadoras rotativas con cabezales de adhesivo en frío.
- Etiquetadoras rotativas de adhesivo termofusible.
- Etiquetadoras rotativas con cabezales en autoadhesivo.
- Etiquetadoras por cola húmeda para pegar mediante humedad.
- Etiquetadoras por recubrimiento.

Según el tipo de producto a etiquetar:

- Etiquetadoras para cajas, palets y sacos.
- Etiquetas para frascos y tarros.

Otros tipos:

- Etiquetadoras-Impresoras.
- Etiquetadoras con aplicación sobre la superficie total.

Características técnicas principales:

- Producción: número de envases por minuto.
- Número de cabezales.
- Posibilidad de velocidad variable.
- Control de tipo digital.
- Posiciones de memoria (memoria de cantidad de etiquetas colocadas.)
- Contador de producción.
- Ajuste automático de etiquetas de formatos irregulares.
- Posibilidad de instalar sobre cintas transportadoras o sobre cualquier equipo.
- Funciones programables, número de programas.
- Recarga automática de la caja porta etiquetas.
- Regulación micrométrica de la película de adhesivo.
- Alimentación de adhesivo por bomba neumática calefactora.
- Aviso de falta de etiquetas.
- Orientación del envase mediante sistemas mecánicos o fotoeléctricos.
- Equipamiento opcional de sistema de control de calidad de etiquetado o presencia de etiqueta con posterior rechazo del envase defectuoso.

Características particulares de etiquetadoras-impresoras:

- Precisión (especialmente en las fases de pre-procesado y procesado, de la imagen de la etiqueta.)
- El color de las etiquetas (matiz, tono y saturación), la distribución del texto e incluso la posición de los gráficos, dibujos, etc.

Proceso de etiquetado:

Las operaciones principales de una etiquetadora depende del tipo, pero de forma general, el diagrama de operaciones es similar y podría clasificarse en las siguientes operaciones:

1. Alimentación de etiquetas desde el almacén o rollo.
2. Recogida de etiquetas; generalmente se realiza por succión con aire comprimido o adhesivo secundario.
3. Aplicación del adhesivo de cobertura total, o en tiras sobre la etiqueta o el envase.
4. Presionado de la etiqueta en el envase con almohadillas, aire comprimido, correa o cepillo. Existen las que posicionan y sujetan el envase con movimiento rotativo. Los envases son sostenidos por un tambor rotatorio, mediante el movimiento en línea recta de una cinta transportadora, rueda en estrella o mecanismo de tornillo.

Defectos en el etiquetado:

- Etiqueta desplazada respecto al lomo del producto.
- Etiqueta mal encolada o arrugada.
- Orientación defectuosa de la etiqueta respecto a la vertical del producto.
- Etiqueta encolada en un producto que no corresponde.
- Ausencia de etiqueta.

Aplicaciones.

- Etiquetadoras para cajas.

Llevan incorporado un aplicador de etiquetas para cajas multifuncional, flexible y adaptable a todo tipo de aplicaciones, debido a sus diferentes palas aplicadoras.

Se trata de Impresoras-Applicadoras de etiquetas para cajas. Impresión con etiquetas térmicas y por termotransferencia de tinta negra.

- Etiquetadoras para palets.

La impresión se realiza por termotransferencia o térmica.

Tamaño de las etiquetas: Máximo 148 x 210 mm (Din-A5.)

- Etiquetadoras para sacos.

La impresión se realiza por termotransferencia.

La dispensación se realiza sobre sacos en movimiento.

- Etiquetadoras de frascos y tarros.

Por encima de 60 etiquetas o envases por minuto, las máquinas de etiquetado automáticas son adecuadas. Necesitan un operario que lleve la botella o tarro a la máquina, la cual encola y pega la etiqueta en una vuelta. Aparte del método de manejo del envase, existen tres sistemas diferentes de aplicación del adhesivo, comunes en todas las etiquetadoras automáticas para tarros y frascos:

- Aplicación directa del adhesivo a las etiquetas; éstas están sujetas a la máquina mediante pinzas.
- Aplicación del adhesivo mediante plancha giratoria que, en una vuelta aplica el adhesivo a la etiqueta.
- Impregnación ligera del adhesivo en el tarro, pegando a continuación la etiqueta al tarro.

Según la aplicación de la etiqueta, número y posición, si ha de despegarse o no en el lavado, etc., se seleccionará un método u otro.

- Etiquetadoras-Impresoras.

Existe una amplia gama de etiquetadoras automáticas con impresión en tiempo real, diseñadas tanto para el etiquetado de productos, como para el de cajas y pallets, así como para todo tipo de envases.

Este tipo de máquinas permite la aplicación automática de las etiquetas. Este tipo de impresoras son por transferencia térmica, incluyendo la opción de distintas anchuras de cabezal y velocidad. Además, pueden controlarse desde un programa estándar de diseño e impresión de etiquetas bajo Windows. El control incorporado a la etiquetadora permite la aplicación automática de la etiqueta una vez impresa, sin que el ordenador deba gestionar nada más que la simple impresión de la etiqueta, con el envío de su formato y de los datos variables de cada impresión.

Este tipo de etiquetadoras automáticas con impresión, no sólo incorporan una impresora de etiquetas, sino también un potente ordenador industrial alojado en un armario de cuadro eléctrico, lo que las dota de una total armonía a la hora de conformar un puesto de etiquetado automático, no necesitando de ningún elemento auxiliar de control para realizar su función, ya que permiten y llevan integrado el control de las cintas transportadoras de piezas, cajas y pallets a etiquetar. También pueden incorporar un escáner láser para la lectura del código de barras y pueden recibir de un ordenador central tanto las órdenes de cambio de modelo de etiqueta a usar, como los datos variables a usar en cada impresión.

Principales aspectos a considerar en la elección de una etiquetadora.

- Envases a etiquetar.
 - Forma, dimensiones y materiales.
- Etiquetas: necesidades del usuario.
 - Número y tipo, dimensiones, materiales y tratamientos.
- Adhesivo y sistema aplicador.
 - Encolado en frío (cobertura total), encolado en caliente (en tiras), activación por calor y autoadhesión (recomendaciones del fabricante sobre el adhesivo.)
- Pago y suministro.
 - Coste, modo de pago, peso de la máquina y punto de suministro de la máquina.
- Instalación.
 - Servicios necesarios: electricidad (voltaje, frecuencia, potencia), aire comprimido (presión y caudal.)
 - Peso y dimensiones de la máquina.
 - Altura de las entradas y salidas de los envases.
- Responsabilidades: proveedor/cliente en cuanto a:
 - Preparación del suelo.
 - Provisión de electricidad, aire, etc.

- Colocación e instalación de la máquina.
- Transportadores hacia y desde la máquina.
- Provisión de dispositivos de seguridad.
- Capacidad de etiquetado.
 - Ancho máximo/mínimo de la etiqueta.
 - Altura máxima/mínima de la etiqueta desde la base del envase.
 - Ancho y profundidad máxima/mínima del envase si es rectangular y diámetro máximo/mínimo si es cilíndrico.
- Operación.
 - Tipo de alimentación, en rollo o bandeja.
 - Límites de velocidad.
 - Sentidos de operación.
 - Conocimientos y entrenamiento de los operarios en: operación, mantenimiento, recambios, piezas de recambios, provisión e identificación de los recambios.
 - Capacidad de recargado durante el funcionamiento.
- Servicios.
 - Formación de operarios en el manejo.
 - Piezas de recambio recomendadas.
 - Términos del servicio de reparación de los fabricantes de la máquina.
- Documentos.
 - Planos de distribución.
 - Diagrama de cableado eléctrico.
 - Manual de operaciones.
 - Instrucciones de mantenimiento.
 - Listado de recambio de piezas.
- Características adicionales de la máquina.

Codificación, contado, detector de etiqueta defectuosa, sobre-impresión, ajustes especiales para envases de formas no comunes, control de secuencia lógico para mantener la velocidad de producción óptima (dada por el número de envases en línea antes y después de la máquina de etiquetado.)
- Compra, instalación y operación de la etiquetadora.

El proveedor deberá conocer nuestras necesidades, por lo que es recomendable que suministre muestras de envases y etiquetas que puede utilizar. Es aconsejable hacer pruebas de aceptación, donde queden registrados los detalles de la etiqueta, adhesivo y envases que se han utilizado.

- Manejo del envase.

En las máquinas totalmente automáticas, los envases se suministran de forma continua, separando la alimentación del etiquetado, por medio de ruedas en estrella separadoras y el serpentín de alimentación. La línea de envases puede ir en intermitente o en continuo, en línea recta o ser rotatoria. Por lo que respecta a la descarga, ésta puede ser por medio de una mesa recolectora estacionaria o giratoria, la que finalmente dirigirá el envase al embalado final, o a bandejas (para retractilar.)

4.3. Fabricación del producto.

Las mermelada de naranja es una conserva semisólida de sabor ligeramente amargo que se elabora mezclando en caliente el jugo de naranjas recién exprimidas y parte de la cáscara, con azúcar y pectina cítrica.

La pectina es una sustancia natural extraída de algunas frutas, especialmente de cítricos, que al mezclar con azúcar y ácido forma un gel que da a la mermelada la consistencia deseada. El punto de gelificación se produce cuando la cantidad de azúcares de la masa está alrededor del 65%.

La pectina comercial se consigue en estado líquido o sólido. La cantidad de pectina se expresa en grados. El grado de pectina es la cantidad de azúcar, expresada en kg, que un kilogramo de pectina puede coagular en condiciones óptimas: es decir, a una concentración de azúcar al 65% y a un pH entre 3.0 y 3.4 proporcionando una consistencia normal.

La pectina comercial puede considerarse que tiene un poder de gelificación, tal que cada gramo es capaz de gelificar 150 g de azúcar. En el caso de una mermelada que necesite 4.05 kg de azúcar, necesitaremos aproximadamente 27 g de pectina.

<u>% de pectina en el producto acabado</u>	<u>% de azúcar presente en el producto acabado a la mínima concentración para la gelificación.</u>
0.50	No se obtiene gelificación
0.75	Idem
0.90	65
1.00	62
1.25	54
1.50	52
1.75	51
2.00	49.5
2.75	48

Tabla 23: Influencia de la concentración de pectina sobre el punto de gelificación.

Formación del gel.

En un sustrato ácido de la fruta. La pectina es un coloide cargado negativamente. La adición de azúcar influye en el equilibrio pectina-agua establecido y desestabiliza la pectina. Ésta conglomera y establece una malla de fibras. Esta estructura es capaz de soportar líquidos. La continuidad de la malla formada por la pectina y la densidad de las fibras formadas son establecidas por la concentración de azúcar y la acidez.

A mayor concentración de azúcar, menor será el agua soportada por la estructura. La flexibilidad de las fibras en la estructura está controlada por la acidez del sustrato. Condiciones muy ácidas resultan en una estructura flexible de gel, o destruyen la estructura por acción de la hidrólisis de la pectina. La baja acidez da fibras débiles, incapaces de soportar el líquido y el gel se rompe. La formación del gel ocurre solamente dentro de un estrecho rango de valores de pH. Las condiciones óptimas de pH para la formación del gel se encuentran cerca de 3.2. Para valores menores a este, la resistencia del gel disminuye lentamente; para valores mayores de 3.5 no está permitida la formación del gel en el rango usual de sólidos solubles. El rango óptimo de sólidos se encuentra ligeramente por encima del 65%. Es posible tener formación de gel a concentraciones de sólidos de 60% aumentando los niveles de pectina y ácido. También a concentraciones altas de sólidos se obtiene un gel de características viscosas.

La cantidad de pectina requerida para formar el gel depende de la calidad de la pectina. Ordinariamente, se necesita ligeramente menos del 1% de pectina para formar una estructura satisfactoria.

También necesitaremos una determinada cantidad de conservador. Veamos el tanto por ciento de pectina y conservador necesario según el tipo de mermelada:

FRUTA	PECTINA (%)	% Máx. de conservador	PH
Fresa	1	0.1	3.3
Nispero	-	0.1	3.6
Papaya	0.5	0.1	3.8
Mango	0.45	0.1	3.8
Piña	0.5	0.1	3.5
Naranja (jugo)	1.2	0.1	3.1
Melocotón	0.5	0.1	3.7
Manzana	0-0.25	0.1	3.3
Membrillo	-	0.1	3.3
Tomate de árbol	-	0.1	3.3

Fuente: Manual de elaboración de mermeladas (Guevara P. Américo) UNALM.

Tabla 24: Tanto por ciento en pectina, conservador y pH según el tipo de mermelada.

Veamos de forma genérica cuáles han de ser las **materias primas** para obtener la **mermelada de naranja**:

- Naranjas de variedades que tengan bastante jugo y bajo grado de amargor.
- Azúcar: una cantidad igual al peso de jugo obtenido.
- Pectina cítrica: 1.2 % del peso total de la mezcla.

Para nuestro caso, con relación a las **materias primas** con las cuales se fabrica la **mermelada de naranja no ecológica** en la empresa La Molienda, S.C.A., consideramos las siguientes:

- Naranjas: 70% en peso.
- Azúcar: 29% en peso.
- Goma guar (espesante de origen vegetal), 1% en peso.

Para este caso, el producto terminado se presenta en envases de 275, 1000 y 2500 gr.

De la misma manera presentamos los ingredientes de la mermelada de naranja ecológica:

- Naranjas Ecológicas: 70% en peso.
- Sirope de ágave ecológico: 29% en peso.
- Goma guar: 1%.

Los ingredientes son certificados por el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

Nota: Cuando hablamos de naranjas ecológicas nos referimos a naranjas que han sido cultivadas sin empleo de ningún tipo de herbicida y pesticidas ecológicos. La goma guar es un espesante de origen vegetal.

La mermelada ecológica se presenta en tarros de vidrio cuyo peso neto es de 275 gr.

También debemos tener en cuenta que no se emplean conservantes ni colorantes en ninguno de los dos tipos de mermelada.

En relación a las **instalaciones y equipos necesarios**,

Instalaciones:

El local debe cumplir con los requisitos de higiene que exigen las Autoridades Sanitarias para el procesamiento de alimentos. Debe ser lo suficientemente grande para albergar las siguientes áreas:

- Recepción de la fruta.
- Sala de proceso.
- Sección de empaque.
- Bodega.
- Laboratorio.
- Oficina.
- Servicios sanitarios.
- Vestidor.

La construcción debe ser en bloc repellado con acabado sanitario en las uniones del piso y pared para facilitar la limpieza.

Los pisos deben ser de concreto recubiertos de losetas o resina plástica, con desnivel para el desagüe. Los techos de estructura metálica, con zinc y cielorraso. Las puertas de metal o vidrio y ventanales de vidrio. Se recomienda el uso de cedazo en puertas y ventanas.

Equipo:

- Extractor de jugo de naranja.
- Pelador de naranjas.
- Refractómetro.
- Utensilios varios: cuchillos, paleta removedora, coladores, recipientes.
- Fuente de calor.
- Balanza

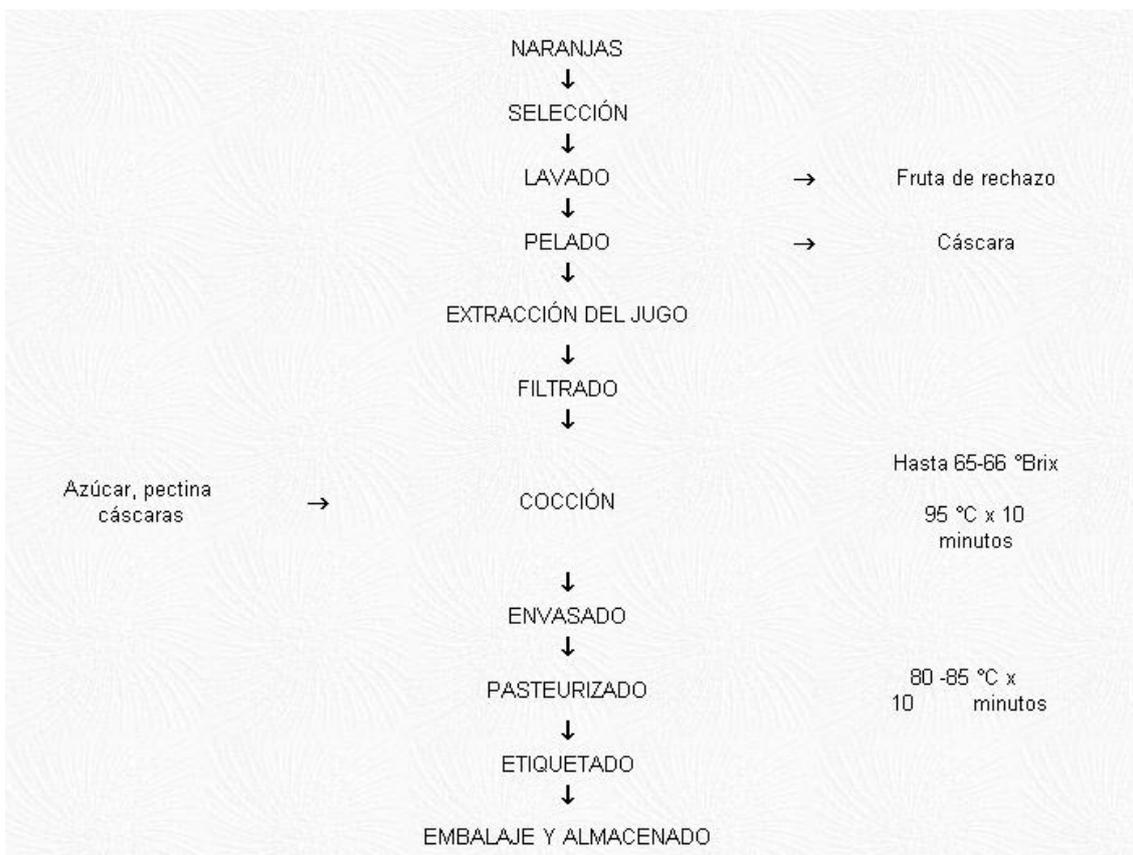


Figura 17: Diagrama de flujo para la elaboración de la mermelada de naranja.

Descripción del proceso.

- **Selección:** Se seleccionan los frutos sanos y con el grado de madurez adecuado.
- **Lavado:** Se hace por inmersión de las naranjas en agua clorada.
- **Pelado:** Una cuarta parte de las naranjas se pela a fin de recuperar la cáscara amarilla sin el albedo (parte blanca). Estas cáscaras se cortan en tiras finas de 3-4 mm de ancho y 3 cm de largo y se recogen en un recipiente para utilizarlas después.
- **Extracción del jugo:** Se parten las naranjas en mitades y se extrae el jugo por medio de un extractor de jugos.
- **Filtrado:** Se filtra el jugo haciéndolo pasar por colador fino.
- **Formulación:** Se pesa el jugo obtenido, para calcular la cantidad de azúcar y pectina que son necesarias. La pectina se mezcla con azúcar.

- **Cocción:**
 - Se pone el jugo en la marmita (u olla grande) y se agregan algunos trozos grandes de cáscaras sin albedo. Se inicia el calentamiento lento y cuando se alcanza la ebullición se retiran las cáscaras.
 - Se adiciona el azúcar al jugo hirviendo, revolviendo con una paleta continuamente para disolver el azúcar.
 - Se agregan las cáscaras cortadas a la mezcla en ebullición y se dejan cocinar durante 5 minutos.
 - Se agrega la pectina y se revuelve vigorosamente durante 2 minutos.
 - Se continúa el calentamiento hasta que se alcancen 65-66 °Brix o una temperatura de 104°C.
- **Envasado:** El envasado puede hacerse en frascos de vidrio y en envases y bolsas de plástico. En el caso de los frascos, deben ser previamente esterilizados con agua hirviendo durante 10 minutos y los envases de plástico se deben clorar. La temperatura de llenado no debe bajar de 80°C.
- **Pasteurizado:** Cuando el llenado se realiza en frascos de vidrio, el producto se debe pasteurizar en un baño maría a 95 °C durante 10 minutos. Al finalizar este proceso se saca del baño maría y se enfría gradualmente, primero en agua tibia y luego en agua fría para evitar un choque térmico que puede quebrar los frascos.
- **Etiquetado:** La etiqueta se pega cuando los envases estén fríos y se haya verificado la gelificación de la mermelada.
- **Embalaje y almacenado:** El encajado se hace en cajas de cartón, y se almacenan en lugares secos, ventilados y limpios.

4.4. Distribución y venta.

La distribución se realiza desde la propia empresa La Molienda a distintos puntos de Andalucía, resto de España y Extranjero; de esta forma consideramos la siguiente distribución:

Serranía de Ronda (50%), resto de Andalucía (30%), resto de España (15%) y extranjero (5%). Consideramos que estos porcentajes en peso son los mismos para los dos tipos de mermelada, es decir mermelada de naranja ecológica y no ecológica.

4.5. Disposición final. Gestión de Residuos.

Se denomina “Gestión de Residuos” al conjunto de operaciones que incluyen el manejo de los residuos desde su generación hasta su depósito o tratamiento final. Para ello, se emplea el modo más adecuado desde el punto de vista ambiental y sanitario; también se tienen en cuenta las características de volumen, procedencia, coste de tratamiento y posibilidades de recuperación y comercialización, indicados en la norma vigente en cada momento.

La Gestión Integral de los Residuos está constituida por una serie de fases, tal cual mostramos en la siguiente figura:



Figura 18: Gestión Integral de los Residuos.

En la figura 18 mostramos las distintas etapas que componen la Gestión Integral de Residuos:

1. Generación de residuos a todos los niveles de la cadena.
2. Manipulación de los residuos y separación.
3. Almacenamiento en el origen.
4. Recogida planificada y ajustada.
5. Transferencia y transporte.
6. Separación y procesamiento de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU.)
7. Transformación de los RSU por diferentes procesos (compostaje e incineración.)
8. Evacuación segura, tanto desde el punto de vista sanitario, como ambiental.

En los últimos cien años, la jerarquía de Gestión de Residuos ha evolucionado de forma considerable. De esta manera, podemos observar que las preferencias iniciales de los procesos de Gestión de Residuos eran:

- Vertido en tierra.
- Vertido en agua.
- Enterramiento.
- Incineración.

Actualmente, las preferencias de los procesos de Gestión de Residuos son:

- Reducción en origen (minimización.)
- Reciclaje y reutilización (incluido el compostaje.)
- Incineración con recuperación de energía.
- Incineración sin recuperación de energía.
- Vertido.

Como no puede ser de otra manera, en este Proyecto primarán como preferencias la “Reducción en origen” y el “Reciclaje y Reutilización”, como una forma de disminuir el consumo de materias primas, el consumo energético, el flujo de residuos y las emisiones atmosféricas.

Una vez que la mermelada ha sido consumida por los consumidores, consideramos como únicos residuos los propios tarros, las etiquetas de papel y las tapas de cierre. Consideramos el reciclaje de los tres elementos:

4.5.1. Reciclaje del vidrio.

El reciclaje del vidrio es el proceso mediante el cual se convierten desechos de vidrio en algunos productos que se pueden volver a usar, ya sea mediante un procedimiento de lavado del desecho y su posterior reutilización o volviendo a fundir el producto. Para ello, los desechos de vidrio deben ser separados según su composición química y entonces, según el uso que se le vaya a dar o las posibilidades de procesamiento en las instalaciones locales, puede ser separado también según colores para su procesado.

- Ventajas del reciclaje de vidrio.

El cristal es un material ideal para ser reciclado; puede ser reciclado en un 100%, sin límite en la cantidad de veces en que puede ser procesado. El uso de vidrio reciclado ayuda a ahorrar energía, por ser menos costoso, además de reducir residuos y el consumo de materias primas.

