



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIOS Y PLAN DE DESARROLLO
PARA UNA EMPRESA START-UP BIOTECNOLÓGICA EN ETAPA
TEMPRANA**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

IGNACIO HERNÁN ARDILES QUIROZ

PROFESOR GUÍA:
IVÁN DÍAZ CAMPOS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
ERNESTO TIRONI BARRIOS
PAMELA OSORIO REINBERG

SANTIAGO DE CHILE
2017

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: Ingeniero Civil Industrial
POR: Ignacio Ardiles Quiroz
FECHA: 14/03/2017
PROFESOR GUÍA: Iván Díaz Campos**

**ANÁLISIS INTERNO Y EXTERNO DEL PROYECTO PLA, PARA EL DISEÑO DE
UNA ESTRATEGIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y UNA HOJA DE RUTA.**

El proyecto PLA corresponde una investigación aplicada en el área biotecnológica que busca probar la producción de un bio plástico (ácido poli láctico) a través de organismos genéticamente modificados. De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo busca orientar la actividad científica asociada al proyecto PLA, hacia un mercado atractivo que permita explotar la invención en favor de obtener beneficios. De esta forma se elabora una metodología que consta de 5 etapas:

La primera etapa desarrolla un análisis del mercado global de los polímeros destinados a envases, valorado en 270 B de USD para el año 2014. Dentro de este mercado se destaca el segmento de los biopolímeros valorado en 3.5 billones de USD, en el cual participa el ácido poli láctico con un 12% de la producción. Se realizan dos análisis: fuerzas de Porter y análisis PEST donde se concluye que el segmento de biopolímeros es un mercado atractivo para explotar la tecnología pues posee altas tasas de crecimiento (respecto al mercado global), condiciones externas favorables de producción y un alto margen de crecimiento para los siguientes años.

La segunda etapa desarrolla un análisis del estado del arte el cual se basa en el análisis de patentes. El análisis se basa en un flujo de trabajo diseñado por Abbas (2014) donde se elabora una base de datos de patentes, se estructuran y se extraen datos relevantes de las mismas. Luego se elabora un análisis sobre la competencia, predicciones de la tecnología y el nivel inventivo de los conceptos propuestos por el proyecto PLA. Así se determina que los conceptos no poseen nivel inventivo pues consideran réplicas de inventos desarrollados en 2008 y no resuelven los problemas de la técnica detectados para 2013.

La tercera etapa implica un análisis FODA del equipo respecto a las condiciones planteadas a las etapas 1 y 2. Los resultados, indican que existe una clara desventaja del equipo respecto a la competencia detectada (tanto es aspectos técnicos como recursos). Esto involucra un alto riesgo debido a que la competencia logre desarrollar las soluciones a la técnica antes que el equipo.

La cuarta etapa corresponde al diseño de una estrategia de propiedad intelectual, donde se elabora un modelo de negocios basado en un objeto tecnológico, el cual es licenciado a determinados clientes. Así se determina un valor de la tecnología estimado entre 0.023 y 1.698 millones de dólares (según distintos escenarios). Una quinta etapa que considera el desarrollo de una hoja de ruta para dar solución a los problemas de la técnica detectados en la segunda etapa. De esta forma se elabora una planificación que considera 3 etapas dentro de un periodo de 4 a 6 años y una inversión de hasta 380 Millones de pesos (568,096 dólares).

Finalmente se evalúa financieramente mediante el criterio de costo-beneficio y la tasa interna de retorno, donde se obtiene que el proyecto es económicamente viable solo en un caso optimista. Así se concluye que el proyecto hoy no es viable en el corto plazo, pero puede ser gestionado por centros de investigación con una visión de largo plazo y financiado por fondos de alto riesgo.

AGRADECIMIENTOS

El proceso de escribir mi tesis ha involucrado mucho tiempo de mi vida considerando desde la formación académica iniciada una vez ingresado a la universidad el año 2010. Esta etapa ha sido un largo camino de nuevas experiencias en las que he conocido nuevas amistades, me he formado en distintos aspectos de mi vida y he sorteado obstáculos que nunca antes había logrado. Cada experiencia ha sido una oportunidad aprovechada y por lo mismo quiero partir por agradecer a cada una de las personas y situaciones que me han hecho ser quien soy ahora.