El vidrio reciclado requiere un 26% menos de energía que su fabricación desde cero y reduce en un 20% las emisiones a la atmósfera en la etapa de fabricación y contaminando un 40% menos de agua que la fabricación de vidrio a partir de arena, cal y sosa. Cada tonelada de desechos de vidrio que se recicla evita que 315 kg de CO₂ se liberen a la atmósfera durante la fabricación del vidrio.

○ Procedimiento de reciclaje.

Para su adecuado reciclaje, el vidrio es separado y clasificado según su tipo, el cual por lo común está asociado a su color; existe una clasificación general, la cual divide a los vidrios en tres grupos: verde, ámbar y transparente.

El proceso de reciclado después de la clasificación del vidrio requiere que todo material ajeno sea separado; elementos tales como tapas metálicas y etiquetas.



Figura 19: Depósito público para reciclaje de vidrio.

Vemos en la figura 19 que existen tres divisiones para separar el vidrio según su color: transparente, verde y ámbar.

El vidrio es un importante y abundante componente de la basura industrial y doméstica; en los vertederos locales el vidrio presente suele consistir en botellas, cristalería, bombillas y otros objetos, además en la manufactura de vidrio, se produce una alta tasa de producción defectuosa que debe ser reciclada. Por todo esto, los desechos de vidrio son muy abundantes, de manera que se establecen métodos de recogida selectiva de vidrio.

En ciertas ocasiones, los diferentes tipos de vidrio son químicamente incompatibles, por lo que se requiere una selección previa a su procesado. Por ejemplo, el vidrio resistente al calor, como el Pyrex (vidrio borosilicatado) no debe ser colocado en el contenedor de reciclaje de vidrio, ya que únicamente una pieza de dicho material alteraría las propiedades de viscosidad del fluido en el horno, en el momento de volver a fundir la mezcla. Debido a las incompatibilidades, se establecen canales de reciclaje separados, llegando incluso a separarse el vidrio según colores.

Una vez recogido, el primer paso del reciclaje del vidrio es su limpieza; el vidrio se trata con productos químicos para eliminar posible suciedad, arena o grasa y a continuación se retiran los elementos de plástico, papel y otros residuos.

Una vez limpio, el vidrio es pasado por una serie de tamices y martillos, hasta lograr la granulometría deseada. A continuación se pasa por unos imanes que retiran los posibles vestigios de metal.

El vidrio triturado y preparado para ser derretido de nuevo se denomina “calcín.”

El calcín es calentado a 1600°C, mezclado al 50% con arena, hidróxido de sodio y caliza para fabricar nuevos productos que tendrán idénticas propiedades con respecto al vidrio fabricado directamente de los recursos naturales.



Figura 20: Calcín de botellas de cerveza.

En la figura 20 apreciamos la imagen del calcín procedente de botellas de cerveza; dicho calcín ya está listo para ser derretido y posteriormente formar otras botellas de cerveza.

○ Usos secundarios para el vidrio reciclado.

Veamos como ejemplo, el caso del Reino Unido; en el Reino Unido la industria de reciclaje de vidrio no puede consumir todo el vidrio que se ha ido acumulando a través de los años, principalmente debido a las diferencias en la coloración entre el vidrio disponible y el que se consume. El Reino Unido importa mucho más vidrio verde en forma de botellas de vidrio del que consume. El exceso resultante de vidrio verde puede ser exportado a los países productores, o utilizado localmente en la creciente diversidad de usos secundarios para el vidrio. La empresa que gestiona los puntos de recogida, *Cory Environmental*, envía vidrio del Reino Unido a Portugal.

El uso del vidrio reciclado como un agregado al cemento se ha hecho popular, con investigaciones a gran escala, llevándose a cabo en la Universidad de Columbia de Nueva York. Esto incrementa la apariencia estética del cemento. Según las investigaciones, la adición de vidrio al cemento incrementa la durabilidad y resistencia del cemento, así como el aislamiento térmico. Los mercados secundarios para el reciclaje de vidrio pueden incluir:

- Productos de aislamiento.
- Vidrio en productos cerámicos de sanitario.
- Vidrio para la fabricación de ladrillos.
- Vidrio en césped artificial.
- Fregaderos y mesas de cocina.
- Sistemas de filtrado de agua.
- Vidrio como material abrasivo.
- Vidrio como agregado en materiales de construcción.

En ciertos casos, el vidrio es reutilizado, antes que reciclado. No se funde, sino que se vuelve a utilizar únicamente lavándolo (en el caso de los recipientes.)

4.5.2. Reciclaje de las tapas de cierre.

Para realizar una separación de los residuos de una manera correcta, cada ciudadano debería introducir las tapas de cierre, junto a las latas, envases ligeros de plástico o bricks en el contenedor amarillo dispuesto en los municipios.



Figura 21: Contenedor amarillo de recogida.

En la figura 21 apreciamos un ejemplo de contenedor de recogida de estos elementos.

Por simplicidad, consideraremos que las tapas están formadas únicamente por hojalata y por tanto, a continuación consideramos el proceso de reciclaje de este material. Posteriormente explicamos el proceso de reciclaje del aluminio, que aun sin considerarlo en las tapas de cierre de nuestra Unidad Funcional, se trata de un material también empleado en la industria alimentaria en la fabricación de envases.



Figura 22: Tapas de cierre.

En la figura 22 mostramos el ejemplo de tres tapas de cierre empleadas en tres tarros de confitura cuyo cierre es del tipo Twiss-Off.

Las latas, tapas y botes de hojalata se recogen de forma selectiva a través de los contenedores para envases. Se llevan a plantas de clasificación donde se separan de las demás fracciones mediante un potente electroimán. Después se prensan, se agrupan en balas y se transportan a un centro específico para su reciclado. Allí, se tritura la lata para desprender las etiquetas de papel y se selecciona el material triturado. El acero y el estaño son separados. El acero se vuelve a utilizar para producir más latas y el estaño se usa para producir cobre.

Podemos apreciar el proceso de reciclaje de las tapas y envases de hojalata en la siguiente figura:



Figura 23: Proceso de reciclaje de la hojalata.

Ventajas asociadas al reciclaje de la hojalata:

1. Por cada tonelada de chatarra de hojalata recuperada, en la industria siderúrgica se ahorra:

- 1,5 Toneladas de mineral de hierro.
- 0.5 Toneladas de coque.
- 70% de la energía utilizada.
- 40% del agua utilizada.

2. España es un país deficitario en chatarra, por lo que importamos cada año gran cantidad de toneladas para abastecer la demanda industrial. El hecho de reciclar más cantidad permite ahorrar dinero.

3. Su vertido supone una pérdida de recursos energéticos y de materias primas. Ocupa lugar en el vertedero y puede causar impactos negativos sobre el Medio Ambiente.

El reciclaje del aluminio es uno de los más rentables para la industria, puesto que se aprovecha prácticamente la totalidad de los desechos; el aluminio se recicla de las tapas, latas, cables, embalajes, muebles o perfiles de construcción, así como de todas las virutas que se producen en la industria al fabricar elementos con este material.

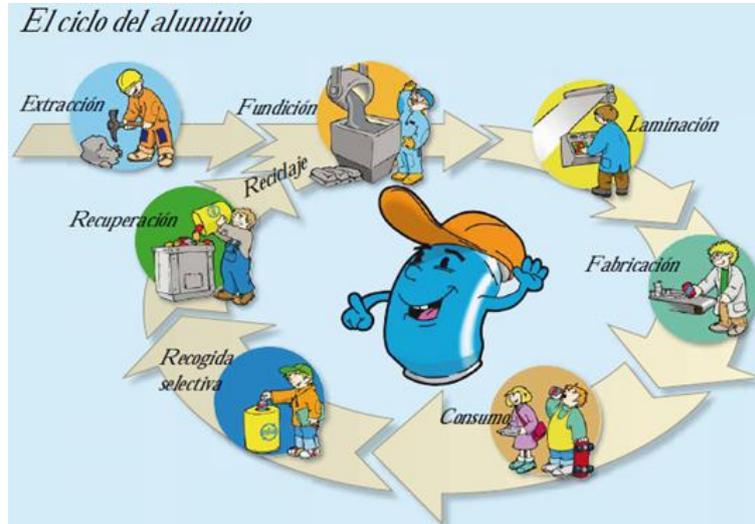


Figura 24: Ciclo del aluminio.

Dentro de la planta de reciclaje consideramos distintas etapas del proceso:

1. Una cinta transportadora-vibradora separa objetos que no están fabricados de aluminio, tales como papel y plástico. En el extremo de la cinta, un imán separa elementos de acero y otros materiales distintos al aluminio. El acero compromete la flexibilidad del aluminio. Para eliminar metales pesados, las tapas o latas pasarán por tres niveles de clasificación, cuyo objetivo es tener solo una parte de acero por cada mil partes de aluminio. Después entran en un gran cilindro rotativo denominado zaranda, en la cual, con un agujero en la mitad separamos más objetos extraños, tales como etiquetas y fragmentos de acero. Después sigue una tercera clasificación, donde una cinta electromagnética elimina los objetos que se escaparon de la zaranda. Ahora disponemos de tapas y latas limpias, listas para prensar. Viajan por un tubo hacia un silo y después hacia una prensa hidráulica, la cual aplasta las tapas y latas y forma bloques de material compactado, cuya masa es de 12 kg. Cada conjunto de bloques formará un palé independiente. Cada palé tendrá una masa de 750 kg. Ahora nos disponemos a llevarlos al centro de reciclado. Como dato orientativo, se necesitan alrededor de 7000 kg de tapas y latas para obtener 6300 kg de aluminio reciclado. Los bloques de material compactado se trituran ahora en pequeños trozos; después va a un separador para eliminar rastros de otros metales. Después se envían hacia los silos de almacenamiento, de donde se llevarán y arrojarán en un horno. Mezclado con las tapas y latas tendremos la chatarra de aluminio de la fábrica de latas. El gas natural calienta el horno a 780 °C. La pintura impresa en la chapa desaparecerá y el metal fundirá, tendremos así aluminio líquido, el cual transportaremos a la planta de procesamiento. El aluminio fundido solidifica formando un bloque llamado lingote. Consideramos el caso de un lingote, por ejemplo de 15000 kg de masa.

Para fabricar a partir de este lingote de nuevo otros elementos de aluminio, se calienta éste a 550 °C para ablandarlo y estirarlo. En la entrada, tiene medio metro de espesor. Se le estira hasta 15 veces. Finalmente, es el 90% más delgado. Después de enfriarlo, se estira el lingote nuevamente. Bajo una gran presión se le aplasta hasta quedar con un espesor de 2 mm. Finalmente se enrolla para el envío a la fábrica de tapas o latas.



Figura 25: zaranda rotativa.

El proceso de reciclaje del aluminio comienza con la selección de dicho material, para su posterior traslado a la planta de reciclaje, donde se separa, limpia y se aplasta creando grandes bloques. El aluminio se funde, creando de nuevo láminas de este material, listas para un nuevo uso.



Figura 26: transporte de un bloque de aluminio prensado en el proceso de reciclaje.

En la figura 26 apreciamos una carretilla transportadora, la cual contiene un bloque de aluminio prensado para transportarlo al proceso de fundición.



Figura 27: compactadora de aluminio.



Figura 28: bloques de aluminio compactado.

El aluminio, tras el hierro y el acero, es el metal más utilizado en el mundo, y es uno de los materiales que menos reciclamos; de ahí la importancia de concienciar a la población sobre la necesidad de reciclar el aluminio, que encontramos en los envases y en el propio papel de aluminio en nuestros hogares y en los vehículos, edificios y muchos más a nivel industrial.

El aluminio, aunque es muy cuantioso en nuestro planeta, tiene unos altos costes de extracción, especialmente energéticos. Con el reciclaje de aluminio se ahorra un 94% de ese coste energético; además, es un material que no pierde sus propiedades tras sucesivos procesos de reciclado. Todo ello hace que prácticamente la totalidad del aluminio empleado en la industria, sea reciclado, a pesar que a nivel doméstico no se recicle prácticamente.

4.5.3. Reciclaje de las etiquetas de papel.

El reciclaje de papel es una de las formas de reciclar más beneficiosas para el medio ambiente, en gran parte por el coste medioambiental que supone obtenerlo.

Reciclar papel tiene por norma general producir de nuevo papel, llamado papel reciclado. Para obtenerlo, se consigue bien por papel molido, que es el que se obtiene de trozos y recortes de papel provenientes de manufacturas de papel, de papel pre-consumo o bien de papel post-consumo, que se obtiene principalmente de revistas, periódicos y todo tipo de documentos que solemos tirar.

Cuando la planta de reciclado selecciona el papel y lo encuentra adecuado para reciclar, se le llama desecho de papel.



Figura 29: papel reciclado procedente de una planta de reciclaje.

El proceso de reciclaje del papel pasa por varias fases:

1. En primer lugar, la pastificación del papel, la cual consiste en añadir disolventes químicos para que las fibras de papel se separen.
2. Criba de todo aquel material que no es papel.
3. Se centrifuga todo el material para una separación por densidad.
4. Flotación, en la cual se elimina la tinta con burbujas de aire.
5. Toda esta pasta de papel se lava a continuación para eliminar las pequeñas partículas que pudieran quedar.
6. Blanqueado del papel con peróxido de hidrógeno o hidrosulfito de sodio.

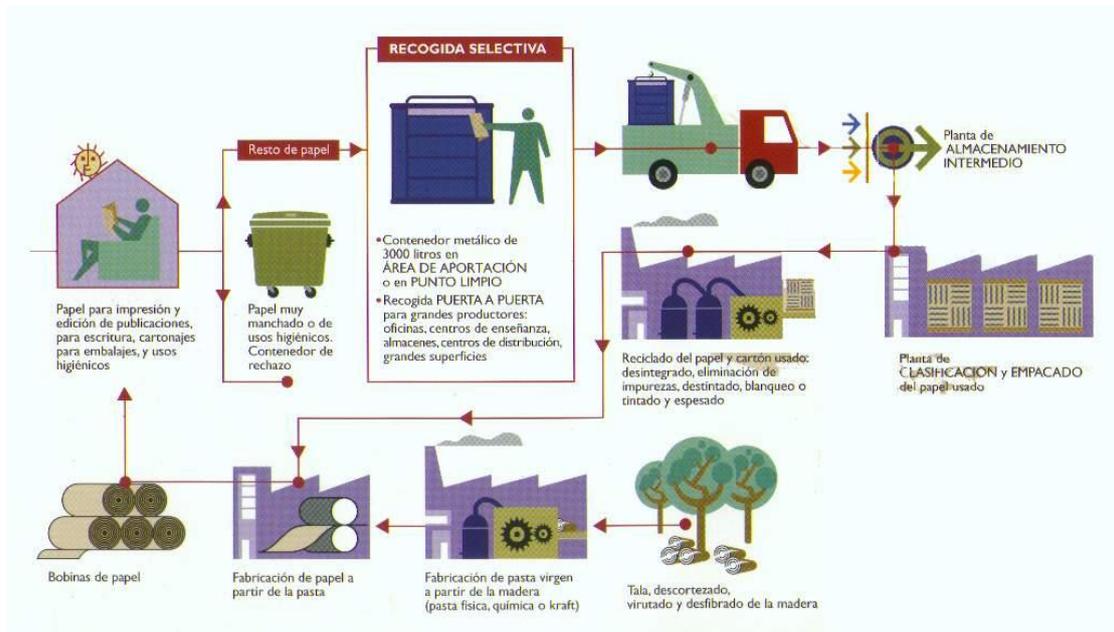


Figura 30: Proceso de reciclaje del papel

En la figura 30 apreciamos el Ciclo de Vida del papel, en el cual destacamos:

- a. Inicialmente la tala de la madera procedente de los árboles.
- b. Fabricación de pasta virgen a partir de la madera y posterior fabricación de papel a partir de la pasta.
- c. Obtención de bobinas de papel. Obtendremos pues, el papel para impresión y edición de publicaciones, para escritura, cartonajes para embalajes y usos higiénicos.
- d. Una vez empleado, podemos tener dos tipos de papel:
 - o Papel muy manchado o de usos higiénicos, el cual irá al contenedor de rechazo.
 - o Resto del papel, a recogida selectiva, bien empleando los contenedores metálicos de recogida (ver figura 25) para los municipios o bien mediante una recogida “puerta a puerta” para grandes productores, tales como oficinas, centros de enseñanza, almacenes, centros de distribución o grandes superficies.
- e. Desde los puntos de recogida selectiva se transporta el papel a las plantas de almacenamiento intermedio.
- f. A continuación el papel llega a las plantas de clasificación y empaado.
- g. Posteriormente en otra planta, se procede al reciclado del papel y cartón usado, empleando los procesos de desintegrado, eliminación de impurezas, destintado, blanqueo o tintado y espesado. A partir de este punto pasamos de nuevo al proceso de fabricación de papel a partir de la pasta.

Debemos destacar que el papel reciclado tiene una peor calidad, ya que las fibras de las que se compone se rompen en este proceso. Actualmente, la práctica totalidad de los papeles se pueden reciclar, a menos que tengan tratamientos como los acabados brillantes, plastificados o encerados. Otros papeles como los envoltorios de regalos tampoco son aptos, por su baja calidad, lo cual no permitiría obtener un nuevo papel.



Figura 31: Contenedor de recogida de papel.

En la figura 31 apreciamos un contenedor típico de recogida de papel.



Figura 32: Prensa hidráulica vertical.

En este punto debemos tener en cuenta el concepto de las 3R, es decir reciclar, reducir y reutilizar. Reducir también significa minimizar el volumen aplastando, plegando o aplanando para aprovechar mejor el espacio de nuestro contenedor. Reutilizar muchos de los residuos para otros usos, saca del circuito muchas toneladas de desperdicios de los vertederos. De esta manera, se necesitarán menos recursos naturales y un menor gasto de energía para su producción y transporte.

5. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA COMPARATIVO DE UNA MERMELADA DE NARANJA ECOLÓGICA Y NO ECOLÓGICA.

5.1. Introducción.

En este Capítulo consideraremos el Ciclo de Vida de ambas mermeladas y realizaremos su Análisis. Nuestra Área de Control será la Comunidad Autónoma de Andalucía. Por lo tanto, consideraremos para nuestro caso particular que todos los recursos asociados a nuestras Unidades Funcionales estarán incluidos en la misma. Recordemos que **nuestras Unidades Funcionales un tarro de 275 g de peso neto de cada tipo de mermelada de naranja.**

Inicialmente mostraremos un gráfico con los Ciclos de Vida completos de nuestros productos y describiremos las distintas partes; en dichos Ciclos de Vida veremos que el transporte interviene en prácticamente todos los elementos, de ahí su importancia en el Ciclo de Vida de un producto.

5.2. Descripción del Ciclo de Vida de los productos.

En este apartado describiremos el Ciclo de Vida completo de ambas mermeladas. Describiremos cada uno de los elementos que intervienen como entradas y salidas en los productos. Nuestra área de control es Andalucía. En dicha área tendremos en cuenta también diferentes datos numéricos de cada elemento.

En la siguiente figura mostramos el Ciclo de Vida completo de los productos, con los diferentes elementos que intervienen y las unidades de medida de los procesos.

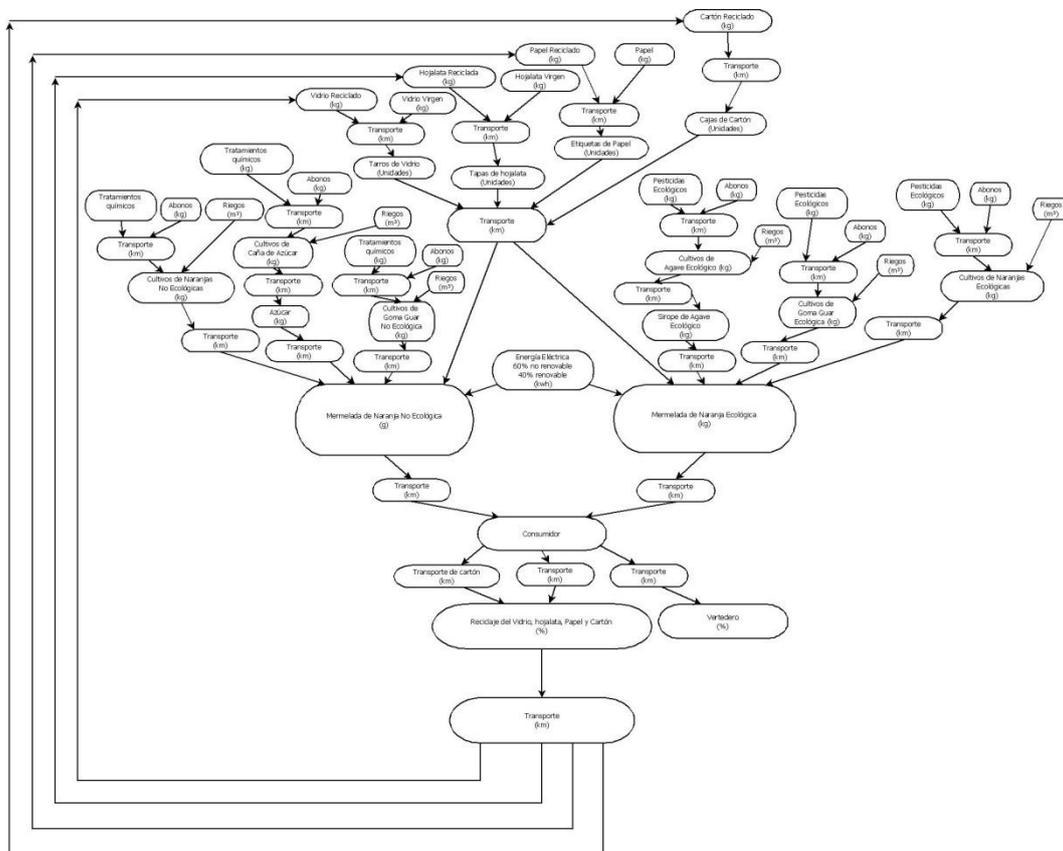


Figura 33: Ciclo de Vida de las mermeladas de naranja.

5.2.1. Tarros de Vidrio.

El proveedor de tarros de vidrio de La Molienda es la empresa distribuidora V JUVASA, S.L., situada en Dos Hermanas (Sevilla.)
Consideramos que el 70% del vidrio para la fabricación de tarros de vidrio es reciclado y el 30% es vidrio virgen.
La producción de tarros de vidrio será de 3090 unidades para el formato de 275gr. Teniendo en cuenta la masa de 185gr. por cada tarro, la masa total de vidrio para este formato será de $3090 \cdot 0,185 = 571,65\text{kg}$.
La producción de tarros de vidrio será de 90 unidades para el formato de 1000gr. Considerando la masa de 500gr. por cada tarro, la masa total de vidrio para este formato será de $90 \cdot 0,5 = 45\text{kg}$.
La masa total de vidrio en 2012 para los dos tipos de mermelada fue de 616,65kg.
El 70% del vidrio procedente de los tarros será reciclado: 431,66kg.
El 30% pasará al vertedero: 185kg.

Existirá pues, un transporte de 44 km de vidrio reciclado hasta las instalaciones de V JUVASA, S.L. y un transporte de 24 km de vidrio virgen.
El transporte de tarros de vidrio hasta las instalaciones de La Molienda será de 140 km.

5.2.2. Tapas de Hojalata.

El proveedor de tapas de hojalata es V JUVASA, S.L., situada en Dos Hermanas (Sevilla.)
Consideramos que el 70% de la hojalata para la fabricación de tapas de hojalata es reciclada y el 30% es hojalata virgen.
La producción de tapas de hojalata en 2012 para la mermelada de 275g fue de 3090 unidades, lo cual supone un consumo de 30,9kg de hojalata para este formato de mermelada.
La producción de tapas de hojalata en 2012 para la mermelada de 1000g fue de 90 unidades, lo cual supone un consumo de 4,5kg de hojalata para este formato de mermelada.
La masa total de hojalata en 2012 fue por lo tanto: 35,4kg
Por lo tanto, si el 70% de la hojalata para la fabricación de tapas de hojalata es reciclada, la masa de hojalata reciclada en 2012 procedente de los tarros de mermelada será de 24,78kg.
La masa de hojalata virgen será de 10,62kg.

Existirá por lo tanto, un transporte de 44 km de hojalata reciclada hasta las instalaciones de JUVASA, S.L. y un transporte de 24 km de hojalata virgen. El transporte de tapas de hojalata hasta las instalaciones de La Molienda será de 140 km.

5.2.3. Etiquetas de Papel.

El proveedor de etiquetas de papel es PRECINTOS Y ETIQUETAS, S.L., situada en Málaga.
Consideramos que el 70% del papel para la fabricación de etiquetas es reciclado y el 30% es papel virgen.

La producción de etiquetas será de 3090 unidades para el caso del formato de 275g. Si consideramos una masa de 5gr de etiqueta para este tipo de tarros, la masa total de papel para etiquetas consumida en 2012 ascendió a $3090 \cdot 0,005 = 15,45\text{kg}$ de papel. La producción de etiquetas para el formato de 1000g será de 90 unidades. Considerando una masa de 10g de etiqueta para este tipo de tarros, la masa total de papel para etiquetas consumida en 2012 ascendió a $90 \cdot 0,01 = 0,9\text{kg}$ de papel. Por lo tanto, el consumo total de papel en 2012 para los dos tipos de mermelada ascendió a $15,45 + 0,9 = 16,35\text{kg}$. Masa total de papel reciclado para la fabricación de etiquetas = $0,7 \cdot 16,35 = 11,45\text{kg}$. Masa total de papel virgen para la fabricación de etiquetas = $0,3 \cdot 16,35 = 4,90\text{kg}$.

Existirá por lo tanto, un transporte de 30 km de papel reciclado hasta las instalaciones de PRECINTOS Y ETIQUETAS, S.L. y un transporte de 10km de papel virgen. El transporte de etiquetas hasta las instalaciones de La Molienda será de 130 km.

5.2.4. Cajas de Cartón.

El proveedor de etiquetas de papel es CARTONAJES MALAGUEÑOS, S.L., situada en Málaga.

Consideramos las cajas de cartón en las cuales se introdujeron los tarros de mermelada. Como hemos comentado, los dos formatos de mermelada de naranja son los de pesos netos de 275g y 1000g.

Consideramos que las cajas se fabricarán a partir de cartón reciclado al 100%.

En la siguiente figura apreciamos las dimensiones de una caja de cartón corrugado:

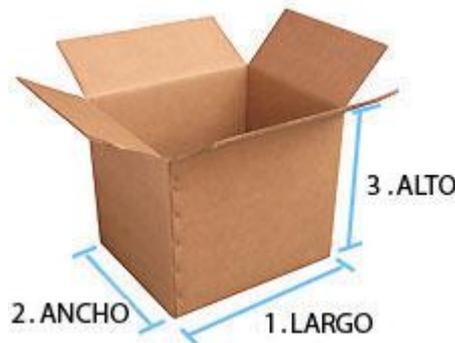


Figura 34: Dimensiones exteriores de una caja de cartón corrugado.

La caja de cartón empleada en el embalaje y transporte de la mermelada de 275g es la caja de cartón monocanal 36x21x12, correspondiendo a las dimensiones en cm del Largo, Ancho y Alto, respectivamente. Teniendo en cuenta que el tarro de 275gr. tiene un diámetro de 75mm y una altura de 103,5mm, el número de unidades que vamos a transportar por caja será:

$$V_{caja} = LARGO \cdot ANCHO \cdot ALTO = 9072\text{cm}^3$$

$$V_{tarro} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4} = \frac{\pi \cdot 7,5^2 \cdot 10,35}{4} = 457,25\text{cm}^3 \rightarrow$$

$$\rightarrow N^{\circ}\text{tarros en cada caja} = \frac{9072}{457,25} \approx 19 \text{ tarros.}$$

Dado que la producción anual en 2012 de tarros de 275g es de 3090 tarros, necesitaremos $\frac{3090}{19} \approx 163$ cajas para el transporte total de tarros de este tipo en 2012.



Figura 35: Caja de Cartón Monocanal 36x21x12-A370x15.

El peso de esta caja es de 165g, por lo tanto, el peso del cartón de todas las cajas de este tipo en 2012 es de $163 \cdot 165 = 26895g \approx 27kg$.

La caja de cartón empleada en el embalaje y transporte de la mermelada de 1000g es la caja de cartón monocanal 32x24x17, correspondiendo a las dimensiones en cm del Largo, Ancho y Alto, respectivamente. Teniendo en cuenta que el tarro de 1000g tiene un diámetro máximo de 128mm y una altura de 136mm, el número de unidades que vamos a transportar por caja será:

$$V_{caja} = LARGO \cdot ANCHO \cdot ALTO = 13056cm^3$$

$$V_{máximo,tarro} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4} = \frac{\pi \cdot 12,8^2 \cdot 13,6}{4} = 1750,04cm^3 \rightarrow$$

$$\rightarrow N^{\circ}tarros \text{ en cada caja} = \frac{13056}{1750,04} \approx 7 \text{ tarros}$$

Dado que la producción anual en 2012 de tarros de 1000gr es de 90 tarros, necesitaremos $\frac{90}{7} \approx 13$ cajas para el transporte total de tarros de este tipo en 2012.

En la figura 36 apreciamos una caja de este tipo:



Figura 36: Caja de Cartón Monocanal 32x24x17-V720x12.

El peso de esta caja es de 205g, por lo tanto, el peso del cartón de todas las cajas de este tipo en 2012 es de $13 \cdot 205 = 2665g \approx 2,665kg$.

El número total de cajas en 2012 para los dos tipos de mermelada fue de 176 cajas.

El peso total de cartón empleado en el embalaje de la producción de las mermeladas de naranja en 2012 será: $27 + 26,65 = 53,65\text{kg}$.

Existirá por lo tanto, un transporte de 10km de cartón reciclado hasta las instalaciones de CARTONAJES MALAGUEÑOS, S.L.

El transporte de cajas de cartón hasta las instalaciones de La Molienda será de 138 km.

5.2.5. Cultivos de Naranjas No Ecológicas.

Consideramos explotaciones cercanas a la empresa, es decir cultivos de naranjas en los alrededores del municipio de Benalauría (Málaga.) Por lo tanto, la distancia de transporte hasta La Molienda es de unos 30 km.

Como comentábamos en el tercer capítulo, se puede estimar como densidad media de plantación unos 400 árboles/ha.

En nuestro caso, ante una superficie de $274,8\text{ m}^2$, tendremos aproximadamente:

$$400 \frac{\text{árboles}}{\text{ha}} \cdot \frac{1\text{ ha}}{10000\text{ m}^2} \cdot 274,8\text{ m}^2 \approx 11\text{ árboles}$$

En la siguiente tabla exponemos los valores de tipo medio, para las aportaciones de fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos, para suelos francos con contenidos normales en materia orgánica y en fósforo y potasio asimilables.

Edad de la plantación (años)	Nitrógeno		Fósforo (P ₂ O ₅)		Potasio (K ₂ O)	
	g/árbol	kg/ha	g/árbol	kg/ha	g/árbol	kg/ha
> 10	600-800	240-320	150-200	60-80	300-400	120-160

Tabla 25: Fertilizantes empleados en plantaciones de naranjos adultos.

Estos valores se han obtenido en función de las necesidades de los agrrios, aplicando un incremento en función de la eficiencia media de utilización de los fertilizantes. Su validez en las plantaciones de cítricos se ha comprobado experimentalmente en numerosos ensayos en campo.

En la tabla 26 expresamos los fertilizantes empleados en plantaciones de naranjos adultos, considerando la cantidad de terreno disponible, es decir, $274,8\text{ m}^2$ y considerando además el valor medio entre las dosis recomendadas.

Edad de la plantación (años)	Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
	kg	kg	kg
> 10	7,69	1,92	3,85

Tabla 26: fertilizantes empleados en plantaciones de naranjos adultos.

De los principales herbicidas empleados en la citricultura convencional consideraremos el Diuron, el cual está indicado en el tratamiento de malezas anuales.

En la siguiente tabla apreciamos la dosis recomendada y la que emplearemos en nuestro caso particular, nuestro campo de naranjos no ecológicos.

Nombre del Herbicida	Malezas Controladas	Dosis Recomendada	Dosis
Diuron	Malezas Anuales	4,8-8,0 kg/ha	0,18 kg

Tabla 27: Herbicida empleado en citricultura convencional.

En relación a la dosis de herbicida, consideramos el valor medio, es decir, 6,4 kg/ha.

En nuestro campo de naranjas tendremos,

$$6,4 \frac{kg}{ha} \cdot \frac{1ha}{10000m^2} \cdot 274,8m^2 \approx 0,18kg \text{ de Diuron.}$$

En relación a las plagas y enfermedades, mostramos en las siguientes tablas las principales y su control químico:

Plagas	Materia Activa	Dosis	Necesidades en nuestro caso particular
Minador de los cítricos	Abamectina	1,2 l/ha	0,033 l
Mosca blanca	Metomilo	350 g/ha	9,62 g
Mosca de la fruta	Malatión	2,1 l/ha	0,058 l
Pulgones	Acefato	450 g/ha	12,37 g
Cóccidos	Buprofezin	38 g/ha	1,04 g

Tabla 28: Plagas en los cítricos y control químico.

Enfermedades	Materia Activa	Dosis	Necesidades en nuestro caso particular
Decaimiento lento de los cítricos	Oxamilo	7 l/ha	0,19 l
Gomosis	Metalaxil	7 g/m ²	1923,6 g
Alternaria	Fosetil-Al	2,5 kg/ha	68,7 g
Virus de la Tristeza	No Aplicable	----	----

Tabla 29: Enfermedades en los cítricos y control químico.

Como podemos apreciar en la [figura 33](#), tenemos en cuenta un transporte de pesticidas y abonos hasta los campos de naranjas no ecológicas; consideramos el transporte de 30 km. Además, tendremos en cuenta el transporte de las naranjas desde los campos no ecológicos hasta las instalaciones de La Molienda. Dicho transporte lo estimamos también en 30km.

Si tenemos en cuenta los datos sobre la producción y superficie de cítricos en Andalucía, según los datos del 2010 la producción de naranjo dulce fue de 1.176.611 toneladas; la superficie cultivada de naranjo dulce fue de 59.890 hectáreas. Por lo tanto, la producción por hectárea fue de $\frac{1.176.611}{59.890} = 19,65 \text{ toneladas/hectárea}$. Puesto que en el año 2012 necesitamos un total de 540kg de naranjas para fabricar la mermelada no ecológica, la superficie necesaria de cultivo será de:

$$\frac{540 \text{ kg}}{19650 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}} = 0,02748 \text{ ha} = 274,8 \text{ m}^2$$

Estamos considerando únicamente producción relativa al naranjo dulce.

5.2.6. Cultivos de Caña de Azúcar.

Los cultivos de caña de azúcar los consideramos en Brasil, como principal productor de caña de azúcar a nivel mundial.

El jugo del tronco de la caña de azúcar es la principal fuente de azúcar.

Después de cosechar la caña, pasa bajo unas cuchillas desmenuzadoras, para luego pasar al trapiche (molino para extraer el jugo.) Este jugo es depurando por una serie de filtros; a continuación, se somete a un tratamiento clarificante y de ahí se coloca en depósitos de cocción al vacío, donde se concentra el jugo; por último, se cristaliza el azúcar del jugo. Una vez cristalizado el azúcar, se extrae el agua restante quedando así el azúcar blanco común que se conoce habitualmente.

En la siguiente figura apreciamos la imagen de distintas cañas de azúcar cortadas.



Figura 37: Cañas de azúcar cortadas.

Además, diferentes microorganismos asociados a sus raíces pueden fijar el nitrógeno atmosférico, lo que permite su cultivo en muchas zonas sin aporte de abonos nitrogenados. Un cultivo eficiente puede producir 100 a 150 toneladas de caña por hectárea por año (con 14% a 17% de sacarosa, 14% a 16% de fibra y 2% de otros productos solubles.)

Si consideramos el valor medio en composición de sacarosa, tendremos un 16%.

Consideramos la producción en el cultivo anual de 125 toneladas/ha.

Anualmente, para producir mermelada de naranja no ecológica necesitamos 256,6 kg de azúcar, lo cual supone $\frac{256,6kg}{0,16} = 1603,75kg$ de caña de azúcar anual.

Teniendo en cuenta la producción de caña de azúcar anual por hectárea, el terreno necesario para satisfacer nuestras necesidades será:

$$\frac{1603,75kg}{125000kg/ha} \approx 0,013ha = 130m^2$$

El proveedor de azúcar de caña de La Molienda es la empresa COMERCIAL JAVIER CASADO, S.L., ubicada en Valladolid.

Consideramos que el azúcar de caña procede de Brasil.

Además consideramos el transporte desde Brasil a Madrid en avión (7850 km) ; después un transporte en camión desde Madrid hasta Valladolid (200 km) y por último el transporte del azúcar mediante camión desde Valladolid hasta las instalaciones de La Molienda (740 km.)

Con esto tendremos un transporte total tal como indicamos a continuación:

- En avión: 7850 km.
- Mediante camión: 940 km.

En cuanto a la fertilización, el cultivo de caña de azúcar es muy exigente en elementos nutritivos. En la siguiente tabla apreciamos las recomendaciones de abonado en una plantación de caña de azúcar.

Nitrógeno	Fósforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)
kg/ha	kg/ha	kg/ha
200	100	260

Tabla 30: Dosis de abonos para cultivos de caña de azúcar.

En la tabla 31 expresamos los fertilizantes empleados en plantaciones de caña de azúcar, considerando la cantidad de terreno en nuestro caso, es decir, 130 m².

Nitrógeno	Fósforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)
kg	kg	kg
2,6	1,3	3,38

Tabla 31: Abonos necesarios para nuestro caso particular.

En cuanto a los pesticidas necesarios, mostramos en la siguiente tabla algunos de los empleados:

Nombre genérico	Componente
Terbutrina	Triazina
Diuron	Derivado de la Urea
Ametrina	Triazina
Glifosato	Derivado del ácido fosfónico
Glufosinato de Amonio	Derivado del ácido fosfónico
Terbufos	Organofosforado
Etroprofos	Organofosforado
Carbofurano	Carbamato

Tabla 32: Plaguicidas utilizados en el cultivo de caña de azúcar.

Debido a la falta de datos, no incluiremos los pesticidas que se añaden a la caña de azúcar en nuestro análisis.

De la misma manera, tampoco consideraremos datos sobre el consumo de agua, pues no disponemos de datos.

5.2.7. Cultivos de Goma Guar.

La goma guar es el polisacárido de reserva nutricional de las semillas de *Cymopsis tetragonoloba*, una planta de la familia de las leguminosas. En la India esta planta se ha utilizado en la dieta humana durante cientos de años. Se usa principalmente en la industria alimentaria, en zumos (jugos), helados, salsas, comida para mascotas, panificación. La harina obtenida del grano de *Cymopsis tetragonoloba* se usa como agente espesante. La fibra purificada de goma guar es un polvo blanco que cuando se mezcla con agua genera un gel viscoso e insípido.

La goma guar se emplea en ambas mermeladas de naranja en un 1%. Teniendo en cuenta la producción anual de ambas,

Mermelada no ecológica: 540 kg → Cantidad anual de goma guar: 54 kg.

Mermelada ecológica: 400 kg → Cantidad anual de goma guar: 40 kg.

Cantidad total anual de goma guar: 94 kg.

Debido a su muy bajo contenido en las mermeladas de naranja, excluimos la goma guar de nuestro análisis.

5.2.8. Mermelada de Naranja No Ecológica.

En este apartado veremos el proceso de fabricación de la mermelada de naranja no ecológica, una vez que las materias primas han llegado hasta las instalaciones de La Molienda.

Descripción del proceso de fabricación de la mermelada de naranja no ecológica (proceso empleado en LA MOLIENDA, S.C.A.):

- Selección: se seleccionan las naranjas sanas y con el grado de madurez adecuado.
- Lavado: se hace por inmersión de las naranjas en agua clorada.
- Pelado: una cuarta parte de las naranjas se pela con la finalidad de recuperar la cáscara, sin el albedo (parte blanca.) Estas cáscaras se cortan en tiras finas de 3-4 mm de ancho y 3 cm de largo y se recogen en un recipiente para utilizarlas después.

En la siguiente figura apreciamos a tres trabajadoras de la empresa realizando el proceso de pelado:



Figura 38: Proceso de pelado.

- Se cortan las naranjas en dados pequeños; se conserva parte de la pulpa; de esta manera apenas se necesitará gelificante. El gelificante que se emplea es la goma guar (gelificante de origen vegetal.)
- Cocción: se ponen a cocer los trozos de naranja y al haber cocido un pequeño intervalo de tiempo, se añade el azúcar. Se deja cocer en una Paila (olla que posee aspas en su interior removiendo la mezcla) hasta que la mezcla alcanza unos 55-60 °Brix, o una temperatura de 104 °C.

En la figura 39 apreciamos la mezcla en la Paila.



Figura 39: Mezcla de naranjas y azúcar en la Paila.

- Envasado: el envasado se hace siempre en tarros de vidrio esterilizados.
- Pasteurizado: se realiza en Autoclave a 96 °C durante 20-25 minutos; estas mermeladas contienen un alto porcentaje en fruta, de ahí que sea necesario el Autoclave.
- Etiquetado: la etiqueta se pega cuando los envases están fríos y se haya verificado la gelificación de la mermelada.
- Embalaje y almacenado: el embalaje se hace en cajas de cartón y se almacenan en lugares secos, ventilados y limpios.

Composición porcentual de la mermelada de naranja no ecológica:

Naranjas: 70 %.

Azúcar: 29 %.

Goma guar (espesante de origen vegetal): 1 %.

En la siguiente figura apreciamos un tarro de mermelada de naranja no ecológica en su formato de 275gr. como producto terminado listo para la venta al consumidor.



Figura 40: Tarro de mermelada de naranja no ecológica.

Las naranjas no ecológicas proceden de fincas cercanas a la empresa, con lo cual consideramos un transporte hasta las instalaciones de La Molienda de 20 km desde cada explotación y consideramos 6 explotaciones proveedoras de naranjas no ecológicas.

Producción de mermelada no ecológica en 2012: 540 kg.

Si tenemos en cuenta que para producir mermelada necesitamos un 70 % de fruta, para la producción total de 2012 se necesitaron 378 kg de naranjas.

El transporte total de las naranjas hasta La Molienda será de 120km.

Para producir mermelada necesitamos un 29 % de azúcar; para la producción total de 2012 se necesitaron 156,6 kg de azúcar.

El transporte total de azúcar hasta La Molienda será de 50km.

Necesitamos un 1% de goma guar, es decir 54kg anuales de goma guar para producir mermelada no ecológica.

El transporte de goma guar hasta las instalaciones de La Molienda lo consideramos también en 50km.

La energía principal empleada en el proceso de producción es el vapor; para el cual la empresa dispone de una caldera de gasoil.

También emplea energía eléctrica de forma complementaria.

$$\frac{\text{Gasto en gasoil}}{\text{kg mermelada}} = 0,17 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

$$\frac{\text{Gasto en electricidad}}{\text{kg mermelada}} = 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

5.2.9. Cultivos de Naranjas Ecológicas.

Considerando una densidad media de plantación unos 400 árboles/ha.

En nuestro caso, ante una superficie de 142,5 m², tendremos aproximadamente:

$$400 \frac{\text{árboles}}{\text{ha}} \cdot \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} \cdot 142,5 \text{ m}^2 \approx 6 \text{ árboles}$$

Debemos tener en cuenta que la diversidad del suelo (diversidad de plantas) contiene muchos organismos benéficos que compiten con organismos que son plagas. De esta forma, teniendo una variedad de plantas en el campo de cultivo, que florecen frecuentemente proveen alimento en forma de polen y néctar y refugio a numerosos insectos benéficos. La diversidad de plantas ayuda a controlar las plagas.

Mantenemos la Diversidad y Fertilidad del Suelo:

- Por medio de compost (estiércol.)
- Cultivos de cobertura o de majada verde.
- Rotación de cultivos, cuando sea aplicable.

Los Setos Vivos y Hábitat de Plantas sirven para:

- Hábitat para organismos beneficiosos y fauna silvestre.
- Cortavientos para prevenir la erosión del suelo.
- Barrera de polvo.
- Barrera de pesticida entre la tierra convencional y orgánica.
- Previene la erosión del suelo por el agua.
- Alimento, frutas, nueces y hierbas aromáticas.
- Belleza al paisaje.

Los murciélagos son nocturnos, al igual que las polillas, las cuales son plagas en muchos cultivos. Una colonia de murciélagos puede consumir más de 100.000 insectos, tales como los escarabajos del pepino en una temporada. Se pueden construir cajas para murciélagos al lado de los muros o las vigas de los edificios.

Lo mismo se puede hacer con los búhos, los cuales son cazadores de noche que comen muchos insectos y roedores; se pueden construir cajas para los búhos.

Debemos considerar la importancia de proteger a los siguientes insectos benéficos que comen a los insectos plaga:

- Las Mariquitas: las larvas y los adultos comen áfidos, cochinillas, harinosas, ácaros, escama blanda y huevos de insectos plaga. Las Mariquitas viven en plantas de la familia de las zanahorias, hinojo, eneldo, girasoles, etc.
- Las Crisopas: las larvas comen insectos de cuerpo blando, incluyendo áfidos, trips, cochinillas harinosas, escama blanda, gusanos y ácaros. Los adultos comen polen y néctar. Las Crisopas viven en el hinojo, eneldo, girasol, maíz, etc.
- Las Moscas Sírfidas: las larvas comen áfidos. Los adultos comen polen y néctar. Las Moscas Sírfidas viven en plantas de la familia de las zanahorias, hinojo, eneldo, girasol, etc.
- Las Chinchas Damisela: las larvas y adultos comen áfidos, ácaros, trips, gusanos, lygus y saltahojas. Las Chinchas Damisela viven en la milenrama, alfalfa y en cualquier planta de la familia de los girasoles.
- Las Chinchas de Ojos Anchos: las larvas y adultos comen muchos insectos, incluyendo áfidos, ácaros, trips, gusanos, escarabajo pulga y huevos de insectos. Las Chinchas de Ojos Anchos viven en cultivos de coberturas de clima fresco (trébol berseem y trébol subterráneo.)
- Moscas Taquínidas: las larvas son parásitos de muchos gusanos, escarabajo japonés y algunas chinchas. Los adultos de Moscas Taquínidas comen polen y néctar y viven en plantas de la familia de las zanahorias, hinojo, eneldo, el girasol, etc.
- Las Chinchas Piratas: las larvas y adultos comen ácaros, saltahojas, pequeños gusanos y huevos de insectos. Las Chinchas Piratas viven en plantas de la familia de las zanahorias, hinojo, eneldo, el girasol, la alfalfa, etc.
- Las Chinchas Asesinas: las larvas y los adultos comen muchos insectos, incluyendo a grandes insectos. Las Chinchas Asesinas viven en siembras permanentes, tales como los setos para albergue y alimentación.

- Las Arañas: comen una gran variedad de plagas, incluyendo áfidos, escarabajos de pulga, escarabajos del pepino, saltahojas y muchos otros. La mejor manera de aumentar las poblaciones de arañas es proporcionar una cobertura orgánica, como paja para ellas.

Importantes insectos plaga:

- Chinches Lygus: afectan a los cultivos de fresas, frijoles, ejotes, alfalfa, algodón, frutas y lechuga.