Partir agradeciendo entonces a mis padres queridos, Lorena y Gerardo, quienes me han apoyado en todo momento y siempre me han guiado por un camino de bondad. A mis hermanos Valentina y Cristóbal por ser constante fuente de inspiración dentro de mí y un apoyo incondicional en todas las etapas de la vida. En general a toda mi familia.

Por otra parte quiero agradecer a mis amigos de Copiapó (mi ciudad de origen) Fernando, Luis, Andrés, Matías, Ponce, Quevedo, Alejandra, Lazo, Pablo y con quienes he vivido experiencias únicas a lo largo de mi vida y siempre formaran parte de mi esencia. Gracias a ellos creo que los hermanos no se encuentran solo en la familia.

En mi etapa universitaria agradezco a grandes amigos, de otras zonas con quienes he podido disfrutar esta etapa que considero la mejor de mi vida hasta ahora. Javier, Colocho, Avendaño, Manríquez, Nico, Suave, Rojo y grandes personas que fui conociendo al final como el Max y la Marti les agradezco por su amistad, ayudas y lindas situaciones que se generaron en esta etapa. Me llevo grandes recuerdos y buenos momentos en esta etapa.

Por otra parte quiero agradecer a grandes profesores que me han guiado durante este camino y a los cuales les dedico este trabajo. A mis profesores de plan común, Carlos Conca, Héctor Augusto y Fernando Lema, así como también a los profesores de Carrera Carmen Cordero, Carlos Vignolo, Andrés Musalem y Claudio Pizarro, quienes han despertado en mí un interés muy particular por la ingeniería, los proyectos y la carrera en general. Gracias por sus increíbles cátedras, entretenidas, de alto nivel y por sobre todo su disposición con los cursos.

Agradecer explícitamente al Profesor Mariano Pola por haber acompañado incondicionalmente en este trabajo, desde la gestación hasta los últimos meses de desarrollo. Esta obra va dedicada a él y espero pueda reflejar el nivel que se requiere para este trabajos.

Finalmente agradecer a la vida, a la incertidumbre de este increíble regalo que nos entregan sin un propósito claro. Una especial dedicación a mi amigo hermano Joaquín Bernales que falleció el año 2015 y lamentablemente hoy no está para compartir este regalo. Tu luz sigue conmigo, y espero volver a verte alguna vez querido amigo para contarte todo lo que he logrado gracias a ti y a quienes me rodean. Un beso al cielo.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 La insustentable industria del plástico	1
1.2 Los bioplásticos como alternativa	1
1.3 La Biología Sintética y el proyecto PLA	2
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
3. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1 ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE PORTER	4
3.2 ANALISIS PEST	5
3.3 ANALISIS FODA	6
3.4 PROPIEDAD INTELECTUAL	6
3.5 ANALISIS DE PATENTES	7
3.6 ESTRATEGIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	8
3.7 MODELO CANVAS	9
3.8 HOJA DE RUTA (ROADMAP)	10
4. METODOLOGÍA	11
CAPITULO 2: ANÁLISIS DE MERCADO	13
1. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA	13
2. SEGMENTO DE POLIMEROS BIOBASADOS	14
2.1 Ácido Poliláctico (PLA)	17
2.2 Polihidroalcanoatos (PHA's)	19
3. CONTEXTO GLOBAL DE LA INDUSTRIA DE POLIMEROS	20
4. CADENA DE VALOR Y OPORTUNIDAD PARA LOS BIOPLÁSTICOS	21
5. ANÁLISIS POLÍTICO, ECONÓMICO, SOCIAL Y TECNOLÓGICO	24
5. ANALISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PORTER.	25
6.1 Amenaza de nuevos competidores:	25
6.2 Amenaza de sustitutos	26
6.3 Poder de los proveedores.	26
6.4 Poder de los compradores	27
6.5 Rivalidad entre competidores	27
6. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS	28
CAPITULO 3: ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE	29
1. TRASFONDO DEL ARTE	29
2. ANALISIS DE PATENTES	31
2.1 CONSTRUCCION DE BASE DE DATOS.	31
2.2 EXTRACCIÓN DE DATOS DE LAS ESTRUCTURAS	31
2.3 ANALISIS DE LOS DATOS	33
CAPITULO 4: ANÁLISIS DEL EQUIPO	39
1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:	39
2. ANALISIS FODA DEL EQUIPO	40
3. CONCLUSIONES DEL CAPITULO	42
CAPITULO 5: ESTRATEGIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	44
1. IDENTIFICACIÓN DEL ACTIVO PROTEGIBLE	44
2. PROTECCIÓN	44
3. VALORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	46
3.1 Ventaja competitiva	46

3.2	Beneficios del concepto a desarrollar.....	48
3.3	Flujo de caja de los beneficios	50
4.	COMERCIALIZACIÓN	51
	CAPITULO 6: HOJA DE RUTA.....	54
1.	OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS	54
2.	PLANIFICACIÓN DE LAS ETAPAS, DESAFÍOS E INVERSIÓN	54
2.1	Etapa 1: Alcanzar un estado avanzado en el arte	54
2.2	Etapa 2: Implementación de Mejoras tecnológicas.....	58
2.3	Etapa 3: Prototipo y Pruebas a escala.....	61
3.	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA HOJA DE RUTA.....	64
	CAPITULO 7: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y CONCLUSIONES.....	66
1.	FACTIBILIDAD FINANCIERA:.....	66
1.1	Análisis costo beneficio	66
1.2	Análisis de la Tasa Interna de Retorno.....	66
2.	FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO	67
3.	CONCLUSIONES.....	67
	BIBLIOGRAFÍA	70
	ANEXOS	75

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Diagrama ilustrado sobre el proyecto PLA. Fuente: Openbio Uchile.....	3
Ilustración 2:	Diagrama de las cinco fuerzas de Porter. Fuente: Elaboración propia.....	5
Ilustración 3:	Diagrama Análisis FODA. Fuente: Elaboración propia.....	6
Ilustración 4:	Diagrama flujo de trabajo general sobre análisis de patentes. Fuente: Abbas (2014).....	8
Ilustración 5:	Modelo Canvass. Fuente: Sebastián Andrade (2012)	10
Ilustración 6:	Diagrama de metodología a desarrollar en el presente trabajo. Fuente: Elaboración Propia.....	12
Ilustración 7:	Capacidad instalada y proyecciones estimadas de plásticos biobasados. Fuente: nova-institute (2015).	15
Ilustración 8:	Gráfica comparativa producción global polímeros (bio basados solo representan el 2% de la capacidad total). Fuente: Nova-Institute (2015).....	16
Ilustración 9:	Gráfico sobre capacidad instalada total por tipo de material. Fuente: Nova-Institute (2015).	16
Ilustración 10:	Capacidad de la producción global por segmento de mercado año 2014. Fuente: Nova-Institute (2015)	17
Ilustración 11:	Capacidad global instalada en 2014 por región. Fuente nova-Institute (2015).....	17
Ilustración 12:	Propiedades del material IngeoTM, producto elaborado por Natureworks. Fuente Nature Works llc.....	18
Ilustración 13:	Proceso Químico para la producción del ácido poli láctico de alto peso molecular. Fuente: Park (2013)	19
Ilustración 14:	Tabla comparativa entre propiedades físicas del material PHB, alguno de sus copolymeros (PHBV y P(3HB-co-3HA)) y resinas tradicionales como Poli Propileno y Poli Etileno. Fuente: David Placket (2011) [33].....	19
Ilustración 15:	Diagrama general de la producción y extracción de Polihidroxialcanoatos, Fuente: Chen (2009).....	20
Ilustración 16:	Cadena de valor de la industria de los plásticos, fuente elaboración propia con datos de World Economic Forum (2016).	22