Métodos de control:

- Crear Hábitat para los Insectos Benéficos.
- Eliminar las malezas.
- Monitoreo de las Plantaciones para los Benéficos.
- Cultivos trampa (alfalfa y rábanos.)
- Pesticidas Botánicos (utilizar en último caso.)

Organismos Benéficos que afectan a los Chinches Lygus:

- Hongo Beauveris bassiana (Mycotrol™.)
- Avispa parasítica Anaphes ioles.
- Chinches Damisela, Ojos Anchos, Asesina, Crisopas y Arañas.

- Gusanos de mariposas y polillas: varias orugas de la mariposas papilionidas comen perejil, eneldo, hojas de los cítricos y a veces las hojas de la zanahoria.

Métodos de control:

- Crear Hábitat para los Insectos Benéficos.
- Depredadores.
- Parásitos.
- Bacillus thuringiensis.
- Insecticidas Botánicos.
- Repelentes: diluciones de agua con ajo, cebolla o chile.
- Feromonas.

- Áfido, Pulgón o Piojo de las Plantas: son insectos muy polífagos, es decir, se alimentan de varios huéspedes. Destacan los cultivos de melocotoneros, tabaco, remolacha, cítricos, hortalizas y plantas ornamentales.

Métodos de control:

- Crear el hábitat para los insectos benéficos.
- Controlar las hormigas.
- Repelentes: diluciones de agua con ajo, cebolla o chile.
- Jabones.
- Polvo de diatomea.
- Aceites vegetales.
- Insecticidas botánicos (Neem.)
- Físicos (agua.)

Enemigos Naturales:

→Depredadores (como Crisopas, Moscas Sírfidas y Mariquitas.)

- Minador de las Hojas: se encuentra citado sobre más de 57 especies de plantas, y prefiere plantas de la familia Rutaceae, especialmente las pertenecientes al género Citrus spp., es decir los cítricos.

Métodos de Control:

→Avispa parasítica Diglyphus isaea.

→El Uso de Cobertura de Hileras.

→Pesticidas Botánicos (para los adultos.)

→Trampas pegajosas.

→Cobertura del Suelo.

→Pesticida “Neem” (para las larvas.)

- Arañitas o Ácaros: poseen más de 300 plantas huéspedes, de los cuales 100 son plantas cultivadas; como ejemplos tenemos las fresas, algodón, pimientos, chiles, tomates, leguminosas, árboles frutales y varias plantas ornamentales.

Métodos de Control:

→Ácaros Benéficos.

→Depredadores tales como Chinchas Pirata, Chinchas de Ojos Anchos, Crisopas, Trips y Mariquitas.

→Azufre.

→Jabón.

→Aceite Vegetal.

→Ácido Cítrico o jugo de limón.

→Insecticidas Botánicos.

→Crear setos o rompevientos entre los caminos y el campo.

→Coberturas y dejar el residuo de la cosecha.

→Barreras.

→Mojando el Camino.

→Suficiente riego al cultivo.

→Riego por aspersión.

Abonos:

Las prácticas culturales determinan en gran medida la fertilidad de un suelo. Asegurar la presencia de materia orgánica es fundamental; ésta se asocia a las arcillas formando el complejo arcillo-húmico, que estructura el suelo y determina la reserva de agua y nutrientes. La actividad de los microorganismos degradadores y simbiosis (hongos, bacterias, etc.), transforma los materiales orgánicos en elementos asimilables y crean alrededor de las raíces un entorno protector frente otros microorganismos patógenos.

Por otro lado, el triturado *in situ* de los residuos de poda recicla hacia el sistema una importante cantidad de nutrientes; dichos residuos triturados se degradarán sin causar desequilibrios y durante un tiempo harán de mantillo (*mulch*) orgánico. Se ha cuantificado que los residuos de poda pueden representar una biomasa

de entre 3.500 y 4.000 kg/ha de materia seca, lo cual representa una generación de entre 800 y 1000kg de humus estable.

A continuación exponemos una lista de fertilizantes y acondicionadores del suelo autorizados. Extracto simplificado del Anexo I del Reglamento (CE) 889/2008 sobre la aplicación del Reglamento (CE) 834/2007 sobre la producción y etiquetado de los productos ecológicos:

- Compostados de origen animal (excepto de procedencia de ganadería intensiva) y vegetal.
- Estiércoles y deyecciones ganaderas (excepto de procedencia de ganadería intensiva.)
- Residuos domésticos compostados o fermentados (con límites de metales pesados.)
- Productos o subproductos de origen animal.
- Algas y productos de algas.
- Guano.
- Mantillo de cortezas (madera no tratada químicamente después de la tala.)
- Carbonato de calcio y magnesio de origen natural.
- Sulfatos de potasio, calcio y magnesio de origen natural.
- Minerales fosfatados de origen natural y escorias (con límites de metales pesados.)
- Vinaza y extractos de vinaza.
- Oligoelementos.

En la figura 40 apreciamos un campo de cultivo de naranjos en el cual hemos añadido compost.



Figura 40: Aplicación localizada de compost.

La siembra e incorporación de abonos verdes antes de realizar una plantación, o en los primeros años, es una buena forma de aportar nutrientes y reactivar la biota (organismos vivos) del suelo. Generalmente, se siembran simultáneamente especies anuales de la familia de las leguminosas (captan y aportan nitrógeno atmosférico) y de las gramíneas (estructuran el suelo y aportan materia orgánica). También se suele asociar alguna especie de la familia de las crucíferas, ya que crecen muy rápido, aportan mucha masa vegetal y tienen efecto de saneamiento del suelo.

Como ejemplos de especies empleadas como abonos verdes tenemos la avena, en la época de otoño, primavera y con unas dosis de 100-120kg/ha. También podemos citar al centeno, en la época de otoño, primavera y con unas dosis de 100-150kg/ha.

La Cubierta Vegetal:

En plantaciones adultas de naranjos interesa llevar una gestión del suelo con cubierta herbosa permanente.

La función de la cubierta vegetal es triple: ayuda a prevenir la erosión del suelo, mejora la estructura (reduce el riesgo de compactación y aumenta la infiltración) y finalmente favorece el desarrollo de la actividad de los microorganismos del suelo y la creación de una capa húmica. La hierba de la cubierta recupera y actúa de reserva viva de los nutrientes, evitando que se pierdan en profundidad y volviendo a ponerlos a disposición del cultivo cuando se siegue.

Es importante adaptar el tipo de cubierta a las condiciones climáticas y adaptar el riego para favorecer su implantación y evitar problemas de competencia por el agua y los nutrientes.

Un ejemplo de mezcla para cubiertas herbáceas permanentes sería combinar gramíneas como *Festuca arundinacia* (un 85%) y *Poa annua* (un 5%), completándolas con leguminosas (10%) como el trébol blanco y mielgas anuales del género *Medicago*. La dosis total de semilla es de unos 40 kg/ha. Hay que preparar antes la cama de siembra y realizar después una pasada con el rodillo. Es muy importante para asegurar la emergencia aprovechar los momentos de previsión de lluvias, sobre todo en otoño, y evitar la coincidencia de heladas en el momento del nacimiento.

Para el control de malas hierbas poco interesantes se puede aplicar la siega selectiva, buscando limitar las plantas anuales altas, y favoreciendo las gramíneas con facilidad de rebrote, o las anuales de ciclo invernal (muchas leguminosas). Es interesante segar la hierba alta y seca a finales de verano para permitir una buena regeneración de hierba tierna durante el otoño y limitar la producción de semillas de especies como amarantos, cáñamo salvaje, etc.

Como ejemplos de especies utilizables como cubiertas vegetales tenemos la alfalfa en la época de primavera a otoño y con una dosis de 25-30kg/ha.

Diseño de plantaciones y riego:

En una gestión ecológica todavía es más importante mantener una adecuada densidad, evitando la tendencia a estrechar el marco de plantación. Hace falta garantizar suficiente espacio para dejar entrar luz y evitar la competencia por los nutrientes. Como referencia, los marcos de plantación de los naranjos para suelos normales son 6-4m².

Para cubrir las necesidades del cultivo no sólo hay que garantizar la presencia de nutrientes, sino que hay que tener en cuenta que la capacidad de captación de las raíces está condicionada al volumen de suelo explorado, principalmente la zona habitualmente regada, denominada bulbo húmedo.

Además, los cítricos tienen una distribución muy superficial de las raíces activas: se encuentran prácticamente todas en los primeros 50 cm del suelo. De esta forma, si se parte de sistemas de riego localizado tipo gotero (un emisor gota a gota), interesa aumentar el porcentaje de la superficie regada con respecto a la fertirrigación convencional, donde se aplican nutrientes solubles concentrados en un espacio pequeño. Así, se recomienda incrementar el número de emisores por árbol (por ejemplo, doblando el número de lineales de manguera) o adoptar sistemas de riego tipo microaspersión (difusores, jets, etc.).

También hay que tener en cuenta que un mayor contenido orgánico del suelo mejora la reserva de agua y el aprovechamiento de la lluvia (en nuestras condiciones equivale a la mitad de las necesidades de agua del cultivo), de forma que es previsible un ahorro en el

consumo de agua. Con respecto a las necesidades hídricas en sistemas de riego localizado bien diseñados, y en zonas de precipitación media anual de 500 l/m², se calculan unos requerimientos de riego de 11.000-14.000 litros por árbol y año. Así por ejemplo, se completa la restitución de los 950-1.050 litros/m² anuales que evapotranspira una plantación comercial de clementinas en el Montsià (Tarragona.)

Las vallas vegetales, también importantes para evitar la contaminación desde fincas vecinas, se convierten en una gran reserva de enemigos naturales de plagas.

Son ejemplos de árboles y arbustos de interés: las rosáceas y frutos silvestres (*Prunus*, *Sorbus*, *Crataegus*, etc.), plantas de ribera, barrancos o umbríos (*Salix*, *adelfa*, fresnos de flor, etc.), arbustos mediterráneos (*Arbutus*, *Myrtus*, *Viburnum*, *Retama*, *Coronilla*, etc.) y ornamentales y cultivados (níspero, laurel, membrillo, etc.)

La introducción de ganado es otra forma de potenciar la biodiversidad. En parcelas cerradas, la liberación de aves de corral como gallinas y patos ha dado muy buenos resultados para el control de caracoles, y también para reciclar fruta de rechazo.

En la figura 41 apreciamos un ejemplo de liberación de aves de corral, en este caso en una finca cerrada.



Figura 41: patos en finca cerrada.

La importancia de la diversidad también afecta a los organismos del suelo, sean microscópicos (bacterias, hongos) o de mayor tamaño (artrópodos diversos, gusanos del suelo, mamíferos.) Las micorrizas (*micos*= hongos, *rizes*= raíces) están formadas por hongos que viven en simbiosis (asociación entre seres vivos con beneficio mutuo) con las raíces de la mayoría de las especies de plantas. La asociación micorrízica mejora la eficacia de captación del agua y de elementos minerales, aumentando el volumen de exploración de las raíces y la resistencia de la planta frente a patógenos y estrés. Facilitan también la absorción de elementos poco móviles como el fósforo y los oligoelementos (cinc y cobre.) La cubierta vegetal parece favorable a su desarrollo. La disminución de insumos favorece igualmente la micorrización. Se recomienda evitar grandes aportaciones de fósforo y reducir tanto como sea posible las de cobre.

Sanidad del Cultivo:

Las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo ecológico de los cítricos son las mismas que se dan en el cultivo convencional, pero dado que se disponen de menos medios de lucha directa, se convierte en primordial el mantenimiento del cultivo en un estado satisfactorio a través de todas las medidas preventivas. Es necesario entender el cultivo en su globalidad y considerar el desarrollo de una enfermedad o la

proliferación de una plaga como la expresión de un desequilibrio ante el que debemos adoptar un conjunto de medidas o cambios con el fin de restablecer el equilibrio.

Los enemigos naturales son animales, los más frecuentes son insectos, presentes de forma espontánea o introducida, que regulan las poblaciones de plagas.

Hay dos tipos: parasitoides y depredadores. Los primeros parasitan los huevos o las larvas de las plagas hasta causar su muerte y suelen ser específicos para aquella especie. Es el caso de las minúsculas avispas (himenópteros) que ponen sus huevos en pulgones y que después de desarrollarse en su interior, les dejan un agujero al salir. Los depredadores se alimentan a menudo de diferentes individuos de especies diferentes. Se encuentran dentro de este grupo los ácaros fitoseidos depredadores de otros ácaros plaga (araña encarnada y parda), las crisopas, las mariquitas, los míridos, etc.

En la figura 42 apreciamos un ejemplo de crisopa.



Figura 42: Adulto de crisopa.

Todos estos enemigos se encuentran de forma natural en los campos y se pueden potenciar con las mencionadas estrategias de conservación. En otros casos, se han establecido después de una primera introducción, como el caso de la *Rodolia cardinalis* para el control de la cochinilla acanalada, o hay que reintroducirlos cada año porque no están lo bastante adaptados para sobrevivir bien durante el invierno. Cada primavera se hace sueltas de adultos del depredador *Cryptolaemus*, y de los parásitos *Leptomastix* i *Anagyrus*, para el control del “cotonet” (*Planococcus citri*) del naranjo.

Por otra parte, la presencia de hormigas que se alimentan de las melazas de los insectos succionadores dificulta el control biológico, al defenderlos. Al mismo tiempo, se está observando el papel que pueden tener algunas especies de hormigas en la mortalidad de pupas de mosca de la fruta, que hibernan en el suelo.

En situaciones de desequilibrio o proliferación explosiva de plagas, el control se complementa con tratamientos con productos autorizados. Hay que evaluar la presencia de piojos y caparretas para programar aplicaciones de aceites en fases sensibles y prevenir la acumulación de poblaciones en los árboles (junto con podas que favorezcan la aireación). El azadiractina se utiliza con éxito para el control del minador en plantas jóvenes y para reforzar la eficacia de otros tratamientos. Los síntomas más evidentes son las galerías sinuosas que excavan las orugas en las hojas. Las infestaciones afectan a los brotes tiernos y estropean el crecimiento. Los daños en plantones y viveros pueden ser muy importantes, ya que se anula el desarrollo foliar y por lo tanto el crecimiento de la planta.

Otra estrategia de control es la captura masiva, que se utiliza para la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*). Menos problemática que en la fruta dulce de verano, la mosca puede afectar a las variedades más tempranas de mandarina (Marisol, Loretina, etc.) y de vez

en cuando a las variedades que las siguen: la mandarina clemenules y naranjo navelina. El medio de lucha más efectivo es la captura masiva con trampas alimenticias o de feromonas. La estrategia de control se basa en colgar de 50 a 100 trampas/ha, en función del nivel de población de mosca, para capturar a los adultos, principalmente hembras. Las trampas pueden ser de varios tipos, pero las más utilizadas son las tipos McPhail de plástico (tapa transparente y base amarilla con agujero inferior) donde se añade fosfato biamónico e insecticida (piretrinas o los dos piretroides autorizados, deltametrina o lambdacihalotrina.) Apreciamos un ejemplo de trampa para la mosca de la fruta en la [figura 43](#).



Figura 43: Trampa para captura masiva instalada en una plantación de naranjos ecológicos.

También se puede reforzar la acción de las trampas alimenticias con la aplicación en la cara sur de los árboles con una mezcla de atrayente alimenticio y con aceite de neem o piretrinas.

Los caracoles pueden ocasionar daños importantes en los primeros años de plantación; se pueden aplicar productos a base de fosfato férrico para controlar la invasión de estos animales. Otra plaga que se puede presentar en las plantaciones de cítricos ecológicos es el pulgón, que puede provocar fuertes ataques en primavera o en verano (sobre todo durante el periodo de conversión) y pueden ocasionar defoliaciones y lesiones en frutos de variedades tardías. En general, el nivel de población de estos ácaros en las fincas ecológicas se lleva a cabo con los ácaros fitoseidos presentes en las explotaciones. En el caso de variedades más sensibles y un nivel alto de población de ácaros se puede realizar algún tratamiento con aceites de parafina al 1-1,5 %, jabón potásico o agua con vinagre. Hay que evitar la aplicación de azufre, que afecta a la población de los ácaros fitoseidos.

En la siguiente tabla observamos las principales plagas en citricultura ecológica y los métodos de tratamiento.

Nombre	Manejo ecológico
Serpeta (Diaspididos: piojos.) Cotonet (Planococcus citri.) Caparreta (Saisettia oleae.)	Mantenimiento y mejora de los hábitats para reservas de fauna útil. Sueltas de fauna entomófaga (Criptolaemus, Leptomastix,...) Aceite mineral. Aceite de parafina. Jabón potásico (1-3%.) Polisulfuro de calcio (1-3%).
Pulgón.	Cubiertas vegetales. Vallas vegetales. Jabón potásico. Aceite de parafina, mineral. Polvo de roca. Azadiractina. Piretrina.
Minador (Phyllocnistis citrella.)	Cubiertas vegetales permanentes. Azadiractina. Aceite de parafina. Bacillus thuringensis. Extracto de ajo.
Mosca de la fruta.	Captura masiva. Trampas con neem o piretrina.
Moscas blancas	Cubiertas vegetales y setos. Jabón potásico o aceite.
Ácaros	Cubiertas y setos vegetales. Aceite de parafina. Neem, extracto de ajo. Azufre.

Tabla 33: Principales plagas en citricultura ecológica; métodos de tratamiento.

Los cítricos están sujetos a enfermedades virales (tristeza), bacterianas (chancro de los cítricos) o criptogámicas (gomosis y antracnosis.) Con el fin de evitar la tristeza, hace falta utilizar material vegetal certificado y escoger patrones y variedades tolerantes a la tristeza como Cleopatra y Citrange. Otra medida importante para controlar su transmisión es limpiar con amonio cuaternario o hipoclorito sódico (lejía diluida 1:5) las herramientas de podar después de cada árbol.

La gomosis (*Phytophthora* sp.) es una enfermedad provocada por hongos del suelo y se ve favorecida por condiciones de elevada humedad y asfixia. Los primeros síntomas son un debilitamiento general de los árboles y un amarilleo de las hojas. En un estadio más adelantado se observa una exudación gomosa en las ramas y troncos, que en algún caso se puede llegar a detectar también sobre los frutos. Se recomienda utilizar patrones tolerantes o resistentes a la gomosis. Hay que evitar las acumulaciones de agua del riego, disponer de un buen drenaje y llevar una correcta gestión del sistema de riego localizado para evitar excesos de humedad.

En la siguiente figura apreciamos el tronco de un naranjo afectado por gomosis.



Figura 44: gomosis en el tronco de un naranjo.

También se observa la presencia de nematodos (*Tylenchulus semipenetrans*) sobre todo en suelos fatigados como consecuencia de las repeticiones de plantaciones de cítricos detrás de cítricos. Para evitar la proliferación de nematodos, es conveniente utilizar patrones tolerantes (Poncirus y Citrange), implantar rotaciones de cultivo con hortícolas y frutales y potenciar las micorrizas y hongos saprofitos y antagonistas del suelo. Para las enfermedades de la parte aérea, el uso de fungicidas ha quedado prácticamente arrinconado y sólo se aplican en determinadas condiciones algunos reforzantes a base de silicatos, extractos vegetales o algas.

En la siguiente figura apreciamos un naranjo afectado por el virus de la tristeza.



Figura 45: naranjo afectado por el virus de la tristeza.

Enfermedades de conservación:

La mayoría de las variedades de cítricos son muy sensibles a los problemas de conservación. El principal hongo responsable de las enfermedades de conservación es *Penicillium*. La infestación se puede llevar a cabo en varios estadios, en el campo y durante el almacenaje. En campo, hay que evitar los excesos de nitrógeno y mantener

las cubiertas vegetales en épocas de lluvia. Durante la cosecha hay que manipular los frutos evitando los golpes y las heridas; las cajas y los envases para la cosecha tienen que estar bien desinfectados, así como las cámaras de conservación.

Si tenemos en cuenta los datos sobre la producción y superficie de cítricos en Andalucía, según los datos del 2010 la producción de naranjo dulce fue de 1.176.611 toneladas; la superficie cultivada de naranjo dulce fue de 59.890 hectáreas.

Por lo tanto, la producción por hectárea fue de $\frac{1.176.611}{59.890} = 19,65 \text{ toneladas/hectárea}$. Puesto que en el año 2012 necesitamos un total de 280kg de naranjas para fabricar la mermelada ecológica, la superficie necesaria de cultivo será de:

$$\frac{280 \text{ kg}}{19650 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}} = 0,01425 \text{ ha} = 142,5 \text{ m}^2$$

Estamos considerando únicamente producción relativa al naranjo dulce.

5.2.10. Cultivos de Agave Ecológico.

El agave es una planta originaria de México y de la cual se fabrica el sirope de agave. Los cultivos de agave ecológico se encuentran en México.

En la siguiente figura observamos una planta de agave.



Figura 46: ejemplo planta de agave.

La empresa que distribuye el sirope de agave ecológico y proveedora de La Molienda es MAPRYSER, S.L., ubicada en Barcelona.

Consideramos que el sirope de agave se produce en México.

Consideramos el transporte desde México a Barcelona en avión (9500 km aproximadamente); después el transporte mediante camión desde Barcelona hasta las instalaciones de La Molienda (1051 km.)

Según los datos que tenemos, anualmente se necesitan 116 kg de sirope de agave para fabricar la cantidad anual de mermelada ecológica.

Debido a la falta de datos, no consideramos los posibles abonos o pesticidas ecológicos en los cultivos de agave.

Tampoco disponemos de datos sobre los riegos empleados.

5.2.11. Mermelada de Naranja Ecológica.

El proceso de fabricación es el mismo para este tipo de mermelada que para el caso anterior. La única diferencia entre las dos mermeladas son las materias primas, es decir las naranjas y el edulcorante empleado. Para fabricar mermelada de naranja no ecológica se utiliza azúcar. Para fabricar mermelada de naranja ecológica se emplea sirope de agave ecológico.

Composición porcentual de la mermelada de naranja ecológica:

Naranjas ecológicas: 70 %.

Sirope de Agave ecológico: 29 %.

Goma guar ecológica (espesante de origen vegetal): 1%.

En la siguiente figura apreciamos un tarro de mermelada de naranja ecológica en su formato de 275gr. como producto terminado, listo para la venta al consumidor.



Figura 47: Tarro de mermelada de naranja ecológica.

Las naranjas ecológicas proceden de una empresa con certificación ecológica situada en Alora (Málaga.) El transporte hasta las instalaciones de La Molienda es de 104 km.

Producción de mermelada ecológica en 2012: 400 kg.

Teniendo en cuenta que para producir mermelada ecológica necesitamos un 70 % de fruta, para la producción total de 2012 se necesitaron 280 kg de naranjas.

Además, necesitamos un 29% de sirope de agave ecológico, con lo cual la cantidad anual de sirope de agave ecológico es de 116kg.

La distancia de transporte de dicho sirope hasta las instalaciones de La Molienda es de 50km.

Además, necesitamos un 1% de goma guar, con lo cual la cantidad anual de goma guar para producir mermelada ecológica será de 40kg y la distancia de transporte hasta las instalaciones de La Molienda será de 50km.

Por lo tanto, la cantidad total de goma guar anual en el 2012 fue de 94kg, pues consideramos la empleada en la fabricación de la mermelada de naranja ecológica y no ecológica.

De la misma forma que para el caso de la mermelada no ecológica,

$$\frac{\text{Gasto en gasoil}}{\text{kg mermelada}} = 0,17 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

$$\frac{\text{Gasto en electricidad}}{\text{kg mermelada}} = 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$$

5.2.12. Consumidor.

Una vez que el producto terminado sale de La Molienda se comercializa de mayor a menor de la siguiente manera:

Serranía de Ronda (50%), resto de Andalucía (30%), resto de España (15%) y extranjero (muy poco (5%).)

Consideramos que estos porcentajes en peso son los mismos para los dos tipos de mermelada.