Ilustración 17: Serie de tiempo precios spot (FOB) en dólares por barril. Fuente: U.S. Energy Information Administration.....	22
Ilustración 18: Variación del precio de las resinas PP, PVC, LDPE, HDPE, PE, PET en relación a la variación del precio del crudo de petróleo. Fuente: Nova Institute (2013).	23
Ilustración 19: Proceso de producción de los polyhydroalkanoatos a través de microorganismos. Fuente: Microbial production of lactate-containing polyesters. Jung Eun Yang (2013).....	29
Ilustración 20: Efecto del costo de sustrato sobre el costo de producto final. Fuente: Polyhydroalkanoates: An Overview (Ghai 2013)	30
Ilustración 21: diagrama esquemático que muestra una ruta para sintetizar PLA usando células. Fuente: Patente código US20070277268 (forma parte de la familia de patentes asociada al código WO2006126796).	30
Ilustración 22: Extracto Base de datos final de patentes asociadas a la producción de ácido poli láctico a través de organismos genéticamente modificados. Fuente: Elaboración propia.	31
Ilustración 23: Diagrama del proceso general y los genes involucrados en la producción del Ácido Poli láctico elaborado por el Proyecto PLA.	35
Ilustración 24: diagrama de los genes que expresan las enzimas pct y PHAc de forma conjunta, comparando con la ilustración 23 se evidencia la similitud de los genes presentes en el concepto 1 del Proyecto PLA. Fuente: Patente US8383379.....	36
Ilustración 25: Análisis actividad de patentamiento en torno al concepto ácido poli láctico. Fuente: Reporte de peritaje tecnológico CORFO, elaborado por Castillo (2016)	37
Ilustración 26: Predicción tecnológica global para bio polímeros. Fuente: Energy Technologies Prospective, International Energy Agency (2008)	38
Ilustración 27: Comparación de la producción química y biológica del ácido poli láctico. Fuente: Park (2012).	47
Ilustración 28: Proceso de comercialización de la tecnología entre años 2023 y 2027. Fuente: Elaboración propia.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Precio en Euros y Dólares para cada tipo de resina año 2013.....	14
Tabla 2: Precio promedio anual y desviación estándar del crudo de petróleo	23
Tabla 3: Resumen análisis de solicitantes de las 21 patentes en la base de datos.	32
Tabla 4: Resumen de los resultados obtenidos por diferentes autores.	33
Tabla 5: Costos de las actividades involucradas en la fase Internacional del Tratado en Cooperación de Patentes.....	45
Tabla 6: Costos de las actividades involucradas en la fase Nacional del Tratado en Cooperación de Patentes.	46
Tabla 7: Parámetros estáticos dentro del flujo de caja a considerar.	50
Tabla 8: Resumen flujo de caja escenario pesimista. Valores en miles de USD.	50
Tabla 9: Resumen flujo de caja escenario conservador. Valores en Miles de USD.....	51
Tabla 10: Resumen flujo de caja escenario optimista. Valores en Miles de USD	51
Tabla 11: Estructura de costos para la fase de comercialización.	53
Tabla 12: Diseño Carta Gantt sobre el plan de acción elaborado para la etapa 1 del proyecto PLA.	56
Tabla 13: Inversión en capital de trabajo para el desarrollo de la etapa 1.....	57
Tabla 14: Diseño Carta Gantt sobre el plan de acción etapa 2 para el proyecto PLA.....	59
Tabla 15: Inversión en capital de trabajo para el desarrollo de la etapa 2.....	60
Tabla 16: Diseño Carta Gantt sobre el plan de acción etapa 3 para el proyecto PLA.....	62

Tabla 17: Inversión en capital de trabajo para el desarrollo de la etapa 3.....	63
Tabla 18: Análisis costo-beneficio del desarrollo del proyecto PLA.....	66
Tabla 19: Tasa interna de retorno del proyecto para cada escenario.....	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: Diseño racional elaborado por el equipo de Proyecto PLA.....	75
Anexo B: Ejemplo de reclamo de novedad en secuencias genéticas, Fuente: Reivindicación 10 de patente código WO2008062995.....	75
Anexo C: Cotización servicios abogados especializados. Empresa Mackenna Irarrazabal Cuchacovich & Paz. Fuente: Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile.....	76
Anexo D: Cotización servicios de Fase Internacional a Eurasian and Russian Patent Attorney, Fuente: Unidad de patentes, Instituto Nacional de Propiedad Intelectual.....	77
Anexo E: Captura de pantalla sobre detalle del flujo de caja beneficios de la explotación de la tecnología (caso pesimista). Fuente: Elaboración Propia.....	78
Anexo F: Captura de pantalla sobre detalle del flujo de caja beneficios de la explotación de la tecnología (caso conservador). Fuente: Elaboración Propia.....	78
Anexo G: Captura de pantalla sobre detalle del flujo de caja beneficios de la explotación de la tecnología (caso conservador). Fuente: Elaboración Propia.....	79
Anexo H: Captura pantalla (páginas 1 y 4) de la Orden de compra a proveedor Integrated DNA Technologies año (2015).....	81
Anexo I: Captura a facturas electrónicas asociada a la compra de reactivos a proveedor Sigma-Aldrich.....	84
Anexo J: Flujo de caja costos de inversión hoja de ruta. Cifras de la tabla 1 en miles de CLP. Cifras de la tabla 2 en miles de USD Fuente: Elaboración propia.....	85

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La insustentable industria del plástico

Los problemas ambientales asociados a los plásticos desarrollados a partir de recursos derivados del petróleo han sido estudiados a lo largo de los últimos años. Así el Foro Económico Mundial, a través de un reporte emitido el 2016, ha generado un análisis de esta industria a nivel global donde ha determinado el contexto global de los plásticos. Se estima así que durante el año 2014 se produjeron 311 millones de toneladas de plásticos. Así también se estima que más del 90% de estos fueron elaborados con hidrocarburos derivados del petróleo y se espera que la cantidad se duplique para los próximos 20 años. Dentro de esto se estima que el consumo para fabricar envases (packaging) demanda un 26% del total de material producido (76 millones de toneladas aproximadamente) [1].

“Actualmente se estima que el 95% del plástico utilizado para envases es perdido en la economía después de un corto primer uso” [1].

Lo anterior trae externalidades negativas debido a que el material puede perdurar en el medio ambiente por largos periodos de tiempo (100 años o más [2]) provocando externalidades graves evaluadas en 40 billones de dólares. Un ejemplo de ellas corresponde a la contaminación de los océanos, el cual ya se estima posee un total de 150 millones de toneladas de plásticos actualmente y cada año llegan aproximadamente 8 millones más de toneladas del mismo material [1]. Otra externalidad que genera la industria, está asociadas a la alta emisión de dióxido de carbono (CO₂) durante la fabricación de este tipo de materiales. En Chile se estima que la producción de una tonelada de material produce 2.76 toneladas de CO₂ equivalente durante la producción y tiempos de descomposición del material [3]. La alta contaminación por CO₂ está asociado directamente a la acumulación de los Gases De Efecto Invernadero que provoca el aumento en la temperatura de la superficie de la tierra.

El gran problema es que la industria del plástico sigue en crecimiento sostenido estimado entre 3,5-3,9% [1] por año, debido a las expectativas de crecimientos establecidas a nivel global. Mientras se sigan manteniendo las tecnologías de producción actual los daños y externalidades generadas por este problema pueden alcanzar niveles críticos durante las siguientes décadas.