Por lo tanto, para el caso de la mermelada de naranja no ecológica, la comercialización de 2012 fue:

Serranía de Ronda (270kg), resto de Andalucía (162kg), resto de España (81kg) y extranjero (27kg.)

En el caso de la mermelada de naranja ecológica, la comercialización de 2012 fue:

Serranía de Ronda (200kg), resto de Andalucía (120kg), resto de España (60kg) y extranjero (20kg.)

Las rutas en la comarca a la cual pertenece La Molienda y en las provincias cercanas se realizan directamente desde la empresa; el resto se realiza mediante distribuidores de diferentes productos de La Molienda.

La comarca de la Serranía de Ronda es la zona que mayor parte de la distribución va a llevar consigo; debemos tener en cuenta que Benalauría es el municipio de la comarca de la Serranía de Ronda en el cual se hallan las instalaciones de La Molienda.

Teniendo en cuenta los distintos formatos de tarros de venta de las mermeladas:

Mermelada de naranja no ecológica: tarros para contener 275g y 1000g de mermelada.

Mermelada de naranja ecológica: tarros para contener 275g de mermelada.

Comentábamos que la producción total en 2012 de mermelada no ecológica era de 540kg, de los cuales 90kg se comercializan en tarros de 1000g, con lo cual el número total de tarros de vidrio de 1000g fue de 90 unidades.

El resto de mermelada no ecológica se comercializa en envases de 275g, entonces el número total de tarros de vidrio de 275g en 2012 fue de 1636 unidades.

Para el caso de la mermelada de naranja ecológica, producción total en 2012: 400kg y solamente en formato de tarros de vidrio de 275g, con lo cual el número total de tarros de vidrio de 275g en 2012 fue de 1454 unidades.

La cantidad anual total de tarros de vidrio en 2012 los estimamos en 3090 unidades en formato de 275g.

Para el formato de 1000g el número total de tarros de vidrio en 2012 es de 90 unidades.

El peso total de los tarros en formato de 275g =

$$N^{\circ}\text{Tarros} \cdot \left(\frac{\text{Peso}}{\text{Tarro}} + \text{Peso Mermelada} \right) = 3090 \cdot (0,185 + 0,275) = 1421,4\text{kg}$$

El peso total de los tarros en formato de 1000g =

$$N^{\circ}\text{Tarros} \cdot \left(\frac{\text{Peso}}{\text{Tarro}} + \text{Peso Mermelada} \right) = 90 \cdot (0,5 + 1) = 135\text{kg}$$

Considerando la producción total anual de mermeladas en 2012 (No Ecológica y Ecológica), es decir 940kg, los gastos en gasoil y electricidad serán:

$$\text{Gasto en gasoil} = 940\text{kg} \cdot 0,17 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 159,8 \text{ €}$$

$$\text{Gasto en electricidad} = 940\text{kg} \cdot 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 56,4 \text{ €}$$

Valores de Gasto imputables directamente a las mermeladas de naranja.

Podemos calcular el gasto en cada tipo de energía y para cada tipo de mermelada de naranja teniendo en cuenta la cantidad producida de ambas en el año 2012:

$$\text{Gasto en gasoil, mermelada no ecológica} = 540\text{kg} \cdot 0,17 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 91,8 \text{ €}$$

$$\text{Gasto en electricidad, mermelada no ecológica} = 540\text{kg} \cdot 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 32,4 \text{ €}$$

$$\text{Gasto en gasoil, mermelada ecológica} = 400\text{kg} \cdot 0,17 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 68 \text{ €}$$

$$\text{Gasto en electricidad, mermelada ecológica} = 400\text{kg} \cdot 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 24 \text{ €}$$

Calculamos además el consumo de gasoil y electricidad en el año 2012:

Sabiendo que

$$\text{Precio del gasoil} = 0,87 \frac{\text{€}}{\text{l}}$$

$$\text{Precio de la electricidad} = 0,17912 \frac{\text{€}}{\text{kwh}}$$

$$\text{Consumo de gasoil} = \frac{159,8\text{€}}{0,87\text{€/l}} = 183,68 \text{ l}$$

$$\text{Consumo de electricidad} = \frac{56,4\text{€}}{0,17912\text{€/kwh}} = 314,87 \text{ kwh}$$

Podemos calcular el consumo de cada tipo de energía y para cada tipo de mermelada de naranja teniendo en cuenta la cantidad producida de ambas en el año 2012:

$$\text{Consumo de gasoil, mermelada no ecológica} = \frac{91,8\text{€}}{0,87\text{€/l}} = 105,52 \text{ l}$$

$$\text{Gasto en electricidad, mermelada no ecológica} = \frac{32,4\text{€}}{0,17912\text{€/kwh}} = 180,88 \text{ kwh}$$

$$\text{Gasto en gasoil, mermelada ecológica} = \frac{68\text{€}}{0,87\text{€/l}} = 78,16 \text{ l}$$

$$\text{Gasto en electricidad, mermelada ecológica} = \frac{24\text{€}}{0,17912\text{€/kwh}} = 134 \text{ kwh}$$

Una vez que las mermeladas llegan a manos de los consumidores, el 70 % de ellos depositarán los tarros en los contenedores específicos. Esto significa que el 30 % de los tarros pasarán al vertedero. Si tenemos en cuenta el peso total de todos los tarros en 2012:

$$\text{Tarro B 314, 314 ml-TO-063: } 185\text{g} \rightarrow 3090\text{tarros} \cdot 0,185 \frac{\text{kg}}{\text{tarro}} = 571,65\text{kg}$$

$$\text{Tarro Orcio 1062, 1062 ml-TO-100: } 500\text{g} \rightarrow 90\text{tarros} \cdot 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{tarro}} = 45\text{kg}$$

Peso total de los tarros en 2012: 616,65kg.

El 70% del vidrio procedente de los tarros será reciclado: 431,66kg.

El 30% pasará al vertedero: 185kg.

En las siguientes figuras apreciamos los dos tipos de tarros de vidrio, junto a las tapas de cierre:



Figura 48: Tarro B 314, 314 ml-TO-063.

Características técnicas de este tarro:

- Capacidad: 314 ml.
- Peso: 185g.
- Diámetro: 75 mm.
- Altura: 103,5mm.
- Color: blanco.
- Boca: Twist Off TO 63.



Figura 49: Tarro Orcio 1062, 1062 ml-TO-100.

Características técnicas de este tarro:

- Capacidad: 1062 ml.
- Peso: 500g.
- Diámetro: 128/66,6 mm.
- Altura: 136mm.
- Color: blanco.
- Boca: Twist Off TO 100.



Figura 50: Tapas TO 63.



Figura 51: Tapas TO 100.

Peso de la tapa TO 63 para el tarro B 314, 314 ml-TO-063: 10g.

Peso de la tapa TO 100 para el tarro Orcio 1062, 1062 ml-TO-100: 50g.

Peso total de las tapas en 2012: $3090 \cdot 0,01 + 90 \cdot 0,05 = 35,4kg$

El 70% de la hojalata procedente de las tapas será reciclado: 24,78kg.

El 30% pasará al vertedero: 10,62kg.

Consideramos en este punto el transporte de los tarros desde los contenedores de vidrio hasta el Centro de Reciclaje; dicho transporte lo estimamos en 150km.

También consideramos el transporte de los tarros desde el contenedor hasta el vertedero; este transporte lo estimamos también en 150km.

También consideramos las cajas de cartón en las cuales se introdujeron los tarros de mermelada. Como hemos comentado, los dos formatos de mermelada de naranja son los de pesos netos de 275g y 1000g.

Normalmente serán las tiendas las que las depositen en contenedores de papel y cartón, con lo cual consideramos que el 100 % de las cajas será reciclado. Con lo que añadimos dentro del ciclo de vida un transporte adicional hasta el Centro de Reciclaje; dicho transporte lo estimamos igualmente en 150km.

5.2.13. Tablas-Resumen del Ciclo de Vida.

PROCESO	Superficie (m²)	Riegos (m³)	Transporte (km)	Cantidad Anual (kg)
Cultivos de Naranjas No Ecológicas	274,8	247,32	30	540

Tabla 34: Datos sobre los cultivos de naranjas no ecológicas.

Nombre del Herbicida	Malezas Controladas	Dosis Recomendada	Dosis
Diuron	Malezas Anuales	4,8-8,0 kg/ha	0,18 kg

Tabla 35: Tratamiento contra las malezas en los campos de naranjos no ecológicos.

Plagas	Materia Activa	Dosis	Necesidades en nuestro caso particular
Minador de los cítricos	Abamectina	1,2 l/ha	0,033 l
Mosca blanca	Metomilo	350 g/ha	9,62 g
Mosca de la fruta	Malatión	2,1 l/ha	0,058 l
Pulgones	Acefato	450 g/ha	12,37 g
Cóccidos	Buprofezin	38 g/ha	1,04 g

Tabla 36: Tratamientos contra las plagas en los naranjos no ecológicos.

Enfermedades	Materia Activa	Dosis	Necesidades en nuestro caso particular
Decaimiento lento de los cítricos	Oxamilo	7 l/ha	0,19 l
Gomosis	Metalaxil	7 g/m ²	1923,6 g
Alternaria	Fosetil-Al	2,5 kg/ha	68,7 g
Virus de la Tristeza	No Aplicable	----	----

Tabla 37: Tratamientos contra las enfermedades de los naranjos no ecológicos.

Fertilizantes en Cultivos de Naranjas No Ecológicas	Nitrógeno (kg)	Fósforo (P₂O₅) (kg)	Potasio (K₂O) (kg)
	7,69	1,92	3,85

Tabla 38: Adición de fertilizantes en campos de naranjos no ecológicos.

PROCESO	Superficie (m²)	Riegos (m³)	Transporte (km)	Cantidad Anual (kg)
Cultivos de Naranjas Ecológicas	142,5	128,25	104	280

Tabla 39: Datos sobre los cultivos de naranjas ecológicas.

Transporte	Avión (km)	Camión (km)
Azúcar de caña	7850	940
Sirope de Agave Ecológico	9500	1051

Tabla 40: Datos sobre el transporte de la caña de azúcar y el sirope de agave ecológico.

PROCESO	Transporte (km)	Cantidad Anual (kg)
Tarros de Vidrio	140	616,65
Tapas de Hojalata	150	35,4
Etiquetas de Papel	130	16,35
Cajas de Cartón	138	53,65

Tabla 41: Datos sobre el transporte y cantidad anual de los envases y sus elementos asociados.

PROCESO	Energía Eléctrica (kwh)	Gasoil Anual (l)	Transporte de Naranjas (km)	Cantidad Anual (kg)
Mermelada de Naranja No Ecológica	180,88	105,52	120	540
Mermelada de Naranja Ecológica	134	78,16	104	400
Total	314,88	183,68	224	940

Tabla 42: Datos sobre el consumo energético, transporte y cantidad anual en las dos mermeladas de naranja.

CONSUMIDOR	Mermelada de Naranja No Ecológica	Mermelada de Naranja Ecológica
Transporte Serranía de Ronda (kg·km)	270·50	200·50
Transporte resto de Andalucía(kg·km)	162·150	120·150
Transporte resto de España (kg·km)	81·400	60·400
Transporte Extranjero(kg·km)	27·2000	20·1000

Tabla 43: Transporte en kg·km de las dos mermeladas.

5.3. ACV Comparativo de las mermeladas de naranja con SimaPro 7.1.

A continuación realizaremos el Análisis del Ciclo de Vida Comparativo propiamente dicho de ambas mermeladas. Nuestra Unidad Funcional será un tarro en el formato de 275 g. de peso neto de cada tipo de mermelada de naranja. Las entradas y salidas irán referidas a las citadas Unidades Funcionales.

5.3.1. Mermelada de Naranja No Ecológica.

Unidad Funcional: Un tarro de mermelada de naranja no ecológica cuyo peso neto es 275 gr.

Vidrio: peso 185 g.

Tapa de hojalata: peso 10 g.

Papel impreso: peso 5 g.

Mermelada de naranja no ecológica: peso neto 275 g.

Escenario de desecho: Basura de Hogar en la cual consideramos que el 70% del envase (tapa de hojalata, vidrio y etiqueta de papel) es reciclado y el 30% virgen.

Para el transporte de todos los componentes consideramos furgones de entrega de < 3,5 toneladas.

Todos los elementos del envase y embalaje los modelamos a partir de la base de datos de SimaPro BUWAL. A continuación mostramos los modelados de los envases, las cajas, las mermeladas de naranja y los gráficos asociados.

1		
Product name	Tarro de Mermelada No Eco	
Amount in life cycle	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H) '		
2		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
1. Whole assembly sent to	70	%
2. Disassembly	30	%
3. Reuse of whole assembl	0	%
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H) '		
3		
Product part name	Solo Tarro	
Subassembly amount	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H) '		
4		
Proceso	Landfill B250 (98)	
Subassembly sent to was	100	%
Reuse of subassembly	0	%
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H) '		
5		
Proceso	Glass bottles recycled FAL	
Amount	185	g
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H) '		

Figura 52: Modelo del Sistema de envase con SimaPro.

6		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	66,23	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
-		
7		
Product part name	Solo Tapa de Hojalata	
Subassembly amount	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
-		
8		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
Subassembly sent to was	100	%
Reuse of subassembly	0	%
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
-		
9		
Proceso	Tin plate 80% scrap B250	
Amount	10	g
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
..		
10		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	3,58	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
..		
11		
Product part name	Solo Etiqueta de Papel	
Subassembly amount	1	p
12		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
Subassembly sent to was	100	%
Reuse of subassembly	0	%
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
13		
Proceso	Kraft unbleached 100% rec.FAL	
Amount	5	g
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
14		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	1,6	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		
15		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	10	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'		

Figura 53: Modelo del Sistema de envase con SimaPro.

16	
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250
Amount	30 kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'	
17	
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250
Amount	80 kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'	
18	
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250
Amount	400 kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'	
19	
Name of additional life cycle	Mermelada de Naranja No Eco
Amount of add. life cycle	1 p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada No Eco'; Eco-indicator 99 (H)'	

Figura 54: Modelo del Sistema de envase con SimaPro.

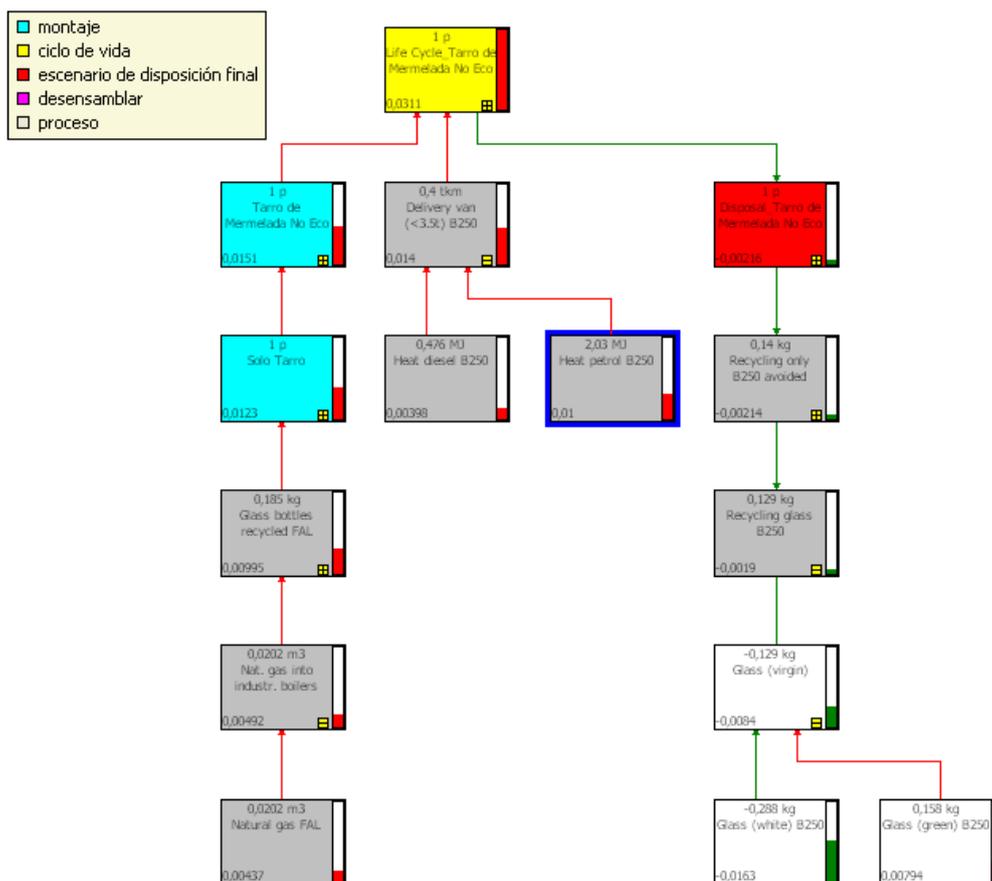


Figura 55: Árbol del Proceso: Tarro de mermelada de naranja no ecológica.

Los termómetros rojos a la derecha de cada proceso nos indican la carga medioambiental generada en cada proceso.

Los termómetros verdes nos indican el beneficio de reciclar, es decir ganancia medioambiental.

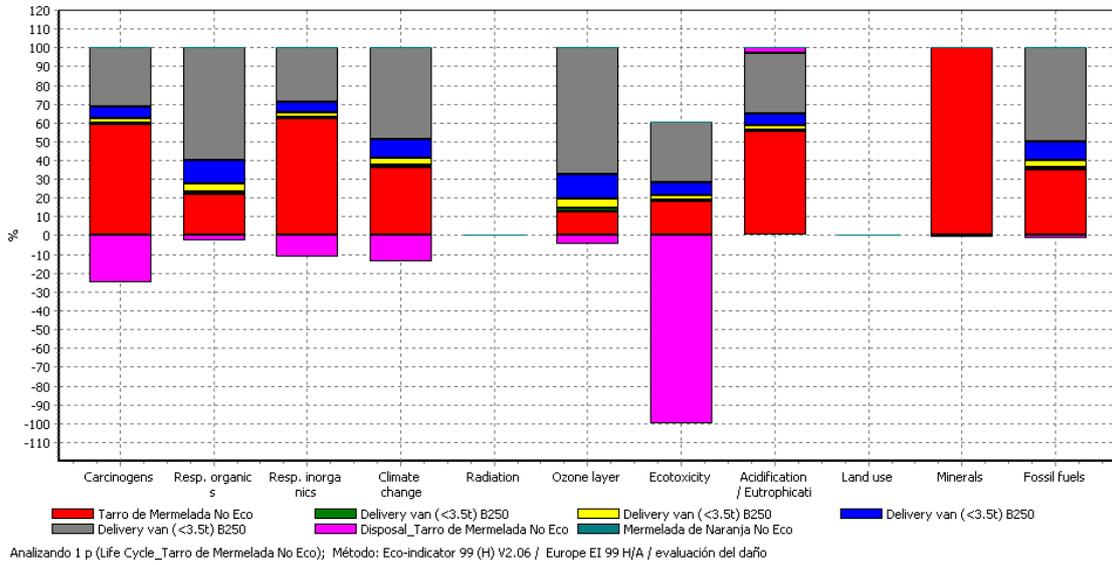


Figura 56: Evaluación del daño de cada elemento del Ciclo de Vida.

Apreciamos en la figura anterior la contribución a las distintas categorías de impacto de los distintos componentes. Los porcentajes negativos se corresponden con el beneficio de la fase de disposición final o reciclaje.

Veamos a continuación el modelado de la caja de cartón para la mermelada no ecológica y el propio modelo de mermelada de naranja no ecológica.

Caja de cartón: imputables 8,68g de cartón a cada Unidad Funcional.

Entrada/salida | Parámetros

Nombre: Solo Caja de Cartón No Eco

Imagen:

Estado: Terminado

Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad
Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER. S	8,68	
(Insertar línea aquí)		
Procesos	Cantidad	Unidad
Delivery van (<3.5t) B250	2,59	kgkm
(Insertar línea aquí)		

Figura 57: Caja de Cartón para el transporte de los tarros de mermelada.

En la siguiente figura mostramos el modelado de la mermelada de naranja no ecológica con SimaPro.

Entrada/salida		Parámetros	
Nombre	Solo Mermelada No Eco		
Imagen			
Estado	Terminado		
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad	
Naranjas No Ecológicas	192,5	g	
Sugar, from sugarcane, at sugar refinery/BR U	79,75	kg	
(Insertar línea aquí)			
Procesos	Cantidad	Unidad	
Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U	47,85	kgkm	
Delivery van (<3.5t) B250	141,68	kgkm	
Diesel equipment (gal)	0,054	l	
Electricity, low voltage, production IT, at grid/IT U	0,092	kWh	
(Insertar línea aquí)			

Figura 58: modelado de la mermelada de naranja no ecológica.

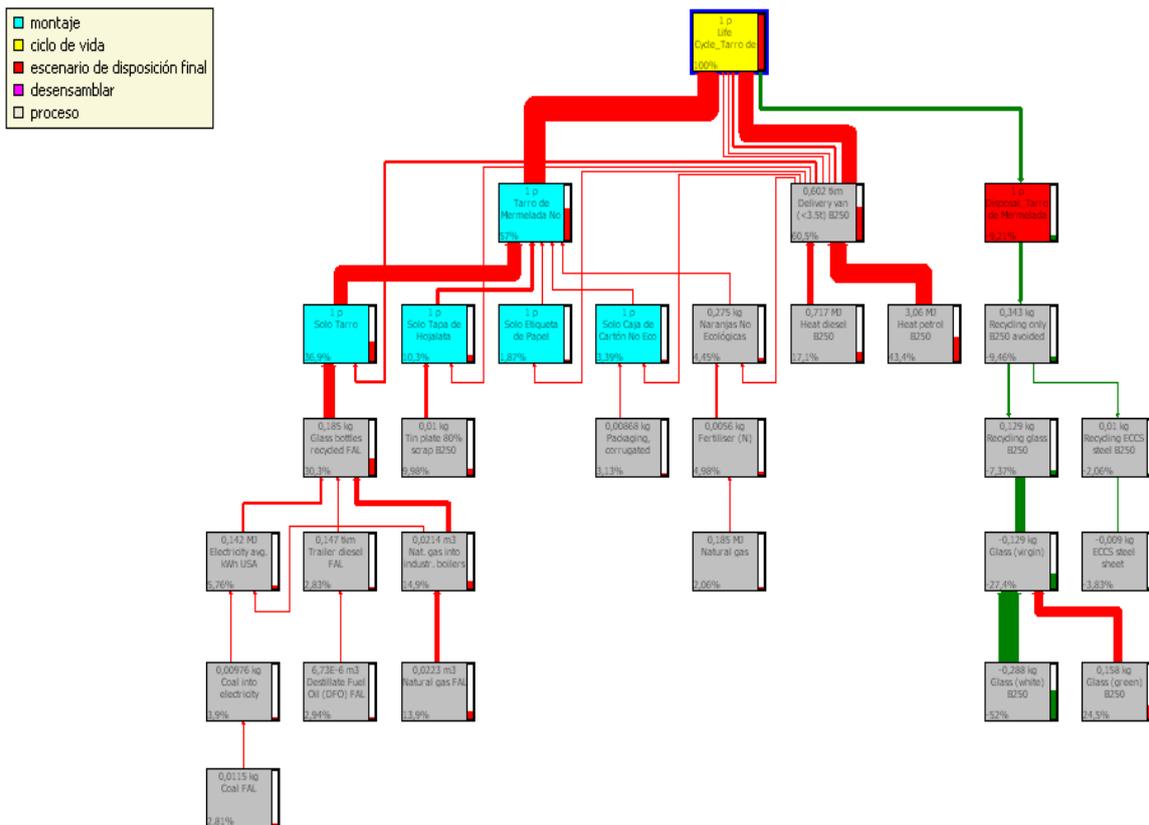


Figura 59: diagrama del Ciclo de Vida de la mermelada de naranja no ecológica.