1.2 Los bioplásticos como alternativa

De la problemática detectada por los plásticos tradicionales de origen fósil surgen los bioplásticos como un segmento dentro de la industria de polímeros. Estos están fabricados desde recursos renovables como el maíz, las cañas de azúcar y otras fuentes de carbono vegetales. Los puntos que favorecer el uso de polímeros bioderivados pueden ser basados en: (1) La oportunidad de cerrar el ciclo del carbono más rápido, devolviendo finalmente el carbón vegetal al suelo a través de la biodegradación o el compostaje y reduciendo así los impactos ambientales; (2) menor uso de energía fósil y reducción de las emisiones de dióxido de carbono durante los ciclos de vida de los productos manufacturados. [4]

Dentro de este conjunto de polímeros se destaca el ácido poli láctico (PLA, por sus siglas en inglés) y los polihidroalcanoatos (PHAs) los cuales han logrado producirse de forma escalada. Los productores más destacados son NatureWorks en el caso del PLA, quien en 1997 estableció su planta de producción en Estados Unidos y hoy opera con una capacidad de producción de 140 kilo toneladas por año, con su producto bajo el nombre comercial Ingeo™ [4]. En el caso de los PHAs surge el mayor productor a través de un Joint Venture establecido el año 2000 por Metabolix Inc y la Archer Daniels Midland Company (ADM). La empresa logra una capacidad de producción de 50 Kilo Toneladas al año en Clinton, Iowa, Estados Unidos y su producto se comercializa bajo el nombre de Mirel™ [4].

Si bien estos productos no poseen las mismas propiedades que los de origen fósil, (como la resistencia a impactos en el caso del PLA o tolerancia al calor), la industria está trabajando en soluciones (como aditivos al material) que mejoren la calidad del producto final. Se espera que la investigación y desarrollo en los próximos años permita disminuir los costos de producción y desarrollar materiales de mejor calidad. De esta forma, se espera lograr en un futuro productos bio basados competitivos en precio comparados a los derivados del petróleo [4].

1.3 La Biología Sintética y el proyecto PLA

Según Álvaro Acevedo, Gerente de Innovación y emprendimiento de SOFOFA (año 2013), actualmente la Biología sintética ha logrado generar una nueva metodología para el desarrollo de proyectos biotecnológicos. A partir del conocimiento del material genético, la descripción del genoma, la utilización de herramientas computacionales y el abaratamiento exponencial de los costos asociados a la identificación del material genético, la Biología Sintética ha logrado sistematizar y definir estándares de desarrollo en organismos genéticamente modificados que hoy la muestran como un área con alto potencial de desarrollo [5]. Otra visión que propone el profesor Álvaro Olivera (Académico e investigador del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología de la Universidad de Chile), la Biología Sintética permite desarrollar e implantar piezas fundamentales de material genético a microorganismos de forma tal que se puedan lograr funcionalidades a medida del mismo [6]. Así se plantea que esta nueva forma de desarrollar proyectos biotecnológicos puede marcar una explosiva tendencia, con alta aplicabilidad en el mercado, conforme sigan avanzando en el desarrollo de la técnica [5,6].

El año 2015 nace el Proyecto PLA, el cual consiste en una investigación aplicada desarrollada por un grupo de tres investigadores del área biotecnológica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Este proyecto busca solucionar la problemáticas y externalidades que generan los plásticos de origen fósil a través del desarrollo tecnológico de microorganismos genéticamente modificadas, a través de técnicas de Biología Sintética, para ser capaces de producir el bioplástico ácido poli láctico (PLA). En particular el equipo ha diseñado una serie de circuitos genéticos, basados en literatura, para implantar en las bacterias de forma tal que estas puedan generar el bioplástico a través de la fermentación de las mismas en un medio con glucosa y lactato (Ilustración 1).