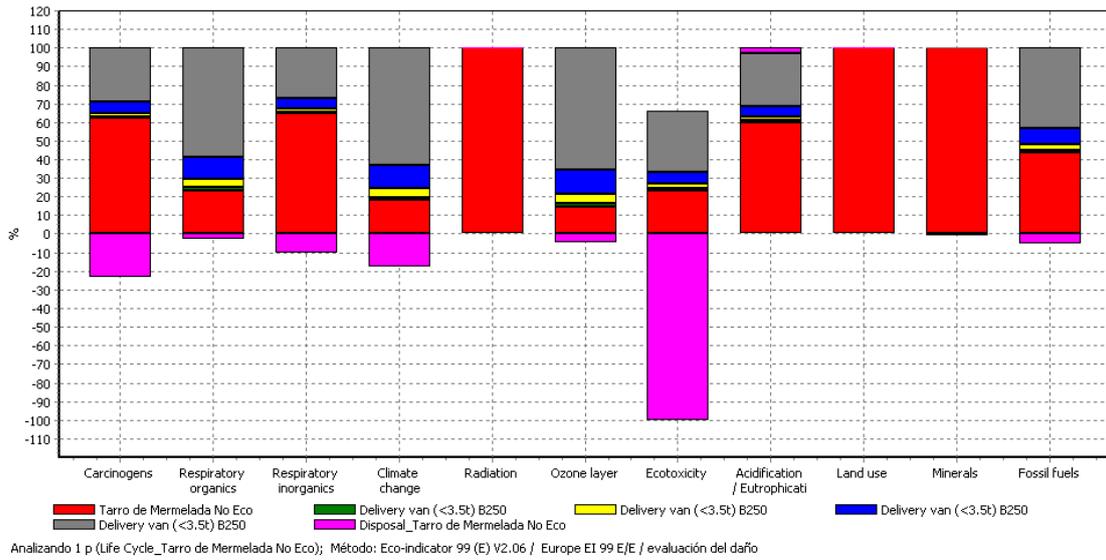


Figura 60: Evaluación del daño de cada elemento del Ciclo de Vida.

5.3.2. Mermelada de Naranja Ecológica.

Este caso es el mismo que para el caso anterior en lo que respecta a los envases y la disposición final de los mismos.

Unidad Funcional: Un tarro de Mermelada de Naranja Ecológica cuyo peso neto es 275 gr.

Vidrio: peso 185 g.

Tapa de hojalata: peso 10 g.

Papel impreso: peso 5 g.

Mermelada de naranja no ecológica: peso neto 275 g.

En la siguiente figura mostramos el modelo creado con SimaPro y datos asociados.

Nombre	Solo Mermelada Eco	
Imagen		
Estado	Terminado	
Materiales/Ensamblajes	Cantidad	Unidad
Naranjas Ecológicas	192,5	g
(Insertar línea aquí)		
Procesos	Cantidad	Unidad
Delivery van (<3.5t) B250	52,48	kgkm
Diesel equipment (gal)	0,054	l
Electricity, low voltage, production IT, at grid/IT U	0,092	kWh
(Insertar línea aquí)		

Figura 61: Modelado de la mermelada de naranja ecológica.

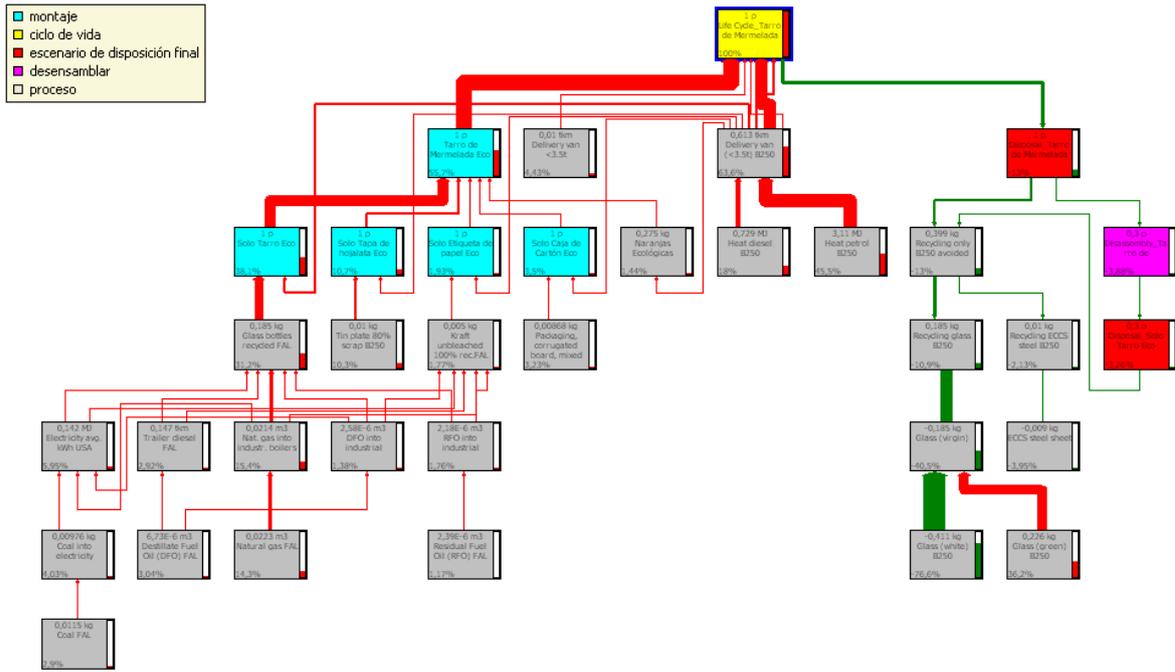
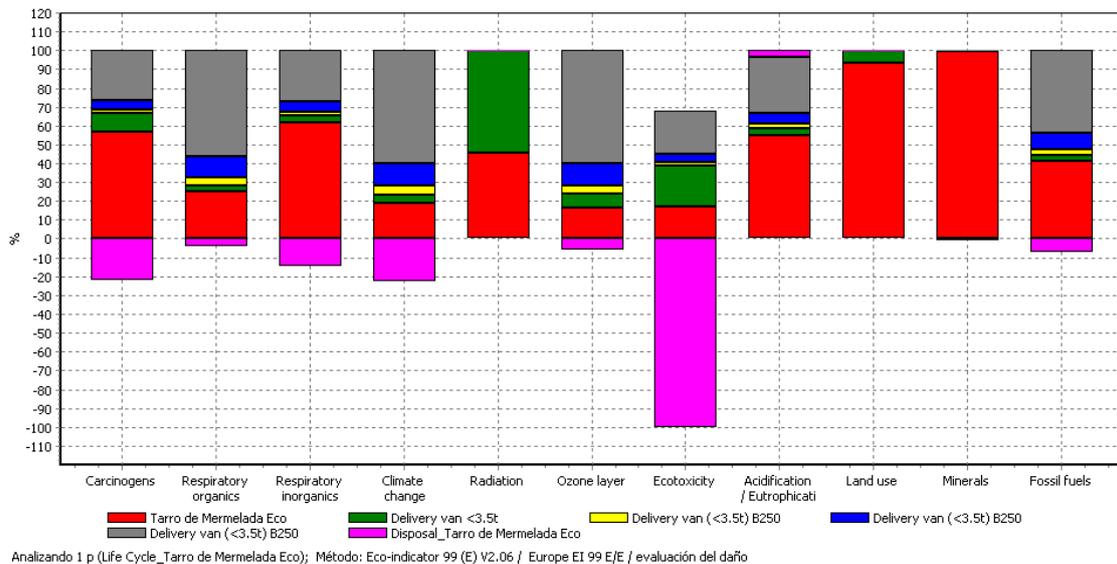


Figura 62: Diagrama del ciclo de vida de la mermelada de naranja ecológica.



Analizando 1 p (Life Cycle_Tarro de Mermelada Eco); Método: Eco-indicator 99 (E) V2.06 / Europe EI 99 E/E / evaluación del daño

Figura 63: Evaluación del daño de cada elemento del ciclo de vida.

Contribución a las distintas categorías de impacto de los distintos componentes. Los porcentajes negativos se corresponden con el beneficio de la fase de disposición final o reciclaje.

5.3.3. Mermelada de Naranja Ecológica. Escenario Alternativo.

Consideramos en este último caso un escenario alternativo en el cual el transporte desde La Molienda solamente se realizará a nivel local, es decir en la Serranía de Ronda y por el resto de Andalucía.

Por lo tanto, transporte en la Serranía de Ronda: 10kg·km.

Transporte en el resto de Andalucía: 30kg·km.

Para este caso no consideramos el transporte en el resto de España ni en el Extranjero.

Modelo del Sistema con SimaPro:

1		
Product name	Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt	
Amount in life cycle	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
2		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
1. Whole assembly sent to	70	%
2. Disassembly	30	%
3. Reuse of whole assembly	0	%
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
3		
Product part name	Solo Tarro Eco Alt	
Subassembly amount	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
4		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
Subassembly sent to was	100	%
Reuse of subassembly	0	%
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
5		
Proceso	Glass bottles recycled FAL	
Amount	185	g
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
6		
Proceso	Delivery van (<3,5t) B250	
Amount	66,23	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
7		
Product part name	Solo Tapa de hojalata Eco Alt	
Subassembly amount	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
8		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
Subassembly sent to was	100	%
Reuse of subassembly	0	%

Figura 64: Modelo del Sistema de envase con SimaPro.

9		
Proceso	Tin plate 80% scrap B250	
Amount	10	g
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
10		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	3,58	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
11		
Product part name	Solo Etiqueta de papel Eco Alt	
Subassembly amount	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
12		
Proceso	Recycling only B250 avoided	
Subassembly sent to was	100	%
Reuse of subassembly	0	%
13		
Proceso	Kraft unbleached 100% rec.FAL	
Amount	5	g
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
14		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	1,6	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
15		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	10	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
16		
Proceso	Delivery van (<3.5t) B250	
Amount	30	kgkm
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		
17		
Name of additional life cycle	Mermelada de Naranja Eco Alt	
Amount of add. life cycle	1	p
Ciclo de vida fase del producto 'Life Cycle_Tarro de Mermelada de Naranja Eco Alt'; Eco-indic.		

Figura 65: Modelo del Sistema de envase con SimaPro.

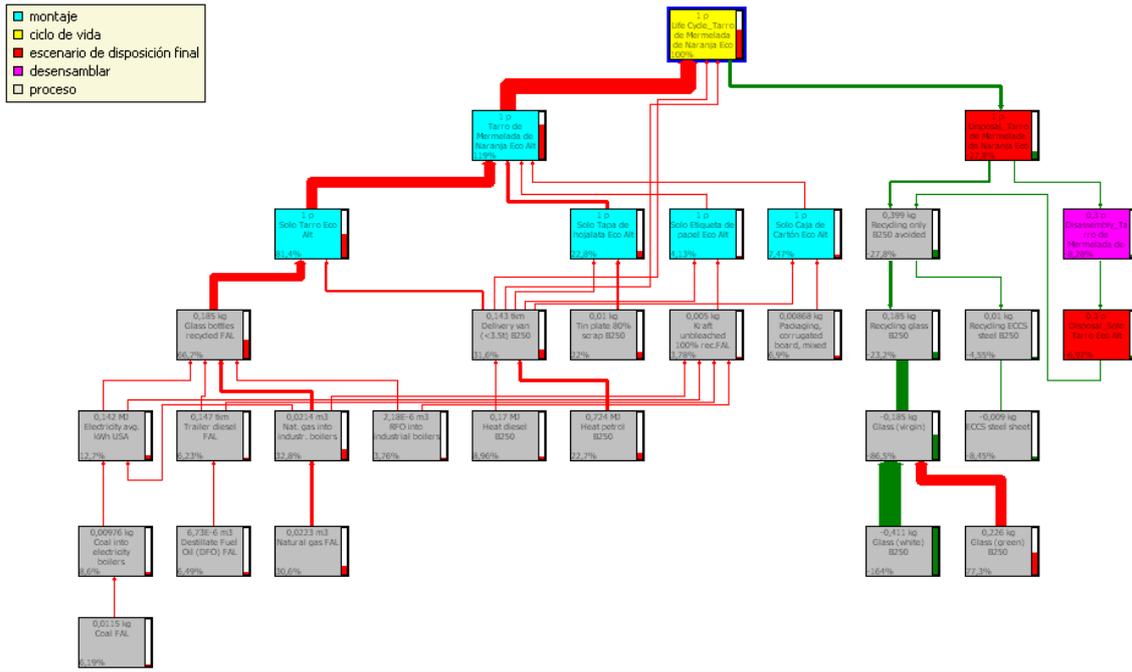


Figura 66: diagrama del ciclo de vida de la mermelada de naranja ecológica. Escenario alternativo.

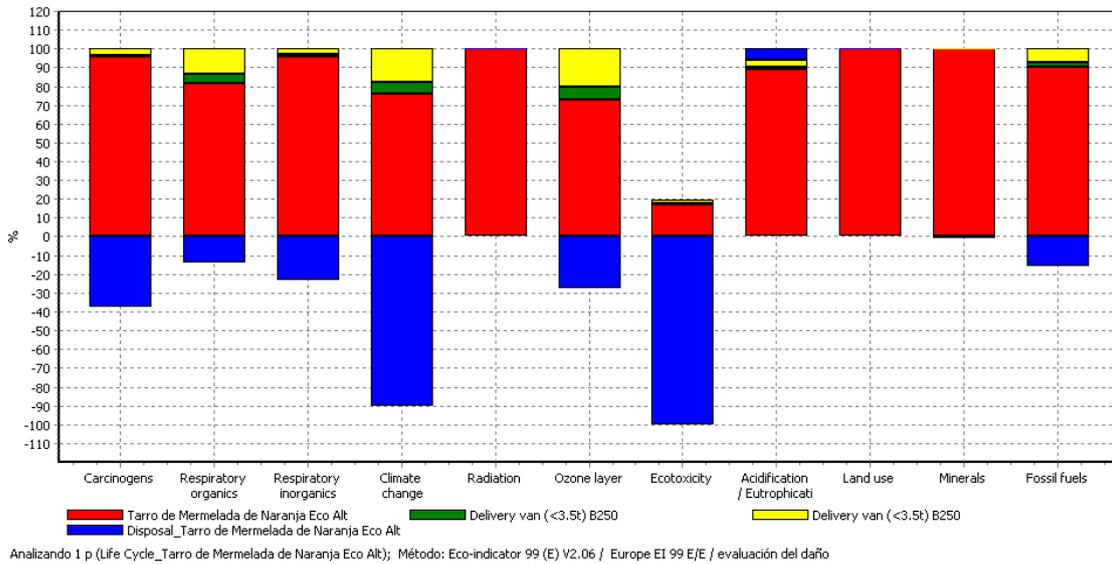


Figura 67: Evaluación del daño de cada elemento del ciclo de vida.

Contribución a las distintas categorías de impacto de los distintos componentes. Los porcentajes negativos se corresponden con el beneficio de la fase de disposición final o reciclaje.

Finalmente comparemos los ciclos de vida de los productos con el método Eco-indicador 99.

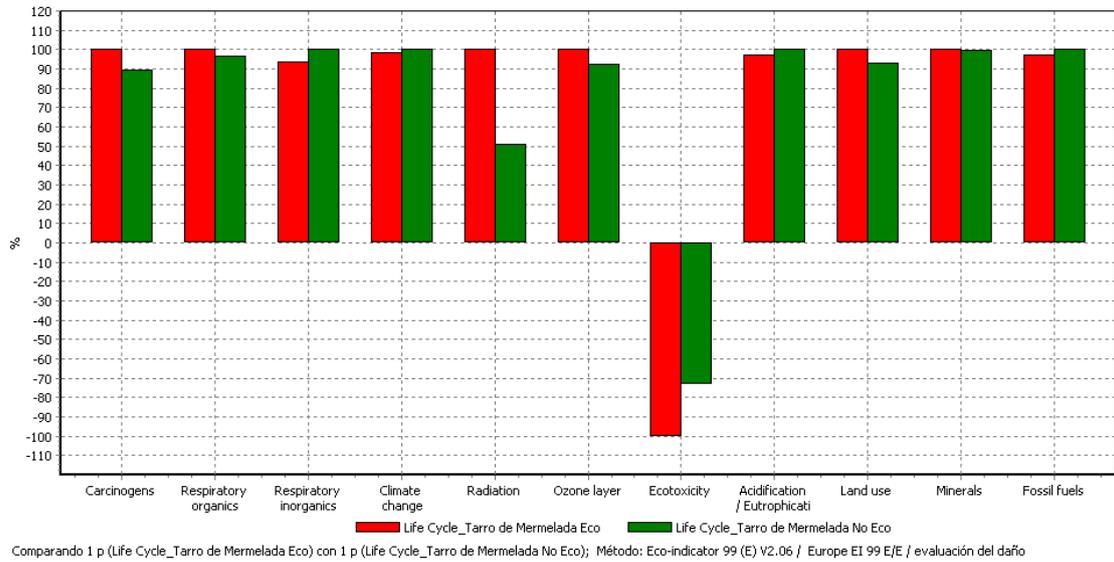


Figura 68: Comparación entre las mermeladas de naranja ecológica y no ecológica.

Apreciamos en la figura las ventajas de la mermelada ecológica, entre ellas, la referente a menor ecotoxicidad, menor contribución al cambio climático, etc.

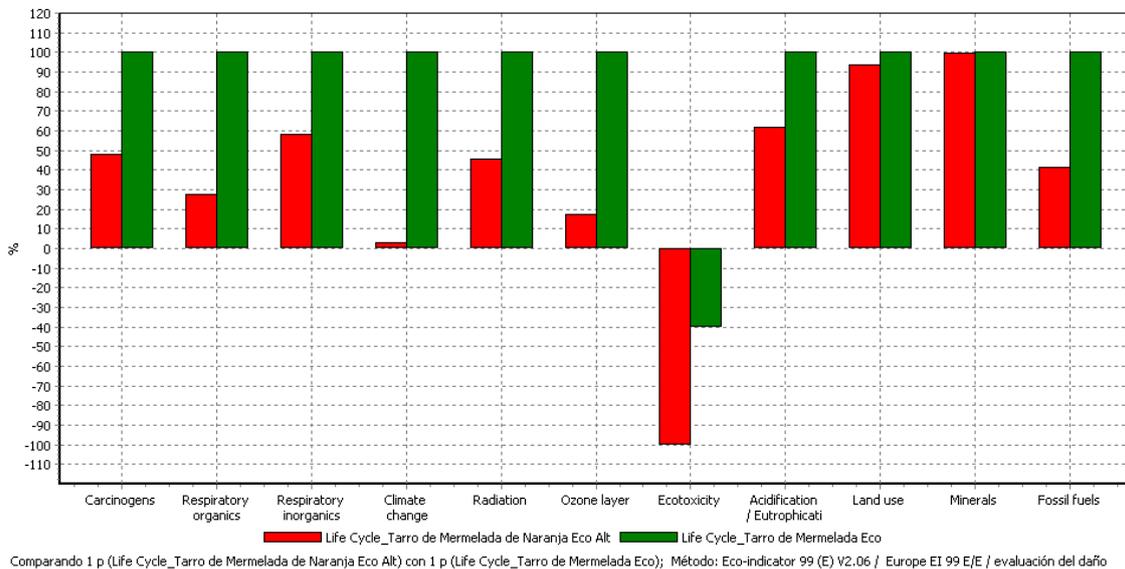


Figura 69: Comparación entre las mermeladas de naranja ecológica y ecológica en el escenario alternativo.

En la figura anterior apreciamos la ventaja de usar mermelada de naranja ecológica en el escenario alternativo para todas las categorías de impacto.

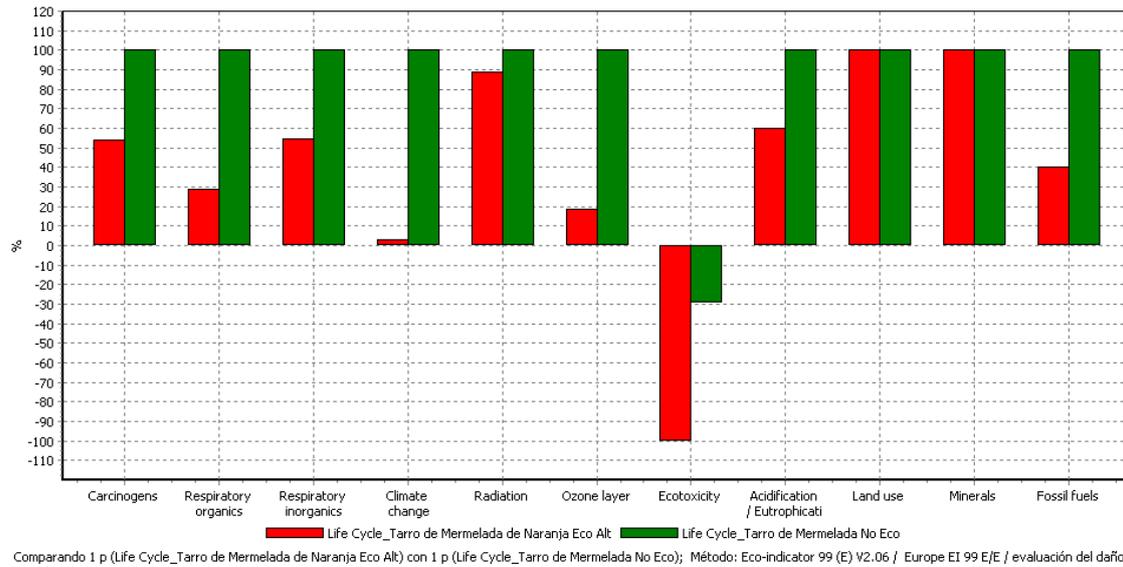


Figura 70: Comparación entre las mermeladas de naranja no ecológica y ecológica en el escenario alternativo.

De forma similar al caso anterior, el empleo de mermelada de naranja ecológica en un escenario alternativo presenta ventajas respecto a todas las categorías de impacto, comparándola con la mermelada no ecológica.

6. VERIFICACIÓN DE LOS DATOS DEL INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA.

6.1. Introducción.

En este capítulo pretendemos comprobar que la información recogida en el Análisis de Inventario del Ciclo de Vida (desde la tabla 1 a la tabla 10 del capítulo anterior), cumple los requisitos mínimos para que el Análisis de la Evaluación de Impacto tenga un grado de fiabilidad adecuado para los objetivos de este Proyecto. Para ello se ha procedido a la realización de varios análisis para la verificación de datos, cálculos e hipótesis empleados en el Proyecto:

- Análisis de amplitud.
- Análisis de coherencia.
- Análisis sobre la calidad de los datos.
- Análisis de hipótesis planteadas y limitaciones.

6.2. Análisis de amplitud.

Se trata de comprobar que los objetivos fijados a priori son alcanzables y que la información y los datos ofrecen las garantías necesarias para ello. Recordemos que los objetivos de partida de nuestro Proyecto eran medir el impacto medioambiental de dos productos, en concreto de las mermeladas de naranja ecológica y no ecológica, en definitiva se trata de compararlos y analizarlos desde el punto de vista ambiental; hemos tratado de realizar una valoración de los impactos medioambientales y sociales desde el origen de las materias primas, las transformaciones en los proveedores, dentro de la

propia empresa durante la fabricación, posterior utilización y en la etapa final de los productos, es decir en el denominado *escenario de desecho*, si es posible su reutilización, su reproceso, su reciclaje y los posibles residuos que deban ir directamente al vertedero.

La recopilación de toda la información asociada al Ciclo de Vida de las mermeladas se ha realizado mediante Internet vía correo electrónico y por teléfono a través de las distintas preguntas que conforman el Cuestionario de Recopilación de Datos para la Elaboración del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (véase Anexo I.) En este Cuestionario se indican las materias primas empleadas tanto en los propios tarros, como en la fabricación de las mermeladas y procedencia de dichas materias primas. También se indican datos sobre el consumo energético asociado a la fabricación de cada mermelada, datos de transporte, producción anual y mano de obra empleada. También ha sido necesario recurrir a otras fuentes de información, tales como Internet y documentos técnicos facilitados por el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

Los datos proporcionados por la empresa, los extraídos de Internet y de los documentos técnicos del Comité Andaluz de Agricultura Ecológica son todos ellos del año 2013.

Disponemos de los datos de las materias primas empleadas en la fabricación de las mermeladas de naranja, así como también datos del proceso de fabricación y el consumo de gasóleo y electricidad por cada kg de producto terminado.

En lo que se refiere a todas las materias primas empleadas en cada Unidad Funcional, se ha recurrido a la base de datos del software SimaPro 7.1 para realizar el análisis.

Respecto al transporte de las materias primas y productos terminados se ha considerado en todos los casos un furgón de 3,5 toneladas de capacidad de carga. Las distancias de transporte consideradas se han determinado según la distancia en km entre dos localidades.

El único consumo de agua considerado ha sido el referente a los cultivos de naranjas ecológicas y no ecológicas; no se ha considerado este consumo en el caso de la empresa La Molienda ni tampoco en las empresas proveedoras a la misma, por no disponer de este dato.

Se ha despreciado el impacto de la goma guar para los dos tipos de mermelada de naranja, pues no existía dicho elemento en SimaPro 7.1 y también debido a que su porcentaje en masa es muy pequeño.

6.3. Análisis de coherencia.

Tratamos de determinar si las hipótesis, los métodos y datos utilizados han sido elegidos siguiendo criterios lógicos, de forma que el modelo seguido en el análisis se aproxime en lo posible al real.

6.3.1. Etapas del Proceso.

Las etapas del proceso de fabricación de las mermeladas de naranja seguidas en La Molienda obedecen básicamente a las mismas etapas que las seguidas en la fabricación de una mermelada de forma genérica.

6.3.2. Materias Primas y Energía.

En la realización del análisis se han tenido en cuenta las materias primas que La Molienda ha indicado en el Cuestionario. Se han considerado los elementos lo más

cercanos posible a los citados por la empresa en el momento de la realización del análisis con SimaPro 7.1.

6.3.3. Transporte.

Al evaluar el impacto medioambiental asociado al transporte se ha considerado únicamente el peso transportado (kg) y la distancia recorrida (km), considerando en todos los transportes del Ciclo de Vida que el furgón inicialmente se encuentra a plena carga y que regresa vacío hasta su punto de origen.

6.3.4. Residuos Sólidos.

Los únicos residuos considerados son los asociados a los envases de las mermeladas y las cajas de cartón necesarias para el transporte. El escenario de desecho considerado con el software SimaPro 7.1 ha sido “basura de hogar”, considerando que el 70% en masa del envase (tapa de hojalata, vidrio y etiqueta de papel) es reciclado. No consideramos el 100% en masa de material reciclado, puesto que en el proceso de desecho por parte de los consumidores se producen pérdidas de materiales, yendo algunos de ellos directamente al vertedero municipal. Para el caso de las cajas de cartón consideramos un 100% en masa de material reciclado por ser las propias tiendas las que las depositarán en el contenedor adecuado.

6.4. Calidad de los Datos.

Los datos utilizados proceden en su mayoría de la empresa La Molienda, S.C.A.; otros datos referentes a los envases proceden de la empresa Sevillana Juvasa, S.L.; también se han incluido datos relativos a las etiquetas y cajas de cartón, datos de la empresa Malagueña Cartonajes Malagueños, S.L. Suponemos aceptable la fiabilidad de los datos suministrados por las tres empresas, considerando que los más importantes y representativos para el análisis fueron los suministrados por La Molienda.

6.4.1. Etapas del Proceso.

El Análisis se ha realizado obteniendo la producción anual de mermeladas de naranja y realizando después los correspondientes cálculos acerca de los cultivos, materiales y energía correspondientes únicamente a cada Unidad Funcional, es decir valores que finalmente se han introducido en el programa SimaPro 7.1.

6.4.2. Materias Primas y Energía.

Como comentábamos anteriormente, el consumo de agua no se ha considerado en la producción de las mermeladas de naranja, aunque sí en los riegos de los cultivos de naranjas ecológicas y no ecológicas.

El consumo energético solo se ha tenido en cuenta en la etapa de producción de las mermeladas de naranja, dentro de la empresa La Molienda. Para la fabricación de cajas de cartón y envases de las mermeladas no se ha tenido en cuenta por no disponer de los datos reales; el hecho de no tenerlo en cuenta no influye en el análisis, pues se trata de un análisis comparativo entre los dos tipos de mermelada y dicho aspecto no influirá en las conclusiones finales del proyecto.

6.4.3. Transporte.

En los cálculos de las distancias kilométricas se han consultado los itinerarios marcados por las guías de carretera (www.viamichelin.es); dichas distancias son aproximadas de punto de origen a punto de destino, necesarias para evaluar el impacto del furgón de entrega. El hecho de elegir un furgón de entrega de 3,5 toneladas (procedente de la base de datos BUWAL 250) es una posible opción que se ha decidido y si se hubiese elegido otro elemento de transporte con mayor capacidad tan solo hubiese influido en las emisiones atmosféricas y consumo de recursos para cada mermelada de naranja en particular, pero no influye en la comparación entre ambas mermeladas de manera significativa, pues se ha considerado el mismo medio de transporte en las dos mermeladas de naranja.

Se ha considerado que todas las materias primas se encuentran disponibles dentro de la Península Ibérica por ser la opción menos contaminante en lo que al transporte se refiere.

6.4.4. Emisiones Atmosféricas.

En lo respectivo a emisiones atmosféricas, los únicos datos empleados son los proporcionados por cada elemento del Ciclo de Vida procedentes del software SimaPro 7.1. Por otra parte, se ha considerado el efecto sumidero de CO₂ por parte de los naranjos, dato procedente de la bibliografía del Proyecto.

6.5. Análisis de las hipótesis planteadas y limitaciones.

En este apartado se valoran si las suposiciones empleadas y las soluciones empleadas debido a las posibles limitaciones en lo que respecta a la ausencia de datos son las adecuadas.

6.5.1. Etapas del Proceso.

Como se comentaba, las distintas etapas del proceso de fabricación de las mermeladas son las etapas incluidas en el Capítulo 4 y a partir de ellas hemos realizado nuestro Análisis del Ciclo de Vida de los productos.

6.5.2. Materias Primas y Energía.

Tal como se comentaba en el Capítulo 4, se han considerado las cantidades en masa facilitadas por La Molienda, necesarias para fabricar nuestros productos. Dichas materias primas para los productos son: las naranjas ecológicas, las naranjas no ecológicas, el azúcar de caña, el sirope de agave ecológico y la goma guar. Para las dos mermeladas hemos considerado despreciable la contribución al impacto por parte de la goma guar debido a su pequeño porcentaje en cada producto terminado.

Por otra parte, los datos acerca de los demás materiales necesarios para la distribución y venta de las mermeladas se han obtenido por parte de las empresas proveedoras de La Molienda; dichos materiales son: el vidrio, las tapas de hojalata, las etiquetas de papel y las cajas de cartón.

6.5.3. Transporte.

Como se comentaba, el hecho de elegir un furgón de entrega de 3,5 toneladas de capacidad máxima es una posible opción; además, las distancias recorridas en la entrega de las materias primas a las distintas empresas proveedoras de La Molienda y las distancias recorridas desde esas empresas hasta La Molienda, son muy imprecisas por no tener datos más aproximados sobre el transporte, ni tampoco sobre los distintos tipos de camiones de entrega empleados. Lo mismo sucedería con la distribución y venta de productos terminados desde La Molienda o los transportes de los residuos desde los contenedores hasta los centros de reciclaje. Aunque esto pueda parecer una gran desventaja en nuestro Análisis, esta desventaja no supone ningún problema, pues las cantidades producidas en la empresa de ambas mermeladas son similares, las distancias recorridas también lo son y el Análisis es Comparativo entre ambas.

7. CONCLUSIONES.

En este Capítulo recogemos los resultados del Análisis y las posibles mejoras en el Ciclo de Vida de nuestros productos. Las etapas con una mayor problemática ambiental dentro de la fabricación de las mermeladas de naranja son aquellas cuyos indicadores de impacto son mayores. Recordamos que se ha empleado el software SimaPro 7.1 y el método Eco-Indicador 99 para la realización del Análisis.

7.1. Conclusiones Generales del Análisis del Ciclo de Vida.

Apreciando los termómetros de cada elemento del Ciclo de Vida, apreciamos que tarro de vidrio es el elemento con mayor carga medioambiental en ambos tipos de mermelada.

Para el caso de la mermelada no ecológica al vidrio le siguen en potencial de carga medioambiental la tapa de hojalata, las naranjas, la etiqueta de papel y por último, la caja de cartón.

En el caso de la mermelada ecológica son las naranjas las que llevan asociado un menor impacto medioambiental.

Si evaluamos el daño de cada elemento del Ciclo de Vida de la Mermelada de Naranja no Ecológica, es el tarro el elemento que lleva asociado mayor uso de recursos minerales, contribuye aproximadamente en un 45% al consumo de combustibles fósiles, en un 60% a la categoría Acidificación/Eutrofización, en un 65% a la categoría de respiración de compuestos inorgánicos y aproximadamente contribuye en un 60% a la emisión de compuestos carcinógenos. Por otra parte, no podemos dejar de lado el efecto beneficioso del reciclaje del vidrio y los demás componentes del tarro para las mermeladas; efecto que apreciamos como un porcentaje negativo prácticamente en todas las categorías de impacto, principalmente en la categoría Ecotoxicidad.

También debemos destacar el efecto del furgón de reparto, principalmente en las categorías Respiración de Compuestos Orgánicos, Cambio Climático, Efectos sobre la Capa de Ozono y consumo de combustibles fósiles.

Dentro de la mermelada de naranja no ecológica, evaluando las distintas categorías de impacto procedentes de los cultivos de naranjas no ecológicas cabe destacar los altos niveles de Ecotoxicidad y Compuestos Carcinógenos del herbicida Diuron, empleado en los cultivos, así como los elevados niveles de Acidificación/Eutrofización, respiración

de compuestos inorgánicos y consumo de combustibles fósiles por parte del fertilizante Nitrógeno. Destacable ese también el efecto beneficioso respecto al Cambio Climático de los naranjos no ecológicos, por su potencial de absorción de CO₂.

En el caso del Ciclo de Vida de la Mermelada de Naranja Ecológica, la contribución por categorías de impacto es la misma que en el caso anterior; igualmente, el reciclaje es muy beneficioso con un porcentaje negativo a la contribución al impacto, especialmente en la categoría de Ecotoxicidad. También es destacable el efecto del furgón de reparto en las categorías Respiración de Compuestos Orgánicos, Cambio Climático, Efectos sobre la Capa de Ozono y consumo de combustibles fósiles.

Considerando la mermelada de naranja ecológica y los cultivos asociados de naranjas ecológicas debemos destacar los altos niveles de impacto del furgón de reparto en las categorías de impacto Compuesto Carcinógenos, Compuestos Orgánicos, Compuestos Inorgánicos, Capa de Ozono, Ecotoxicidad, Acidificación y consumo de Combustibles Fósiles.

En el último caso considerado, el escenario alternativo como cabe esperar, la contribución del camión de reparto es muy pequeña comparada con la contribución de los restantes elementos en las distintas categorías de impacto; por lo tanto, estamos ante una mejora en la distribución y venta de mermelada ecológica; la distribución y venta locales disminuyen el impacto medioambiental asociado al producto.

En el Capítulo 5 vimos las comparaciones entre los ciclos de vida de los productos. En dichas comparaciones corroboramos lo que afirmábamos antes:

- Existen ventajas en el uso la mermelada de naranja ecológica, pues su consumo lleva asociados menores valores de Ecotoxicidad, de contribución a la Acidificación/Eutrofización, menor contribución al Cambio Climático y menor consumo de combustibles fósiles.
- La mermelada de naranja ecológica en escenario alternativo lleva asociadas ventajas, es decir mucha menor contribución a las distintas categorías de impacto si la comparamos con la ecológica; es decir, el hecho de distribuir las mermeladas de naranja de manera local nos lleva a considerables disminuciones en las categorías de impacto: Compuestos Carcinógenos, Respiración de Compuestos Orgánicos, Respiración de Compuestos Inorgánicos, Cambio Climático, Radiación, efectos sobre la Capa de Ozono, Ecotoxicidad, Acidificación/Eutrofización, Uso de la Tierra, Uso de Minerales y consumo de Combustibles Fósiles.

Con todo esto concluimos que Ecológico y Local han de ser dos conceptos que deben ir unidos, pues a medida que aumenta el transporte en la distribución, la contribución a las distintas categorías de impacto aumenta muchísimo en magnitud. Si un producto ecológico se fabrica en un punto y se distribuye a grandes distancias, dicho producto habrá perdido gran parte de su componente ecológica, si lo que buscamos con un producto ecológico es minimizar la contribución a las distintas categorías de impacto.

Evidentemente, una de las partes más importantes asociadas a la fabricación de este tipo de productos es el acopio de materias primas; en nuestro caso, tal como se expuso en el capítulo 4, la principal materia prima son las propias naranjas, las cuales proceden de los cultivos, al igual que la caña de azúcar y el agave. Como hemos visto, los

tratamientos contra las malezas y enfermedades son distintos para el caso Ecológico y No Ecológico.

7.2. Conclusiones Sociales.

En este apartado establecemos las conclusiones sociales asociadas a la fabricación de ambas mermeladas de naranja. Como punto de partida a la fabricación de las mermeladas consideramos las naranjas procedentes de agricultores locales próximos a La Molienda; en la recogida y distribución de las naranjas hasta La Molienda intervienen aparte de los agricultores, conductores de furgones. De la misma manera sucede con el acopio de azúcar de caña desde Comercial Javier Casado en Valladolid; dicha empresa cuenta con 30 trabajadores en su equipo de trabajo y el sirope de agave ecológico procedente de la empresa Mapryser, S.L. con 10 trabajadores. Por otra parte, la empresa proveedora de tarros de vidrio es V Juvasa, S.L. Dicha empresa cuenta con una plantilla de 50 trabajadores. En cuanto a las etiquetas, la empresa encargada de su fabricación es la empresa Malagueña Precintos y Etiquetas, S.L. con una plantilla de 10 trabajadores. Para la fabricación de cajas de cartón consideramos la empresa Cartonajes Malagueños, S.L. con una plantilla de 50 empleados.

La empresa La Molienda cuenta con 5 trabajadores en su plantilla. Además debemos tener en cuenta también los empleos generados en la distribución y venta del producto terminado, así como en las etapas de recogida y reciclaje de residuos.

8. ESTUDIO ECONÓMICO.

8.1. Gestión del Proyecto.

A continuación presentamos el Análisis Económico derivado de la elaboración del presente Proyecto; lo hemos desglosado en distintos elementos para estudiar el valor monetario de los recursos empleados en ellos. En primer lugar se detallan los miembros integrantes del equipo de trabajo de este Proyecto, los cuales son responsables de los mayores costes de este Proyecto. El Proyecto se encuentra asignado a un Ingeniero Industrial, el cual trabaja a jornada completa en la realización de este Proyecto; su trabajo es revisado por la Directora y Jefa de Proyecto, profesora Titular en la Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid; la dedicación de la misma no es exclusiva a este Proyecto, puesto que tiene asignados otros Proyectos y labores educativas dentro de la Universidad de Valladolid.

En la realización del Inventario, el Ingeniero Industrial ha sido el encargado de recopilar toda la información de las empresas intervinientes en los productos, así como de extraer toda la información de la amplia Bibliografía que ofrecemos en el próximo Capítulo.

8.2. Costes de Realización del Proyecto.

El coste total asociado al Proyecto es la suma de los siguientes costes:

- Coste de Personal.
- Amortización de equipos.
- Costes de Material Consumible.
- Costes Indirectos.

Cuantificamos a continuación cada uno de estos costes.

8.2.1. Costes de Personal.

Para la realización de todas las tareas asociadas al Ciclo de Vida de los productos ha sido necesario el trabajo de un Ingeniero Industrial y de una Jefa de proyecto, profesora Titular de la Escuela de Ingenierías Industriales de Valladolid.

En la tabla 44 mostramos las retribuciones del equipo de trabajo, teniendo en cuenta la categoría profesional, el nivel salarial, el salario base y la cuota a la Seguridad Social.

	INGENIERO INDUSTRIAL	JEFA DE PROYECTO
Grupo profesional	IV	IV
Salario Base	742,22	1000,00
Plus Pagas Extraordinarias	123,70	166,67
Plus Transporte	37,50	37,50
Total Anual	10841,04	14450,00
Seguridad Social (€/año)	3794,36	5057,50
Total (€/año)	14635,40	19507,50

Tabla 44: Retribuciones del equipo de trabajo.

En la siguiente tabla mostramos una estimación de las horas efectivas anuales (2013.)

Días disponibles del Año	243
Sábados y Domingos disponibles del Año	64
Días Festivos del Año	5
Días de Vacaciones del Año	86
TOTAL DÍAS EFECTIVOS EN 2013	211
TOTAL HORAS EFECTIVAS EN 2013	1688

Tabla 45: Horas efectivas al año.

Para calcular el coste horario del equipo de trabajo dividimos la retribución total entre el número de horas efectivas en este año 2013; dichas horas las hemos obtenido a partir del total de días efectivos anuales y considerando una jornada de 8 horas.

	INGENIERO INDUSTRIAL	JEFA DE PROYECTO
COSTE HORARIO (€/h)	8,67	11,56

Tabla 46: Costes por hora del Ingeniero y Jefa de Proyecto.

A continuación enumeramos las fases de proyecto en las cuales hemos asignado unos porcentajes en función del tiempo estimado en su realización:

- Fase I: Definición de Objetivos y Alcance.
- Fase II: Recopilación de toda la información.
- Fase III: Análisis del Ciclo de Vida.
- Fase IV: Realización del Informe.
- Fase V: Revisión.

	INGENIERO INDUSTRIAL	JEFA DE PROYECTO
Fase I: Definición de Objetivos y Alcance	169 (10%)	10
Fase II: Recopilación de toda la información	506 (30%)	2
Fase III: Análisis del Ciclo de Vida	338 (20%)	2
Fase IV: Realización del Informe	506 (30%)	5
Fase V: Revisión	135 (8%)	11
TOTAL HORAS	1654	30
% DEL TOTAL	98,22	1,78

Tabla 47: Fases y horas empleadas en su realización.

Veamos en la siguiente tabla cuál será el Coste Personal por Fase del Proyecto; lo calculamos multiplicando el coste horario por el número de horas invertidas en cada una de las Fases. También calculamos el Coste Total en los dos miembros.

	INGENIERO INDUSTRIAL	JEFA DE PROYECTO
Fase I: Definición de Objetivos y Alcance	1465,23	115,60
Fase II: Recopilación de toda la información	4387,02	23,12
Fase III: Análisis del Ciclo de Vida	2930,46	23,12
Fase IV: Realización del Informe	4387,02	57,80
Fase V: Revisión	1170,45	127,16
COSTE PERSONAL	14340,18	346,80

Tabla 48: Coste Personal por Fase del Proyecto.

8.2.2. Costes de Amortización de Equipos.

En la siguiente tabla mostramos la descripción de los equipos empleados en el desarrollo de este Proyecto. Consideramos amortizaciones lineales a lo largo del período de vida útil de cada uno de los equipos; una vez agotado este período se supone valor residual nulo. Consideramos un modelo de amortización lineal en 5 años.

HARDWARE	2 ordenadores personales y 1 impresora
SOFTWARE	1 licencia del sistema operativo Windows XP, 1 licencia del sistema operativo Windows 7, 1 licencia de Microsoft Office 2007, 1 licencia de Microsoft Office 2013 y 1 licencia del programa SimaPro 7.1
MOBILIARIO DE OFICINA	2 mesas, 2 sillas y 1 estantería.

Tabla 49: Equipos empleados en el desarrollo del Proyecto.

En la tabla 50 recogemos el criterio para imputar el número de horas del Proyecto para calcular la amortización de estos equipos.

MATERIAL	CRITERIO DE IMPUTACIÓN	MOTIVO
HARDWARE	Mismo nº de horas empleadas en la realización del proyecto (aunque no todas las actividades requieran el uso durante todo el tiempo.)	La pérdida de valor de este material es más por obsolescencia que por el uso del mismo.
IMPRESORA	Número de copias obtenidas	El desgaste depende de las copias realizadas.
MOBILIARIO DE OFICINA	Uso del mismo, estimado 8 horas diarias.	La dedicación al Proyecto es casi exclusiva.

Tabla 50: Criterios de Reparto para la Amortización de los equipos.

Mostramos en la siguiente tabla los costes de amortización de los materiales utilizados:

MATERIAL	PRECIO (€)	AMORTIZACIÓN ANUAL (€/año)	AMORTIZACIÓN HORARIA (€/h)
Ordenador AMD Athlon 3,2 BOX	400	80	0,047
Licencia de Windows XP	140	28	0,017
Licencia de Office 2007	100	20	0,012
Licencia de SimaPro 7.1	4200	840	0,50
Impresora HP 720 C	200	40	0,024
Ordenador Portátil Packard Bell intel core duo	600	120	0,071
Licencia Windows 7	100	20	0,012
Licencia Office 2013	80	16	0,0095

Tabla 51: Coste de Amortización Horaria del material informático.

El Coste de Amortización de los equipos lo calculamos teniendo en cuenta la estimación del número de horas empleadas por cada equipo dentro del Proyecto. Apreciamos el cálculo en la tabla 52.

MATERIAL	TIEMPO EFECTIVO (h)	AMORTIZACIÓN HORARIA (€/h)	AMORTIZACIÓN TOTAL (€)
Ordenador AMD Athlon 3,2 BOX	1485	0,047	69,80
Licencia de Windows XP	1485	0,017	25,25
Licencia de Office 2007	1485	0,012	17,82
Licencia de SimaPro 7.1	338	0,50	169
Impresora HP 720 C	5	0,024	0,12
Ordenador Portátil Packard Bell intel core duo	11	0,071	0,78
Licencia Windows 7	11	0,012	0,13
Licencia Office 2013	11	0,0095	0,10
COSTE TOTAL DE AMORTIZACIÓN DE EQUIPOS (€)			283

Tabla 52: Costes Totales de Amortización de los Equipos.

8.2.3. Costes de Material Consumible.

Incluimos en este apartado el coste de los materiales utilizados y necesarios para la elaboración de la memoria del Proyecto, así como en las etapas previas del mismo, tales como Inventario, Documentación, Evaluación o Interpretación, entre otras actividades realizadas dentro el Proyecto. En la tabla 53 apreciamos los costes asociados a estos elementos.

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO (€/ud.)	TOTAL (€)
Papelería, paquetes de folios	2	4	8
Papelería, fotocopias	960	0,04	38,40
Papelería, libros	3	6	18
Bolígrafos	5	0,4	2
Calculadora	1	10	10
Archivadores	4	5	20
CD's	5	1	5
Cartuchos de tinta	2	6,30	12,60
COSTE TOTAL DE MATERIAL CONSUMIBLE (€)			114

Tabla 53: Costes de Material Consumible.

8.2.4. Costes Indirectos.

Se incluyen ahora los costes en los que se incurre en el día a día de las actividades, según el criterio de imputación. Veámoslo en la tabla 54.