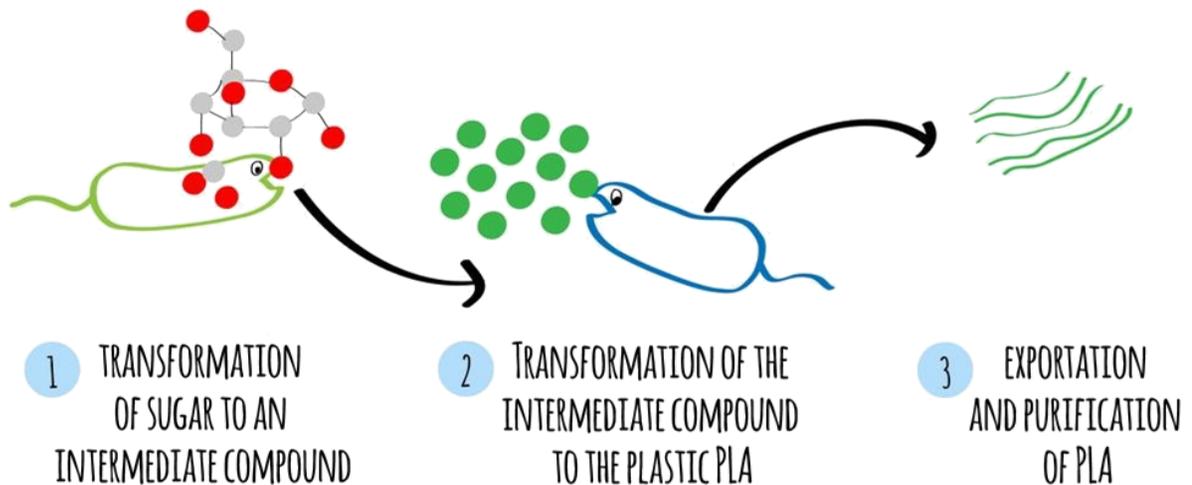


Ilustración 1: Diagrama ilustrado sobre el proyecto PLA. Fuente: Openbio Uchile.

El proyecto actualmente ha recibido una inversión de 22,244,492.00 CLP para financiar los costos iniciales de la investigación siendo el principal patrocinador el Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB) de la Universidad de Chile, quien facilita espacios y equipos de laboratorios. Parte del dinero fue destinado también a la presentación del proyecto en el concurso iGEM 2015¹ realizado en Boston, Massachusetts, Estados Unidos. En este congreso se ha obtenido el reconocimiento de un jurado internacional especializado en Biología Sintética. A partir del año 2016 se inician las pruebas de concepto sobre alguno de los circuitos genéticos diseñados.

Si bien el equipo del Proyecto PLA ha logrado obtener resultados sobre un primer concepto que busca probar la producción regulada de lactato (Monómero del ácido poli láctico) en un microorganismo a través de glucosa, estos no han sido favorables (El organismo con gen mutado no logra vivir). Más aún resta probar otros conceptos asociados a la polimerización del lactato y la producción controlada del proceso. De esta forma el equipo ha levantado un requerimiento que permita orientar la investigación a conceptos de alto valor que tengan potencial de desarrollar un objeto tecnológico novedoso y así puedan alcanzar un mercado atractivo a través de la propiedad intelectual.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseño de una estrategia de propiedad intelectual y un plan desarrollo (roadmap) para el proyecto PLA, tal que la actividad científica logre desarrollar un objeto tecnológico apropiable, de forma que pueda alcanzar la transferencia tecnológica hacia un mercado atractivo.

¹ * International Genetically Engineered Machine (iGEM) una organización independiente sin fines de lucro dedicada a la organización de la competencia de biología sintética más reconocida a global. El concurso busca desarrollar la técnica de forma colaborativa a través del desarrollo de distintos organismos genéticamente modificados que tengan aplicaciones en áreas de interés para la sociedad. Más información en <igem.org/About>

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- I. Caracterizar la industria de polímeros a nivel global reconociendo la organización industrial, actores dentro de la cadena de valor, productos y volúmenes transados.
- II. Validar el ingreso de nuevas tecnologías y productos al mercado.
- III. Determinar el nivel inventivo de los conceptos propuestos por el Proyecto PLA.
- IV. Determinar recursos y competencias que posee y carece el equipo del Proyecto PLA respecto al mercado.
- V. Proponer un objeto patentable. Establecer una estrategia de propiedad intelectual en torno al objeto y un modelo de negocios para el mismo.
- VI. Establecer los próximos pasos de la empresa para lograr alcanzar la transferencia tecnológica (RoadMap).
- VII. Determinar factibilidad financiera.