CONCEPTO	CRITERIO DE IMPUTACIÓN	COSTE (€)
Consumo eléctrico	Ordenador y luz (kwh)	123,47
Teléfono e Internet	Horas	112,53
Consumo de Agua	Metros Cúbicos	30
Calefacción	Metros Cuadrados	119,48
TOTAL COSTES INDIRECTOS (€)		385,48

Tabla 54: Costes Indirectos.

8.3. Coste Total del Proyecto.

Lo calculamos como suma de los Costes de Personal, Costes de Amortización, Costes de Material Consumible e Indirectos anteriormente calculados, tal cual mostramos en la tabla 55.

CONCEPTO	IMPORTE (€)
COSTE DE PERSONAL	14686,98
COSTE DE AMORTIZACIÓN	283
COSTE DE MATERIAL CONSUMIBLE	114
COSTES INDIRECTOS	385,48
COSTE TOTAL DEL PROYECTO	15469,46

Tabla 55: Costes Totales del Proyecto.

Es decir, en toda la realización de este Proyecto **el Coste Total Asociado es de Quince Mil Cuatrocientos Sesenta y Nueve Euros con Cuarenta y Seis Céntimos.**

ANEXO I: CUESTIONARIO DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE INVENTARIO.

1. Los cultivos de naranjas ecológicas y no ecológicas. Datos sobre los riegos, los tratamientos químicos y biológicos contra las plagas y enfermedades. Tipos y cantidades de abono en los naranjos ecológicos y no ecológicos.
2. Fabricación de las naranjas ecológicas y no ecológicas en la empresa La Molienda, S.C.A.
3. Datos sobre el producto terminado: cantidades anuales producidas, proveedores, distribuidores y puntos de venta.
4. Datos sobre el consumo de gasoil y electricidad por cada kg de producto terminado.
5. Dentro de la empresa proveedora de azúcar de caña, Comercial Javier Casado, S.L. datos sobre los orígenes y transporte del azúcar de caña.
6. Dentro de la empresa proveedora del sirope de agave ecológico, datos sobre los orígenes y transporte del sirope de agave ecológico.
7. Dentro de la empresa V Juvasa, S.L. datos sobre el proceso de fabricación y formatos de los tarros y sus tapas.
8. Dentro de la empresa Precintos y Etiquetas, S.L. datos sobre el proceso de fabricación de las etiquetas para los tarros de vidrio.
9. Dentro de la empresa Cartonajes Malagueños, S.L. datos relativos a la fabricación y formatos de cajas de cartón para embalaje.

ANEXO II: TABLAS DE LOS FACTORES DE CARACTERIZACIÓN.

Compuesto	Potencial de Calentamiento Global. Horizonte Temporal: 100 años. (kg _{equiv} de CO ₂ /kg de sustancia)
CH ₄	11
N ₂ O	270
CFC-11	4000
CFC-12	8500
CFC-13	11700
CFC-113	4500
CFC-114	9300
CFC-115	9300
CCl ₄	1400
CH ₃ CCl ₃	110
HCFC-22	1700
HCFC-141B	630
HCFC-142B	2000
HCFC-123	93
HCFC-124	480
HCFC-225CA	170
HCFC-225CB	530
H-1301	5600
HFC-23	12100
HFC-32	580
HFC-43-10MEE	1600
HFC-125	3200
HFC-134	1200
HFC-134A	1300
HFC-152A	140
HFC-143	290
HFC-143A	4400
HFC-227EA	3300
HFC-236FA	8000
HFC-245CA	610
CHCl ₃	5
CH ₂ Cl ₂	9
SF ₆	24900
CF ₄	6300
C ₂ F ₆	12500
C-C ₄ F ₈	9100
C ₆ F ₁₄	6800

Tabla 56: Potencial de Calentamiento Global.

Compuesto	Potencial de Destrucción de Ozono. (kg _{equiv} de CFC-11/kg de sustancia)
CH ₃ Cl ₃	0,12
CFC-11	1
CFC-113	1,07
CFC-114	0,8
CFC-115	0,5
CFC-12	1
CFC-13	1
H-1201	1,4
H-1202	1,25
H-1211	4
H-1301	16
H-2311	0,14
H-2401	0,25
H-2402	7
HCFC-123	0,02
HCFC-124	0,022
HCFC-141b	0,11
HCFC-142b	0,065
HCFC-22	0,055
HCFC-225ca	0,025
HCFC-225cb	0,033

Tabla 57: Potencial de Destrucción de Ozono.

Compuesto	Potencial de Acidificación. (kg _{equiv} de SO ₂ /kg de sustancia)
NH ₃	1,88
HCl	0,88
HF	1,6
NO	1,07
NO ₂	0,7
NO _x	0,7
SO ₂	1
SO _x	1

Tabla 58: Potencial de Acidificación.

Compuesto		Potencial de Nitrificación. (kg _{equiv} de PO ₄ ³⁻ /kg de sustancia)
Emisiones al aire.	NH ₃	0,33
	NO ₃ ⁻	0,42
	NO	0,2
	NO ₂	0,13
	NO _x	0,13
	PO ₄ ³⁻	1
Emisiones al agua.	DQO	0,022
	NH ₃	0,33
	NH ₄ ⁺	0,33
	N total	0,42
	P total	3,06

Tabla 59: Potencial de Nitrificación.

Compuesto		Potencial de Toxicidad por Metales Pesados. (kg _{equiv} de Pb/kg de sustancia)
Emisiones al aire.	Óxido de Cadmio	50
	Cadmio	50
	Mercurio	1
	Manganeso	1
	Plomo	1
	Arsénico	1
Emisiones al agua.	Boro	0,03
	Bario	0,014
	Cadmio	3
	Cromo	0,2
	Cobre	0,005
	Magnesio	10
	Manganeso	0,02
	Molibdeno	0,14
	Níquel	0,5
	Plomo	1
Antimonio	2	

Tabla 60: Potencial de Toxicidad por Metales Pesados.

Compuesto	Toxicidad por Sustancias Cancerígenas. (kg _{equiv} de Benzo- α -pireno/kg de sustancia)
Arsénico	0,044
Benceno	0,000044
Benzo- α -pireno	1
Cromo (VI)	0,44
Hidrocarburos aromáticos	0,000044
Etilbenceno	0,000044
Fluoranteno	1
Níquel	0,0044
Hidrocarburos poliaromáticos	1

Tabla 61: Toxicidad por Sustancias Cancerígenas.

Compuesto	Toxicidad de Smog Invernal. (kg _{equiv} de SPM/kg de sustancia)
SO ₂	1
SO _x	1
SO ₂	1
Polvo	1
Hollín	1

Tabla 62: Toxicidad de Smog Invernal.

Compuesto	Toxicidad de Smog de Verano (kg _{equiv} de C ₂ H ₄ /kg de sustancia)
1,1,1-tricloroetano	0,021
1,2-dicloroetano	0,021
Acetileno	0,168
Acetona	0,178
Ácido ftálico anhidro	0,761
Alcoholes	0,196
Aldehídos	0,443
Benceno	0,189
Caprolactama	0,761
Clorofenoles	0,761
COV's (sin metano)	0,416
Diclorometano	0,021
Dietil éter	0,398
Difenil	0,761
Estireno	0,761
Etanol	0,268
Etilen óxido	0,377
Etilenglicol	0,196
Fenol	0,761
Formaldehído	0,421
Gasolina	0,398
Hexaclorobifenil	0,761
Hidrocarburos	0,398
Hidrocarburos alifáticos	0,398
Hidrocarburos aromáticos	0,761
Hidrocarburos clorados	0,021
Hidrocarburos poliaromáticos	0,761
Hidróxidos	0,377
Isopropanol	0,196
Metano	0,007
Metil mercaptano	0,377
Naftaleno	0,761
Pentano	0,408
Petróleo	0,398
Propanal	0,603
Propano	0,420
Propeno	1,030
Terpentina	0,377
Tetraclorometano	0,021
Tolueno	0,563
Tricloroetano	0,021
Vinilacetato	0,223
Vinilcloruro	0,021
Xileno	0,85

Tabla 63: Toxicidad de Smog de Verano.

ANEXO III: SOFTWARE SIMAPRO 7.1 Y EL MÉTODO ECO-INDICADOR'99.

1. Introducción.

En el Capítulo 2, en el apartado “Herramientas informáticas para el ACV” citamos múltiples herramientas informáticas para realizar el ACV. Dentro de ellas, utilizaremos una en concreto, SimaPro en su versión 7.1, por ser un programa de uso extendido dentro de la industria y una de las herramientas que nos ayuda a realizar nuestro análisis.

2. Definición del sistema.

- Desarrollo del sistema.

Las cajas o plantillas de trabajo, se usan para desarrollar el sistema a evaluar en el análisis. Los ensambles se desarrollan al especificar las entradas de material/ensamble y los procesos en los que se manipulan las entradas. Los requerimientos de transporte y energía se incluyen como procesos. Las emisiones procedentes de estos materiales/ensambles y de los procesos, están contenidas en la base de datos para calcular el inventario. Las cajas de Ciclo de Vida completan el Ciclo de Vida del sistema al especificar los escenarios de uso y disposición. También existen las cajas de Desensamble y Reuso, que pueden ser combinadas con las cajas de escenarios de disposición, para modelar el escenario del fin de vida.

- Edición del Sistema.

Podemos editar todas las cajas y bases de datos en cualquier momento dentro del programa. Desde las opciones de “Menú” podemos acceder y abrir cualquier caja.

- Almacenamiento del Sistema.

Los ensambles previamente definidos y guardados pueden usarse en otro sistema cualquiera. El usuario puede también definir escenarios complejos dentro del conjunto de cinco bases de datos, permitiendo su uso continuo. Son posibles los enlaces entre procesos dentro de las bases de datos de procesos.

3. Datos y gestión de datos.

- Tipos de Datos Embebidos.

Aunque SimaPro contiene cinco bases de datos (procesos, métodos, sustancias, unidades y cantidades), la base de datos Proceso es la única que contiene el uso de recursos, emisiones y datos del producto para siete categorías diferentes (materiales, energía, transporte, procesado, uso, residuos y tratamiento de residuos.) La inmensa mayoría de los datos son de procedencia holandesa.

- Indicadores de Calidad de Datos.

Disponemos de un campo de fuente por cada entrada de base de datos para especificar la calidad de los datos. El acceso a esta información solo está disponible a través de la opción “Base de Datos”.

- Otros Campos Descriptivos.

Disponemos de campos de comentario textual para cada entrada de la base de datos para que pongamos las explicaciones pertinentes. Cada entrada dentro de una caja de ensamble lleva asociado un campo de comentario para descripciones personalizadas dentro de un sistema complejo.

- Protección de Datos.

No existe protección de datos. No es posible limitar el acceso del usuario a ciertas porciones de datos.

- Edición de Datos.

Se puede acceder a todos los datos y además, editarlos.

- Datos definidos por el Usuario.

Aunque no podemos importar datos desde aplicaciones de gestión de datos, podemos definir fácilmente procesos únicos al acceder a las bases de datos, e introducir entradas, salidas y enlazar a entradas de bases de datos existentes. Podemos definir mediante bases de datos las unidades y los métodos de análisis.

4. Flexibilidad.

- Flexibilidad Unitaria.

Dentro de las bases de datos Unidades y Cantidades, podemos definir cualquier unidad y su conversión a las unidades estándar usadas por el programa: masa (recursos y emisiones), kilogramos (kg); energía, megajulios (MJ); transporte, Toneladas por kilómetro(t-km.)

- Uso de Fórmulas.

El sistema es estático, es decir no se usan fórmulas. Las entradas del proceso son de la base de datos del programa. Los datos están enlazados y los cambios en un proceso pueden también causar cambios en los procesos enlazados.

- Asignación.

La asignación la llevamos a cabo, es decir la especificamos dentro de los archivos de la base de datos. Para todas las entradas y salidas de un proceso, un porcentaje puede enlazarse a cada flujo para asignar emisiones: los porcentajes deben sumar cien.

SimaPro también admite el concepto de emisiones evitadas, los materiales reutilizados y reciclados incluidos en el sistema definido pueden incluirse de nuevo en el inventario.

5. Método Eco-Indicador'99.

- Introducción.

El Ecoindicador'99 de un material, proceso o componente es un número real que indica el impacto medioambiental asociado. Cuanto mayor es, mayor es el impacto medioambiental.

El Ecoindicador se expresa en milipuntos (mPts) por Unidad Funcional. Para los materiales esta unidad funcional es el kilogramo, así el indicador permite obtener datos para producción de 1kg de material.

- Efectos Medioambientales.

Los Efectos Medioambientales que se incluyen en el Eco-Indicador'99 son aquellos que dañan los ecosistemas o la salud humana según la escala Europea. Efectos incluidos:

- Efecto Invernadero: provoca un incremento de la temperatura global de la Tierra como resultado del aumento en la concentración de gases que restringen la radiación infrarroja de la Tierra al exterior.
- La reducción de la capa de ozono: provoca el aumento de la radiación ultravioleta en la Tierra causado por la desaparición de la capa de ozono.
- Acidificación: produce la degradación de los bosques, monumentos, etc. por ejemplo, por la lluvia ácida.
- Eutrofización: produce la desaparición de algunas plantas, que crecen especialmente en suelos pobres, debido a las emisiones de ciertas sustancias, las cuales tienen un efecto fertilizante y producen cambios en los ecosistemas acuáticos.
- Metales pesados: producen daños a la Salud; estos metales pesados se encuentran en el suelo, el agua y el aire.
- Sustancias cancerígenas: provocan cáncer en la población; citamos como ejemplos de sustancias cancerígenas los hidrocarburos poliaromáticos.
- Smog Invernal: se produce por las emisiones de polvo y SO₂.
- Smog de Verano: se forma en los picos de temperatura de verano, debido a aumentos en la concentración de ozono.
- Pesticidas: se produce un descenso de la calidad de las aguas subterráneas debido a la lixiviación de pesticidas.

Los efectos que no se incluyen son:

- Sustancias tóxicas que constituyen un problema en el lugar de trabajo (fabricación), pero que apenas tienen influencia alguna en el Medio Ambiente exterior, puesto que se descomponen rápidamente.
 - La disminución de materias primas.
 - La cantidad de malos usos; incluimos los efectos de malgastar en los procesamientos.
- Cálculo del Eco-Indicador'99.

Los Inventarios de Ciclo de Vida (ICV) para materiales, procesos y componentes se crean para recopilar los datos sobre impacto medioambiental. Estos datos se usan para calcular los Ecoindicadores según el método Eco-Indicador'99.

En primer lugar, se calcula un resultado para el efecto medioambiental.

Después esos resultados se normalizan comparándolos con los niveles actuales de efecto medioambiental por Europeo y por año. La normalización revela qué efectos son mayores y cuáles menores en términos relativos. Esto no quiere decir nada acerca de la importancia relativa del efecto. Por ello, los efectos se multiplican por un factor de ponderación. Estos factores de ponderación subjetivos se determinan de acuerdo con la distancia al objetivo principal. La idea subyacente es que existe una correlación entre la seriedad de un efecto y la diferencia entre el nivel actual y el nivel que se pretende alcanzar o nivel objetivo.

Después de ponderar los resultados de todos los efectos, se pueden resumir en un resultado global; el resultado es el valor total del Eco-Indicador'99.

BIBLIOGRAFÍA.

Libros y Documentos de Consulta.

- Braungart Michael y William McDonough. “Cradle to cradle”, rediseñando la forma en que hacemos las cosas.” Editorial McGraw-Hill, 2005.
- Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Fundamento y estado actual de las recomendaciones de abonado de la caña de azúcar.
- Documentos técnicos relativos al cultivo de naranjos ecológicos facilitados por el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica:
 - La Citricultura Ecológica.
 - Fauna Auxiliar. Control Biológico.
 - Ecoguía. Guía Directorio de Empresas y Entidades de Referencia del Sector Ecológico.
 - El Manejo Integrado Orgánico de Plagas.
 - Cálculo de la dosis de riego.
- Fullana Pere y Rita Puig. “Análisis del ciclo de vida”. Rubes Editorial, S.L. 1997.
- Goedkoop Mark y Michiel Oele. Manuales del software SimaPro 7.1.”Análisis del Ciclo de Vida”. Pré Consultants. 2004.
- Goleman, Daniel. “Inteligencia Ecológica”. Barcelona: Editorial Kairós, 2009.
- Legaz Paredes, Francisco; Primo Millo, Eduardo. “Normas para la fertilización de los agrrios”, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- Montaña Vallinas, José Alberto. “Análisis del Ciclo de Vida de un Sistema Producto: disco de freno ventilado de fundición gris para el sector de automoción.” Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid, 2004.
- Mínguez Sancha, Juan Pablo, “Análisis del Ciclo de Vida (ACV) comparativo entre una instalación de calefacción por suelo radiante y una instalación de calefacción por radiadores.” Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid, 2009.

Normativa.

- UNE-EN ISO 14040. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA. PRINCIPIOS Y ESTRUCTURA. (1996.)
- UNE-EN ISO 14041. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA. DEFINICIÓN DEL OBJETIVO, ALCANCE Y ANÁLISIS DE INVENTARIO. (1998.)
- UNE-EN ISO 14042. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA. EVALUACIÓN DE IMPACTO DEL CICLO DE VIDA. (2000.)
- UNE-EN ISO 14043. GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA. INTERPRETACIÓN DEL CICLO DE VIDA. (2000.)

Direcciones de Internet.

- <http://www.setac.org/>
The Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC.)
[Consulta: 30 de abril de 2010.]
- http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?numapartat=6&id=143
Definición de Análisis de Ciclo de Vida según la SETAC.
[Consulta: 30 de abril de 2010.]
- http://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n_del_ciclo_de_vida
Análisis del Ciclo de Vida.
[Consulta: 4 de mayo de 2010.]
- <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/build/acv.pdf>
La madera en la construcción y el Análisis del Ciclo de Vida.
[Consulta: 4 de mayo de 2010.]
- http://www.minas.upm.es/relext/Red-Cyted-XIII/web-rimin/rimin1/jornadas/01ibermac_pdf/09_Ambiental/Espi.pdf
El Análisis del Ciclo de Vida aplicado a los materiales de de construcción: “El Granito de la Comunidad de Madrid.”
[Consulta: 4 de mayo de 2010.]
- <http://www.productos-ecologicos.com>
Productos Ecológicos.
[Consulta: 4 de mayo de 2010.]
- <http://www.natursoy.es/continguts/bio.php>
Mundo Ecológico. Diez buenas razones para consumir productos ecológicos.
[Consulta: 4 de mayo de 2010.]

- <http://www.slideshare.net/ECODES/herramientas-de-ecodiseo-analisis-del-ciclo-de-vida-de-los-productos-1073413>
Herramientas de Eco-diseño: Análisis del ciclo de vida de los productos, Chiminelli Sarría, Agustín. Instituto Tecnológico de Aragón.
[Consulta: 27 de julio de 2010.]
- <http://medioambienteok.blogspot.com/2009/03/iso-14040-ana-liza-el-ciclo-de-vida-acv.html>
Serie de Normas ISO 14040.
[Consulta: 6 de septiembre de 2010.]
- <http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=ES&navID=lcaSmesStandardReg&subNavID=3&pagID=1&flag=1>
Programas Informáticos sobre Análisis del Ciclo de Vida.
[Consulta: 6 de septiembre de 2010.]
- <http://www.xarxaambiental.es/media/files/22.06.2009-ponencias/60412-Herramientas%20informaticas%20para%20Ecodise%C3%B1o.pdf>
Dobón, Antonio (2009): Herramientas Informáticas de Ecodiseño,
[Consulta: 6 de septiembre de 2010.]
- <http://www.pre.nl/simapro/manuals/default.htm#additional>
Programa SimaPro 7.1, manuales y Análisis del Ciclo de Vida.
[Consulta: 11 de noviembre de 2010.]
- <http://www.molienda.es>
Empresa La Molienda S.C.A.
[Consulta: 23 de marzo de 2011.]
- <http://oneprocso.webcindario.com/Mermeladas.pdf>
Proceso de fabricación de la mermelada.
[Consulta: 12 de marzo de 2013.]
- <http://frutasymermeladas.galeon.com/>
Definición de la mermelada de fruta, las materias primas utilizadas, el proceso de fabricación y los defectos que pueden aparecer en las mermeladas.
[Consulta: 12 de marzo de 2013.]
- http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU15.HTM#A1
Proceso de fabricación de la mermelada de naranja.
[Consulta: 26 de marzo de 2013.]
- http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU15.HTM#A4
Proceso de fabricación de las mermeladas y otros productos.
[Consulta: 2 de abril de 2013.]

- http://es.wikipedia.org/wiki/Grado_Brix
Definición de lo que es un Grado Brix.
[Consulta: 2 de abril de 2013.]
- <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wp/F5E1997A2F731A95C1256F250063FAA4?Opendocument>
Guía Técnica por sectores, frascos y tarros de vidrio.
[Consulta: 2 de abril de 2013.]
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Vidrio>
Descripción del vidrio y su fabricación.
[Consulta: 18 de mayo de 2013.]
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Hojalata>
La Hojalata y sus propiedades.
[Consulta: 28 de mayo de 2013.]
- http://www.ingenieroambiental.com/4012/AdT_reciclaje-Hojalata-2.pdf
Reciclaje de la Hojalata.
[Consulta: 28 de mayo de 2013.]
- <http://www.inforeciclaje.com/reciclaje-aluminio.php>
Vídeo de National Geographic sobre el reciclaje del aluminio.
[Consulta: 28 de mayo de 2013.]
- http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_Hall-H%C3%A9roult
Proceso Hall-Héroult para la obtención de aluminio.
[Consulta: 29 de mayo de 2013.]
- <http://www.infoagro.com>
Cultivo del naranjo.
[Consulta: 29 de mayo de 2013.]
- <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/>
Guía técnica Ainia de envase y embalaje.
[Consulta: 4 de junio de 2013.]
- <http://www.ihobe.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=414a18ef-dd57-4b40-8746-407d517f7bda>
Manual Práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos.
[Consulta: 5 de Julio de 2013.]
- <http://www.juvasa.com>
Página Web de la empresa V JUVASA, S.L. sobre envases y embalajes.
[Consulta: 29 de julio de 2013.]

- <http://www.economiaandaluza.es/sites/default/files/Informe%20Sector%20C%203%20ADtricos.pdf>
Informe del sector de los cítricos.
[Consulta: 7 de Agosto de 2013.]
 - <http://es.verallia.com/>
Empresa fabricante de tarros de vidrio.
[Consulta: 7 de Agosto de 2013.]
 - <http://www.decorlyde.com/vidrio>
Nicolás, fábrica de envases de vidrio.
[Consulta: 7 de agosto de 2013.]
 - <http://articulos.infojardin.com/Frutales/fichas/naranjos-cultivo-naranjo.htm>
Cultivo del naranjo.
[Consulta: 7 de agosto de 2013.]
 - http://www.agrorganics.com/es/comprar-control-de-plagas.html?gclid=CLjFo5bH8rgCFefJtAodB2EAhQ?__store=es
Pesticidas Ecológicos.
[Consulta: 10 de agosto de 2013.]
 - <http://infoagro.com/hortalizas/pulgones.htm>
Control de Áfidos o Pulgones.
[Consulta: 10 de agosto de 2013.]
 - <http://www.seea.es/index.php/divulgacion/minador-de-las-hojas-de-los-citricos>
Minador de las hojas.
[Consulta: 10 de agosto de 2013.]
 - <http://www.productosdeneem.com/agricult.htm>
Aceite de Neem.
[Consulta: 10 de agosto de 2013.]
 - http://www.uach.cl/externos/Guia_Herbicidas/Frutales/Citricos.htm
Herbicidas recomendados en cítricos.
[Consulta: 12 de agosto de 2013.]
 - http://es.wikipedia.org/wiki/Saccharum_officinarum
La caña de azúcar.
[Consulta: 13 de agosto de 2013.]
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Agave#Usos>
El agave.
[Consulta: 13 de agosto de 2013.]