3. MARCO CONCEPTUAL

El presente trabajo se enmarca en metodologías de análisis de datos para identificar oportunidades de negocios para un proyecto biotecnológico en etapa temprana. De esta forma se busca orientar el proyecto al desarrollo de un objeto tecnológico novedoso que genere valor a un determinado mercado y pueda ser objeto de propiedad intelectual.

3.1 ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE PORTER

Para validar el ingreso de nuevas tecnologías al mercado de los polímeros, se establecerá un análisis de las Fuerzas de Porter. Este enfoque ha sido establecido por Michael E. Porter en su libro “Estrategias competitivas” [7], en el cual se manifiesta la existencia de cinco fuerzas que influyen en los mercados al largo plazo. De esta forma se busca caracterizar la industria y se evalúan los objetivos de la compañía frente a las cinco fuerzas. Las fuerzas descritas por el autor se mencionan a continuación:

- **Amenaza de nuevos competidores:** El análisis se hace respecto a las facilidades que entrega el mercado para el ingreso de nuevos competidores. De esta forma se definen las barreras de entrada como los obstáculos que impiden o dificultan la entrada de nuevos actores. Así el grado de la amenaza se relaciona a las barreras tecnológicas, legales, económicas y sociales.
- **Amenaza de productos sustitutos:** Análisis sobre la posibilidad de incorporación de productos sustitutos (que pueden o no existir en la actualidad). El grado de la amenaza se relaciona a los costos, calidad y utilidad que provea el producto sustituto en comparación al provisto por la empresa.
- **Poder de los proveedores:** Esta fuerza hace referencia a la capacidad (o poder) de negociación que posee una empresa sobre los proveedores. De esta forma reconocer el volumen de ventas del proveedor permitirá determinar a la empresa el porcentaje que representan las suyas sobre el total y, por lo tanto, el nivel desde el que se negocia.

- **Poder de los compradores:** Esta fuerza hace referencia a la capacidad de negociación que poseen los compradores y la posibilidad de asociarse para transar mayores volúmenes de compra a menores precios. Esta fuerza se ve afectada en gran medida por la existencia de productos sustitutos y la competitividad dentro del mercado.
- **Rivalidad entre competidores:** Esta fuerza hace referencia al conjunto de acciones y respuestas competitivas que ocurren entre los competidores cuando luchan entre sí para tomar una posición de ventaja en el mercado. De esta forma mercados altamente competitivos involucran una alta tasa de acciones por parte de las empresas y por mismo mayores costos.

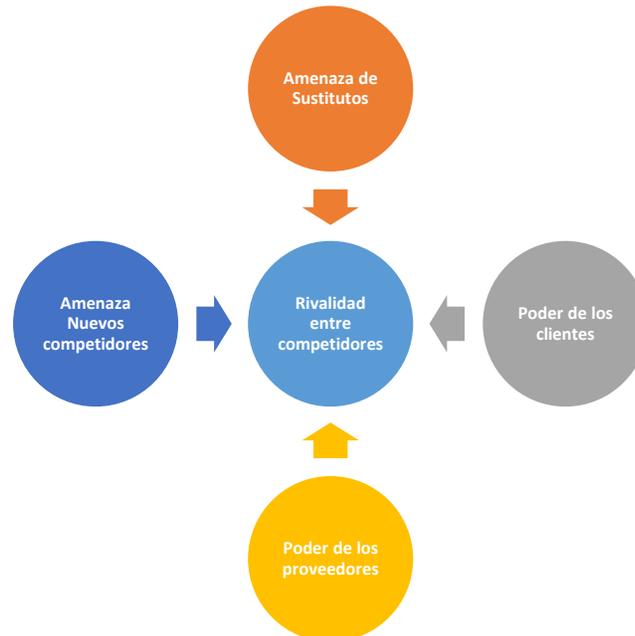


Ilustración 2: Diagrama de las cinco fuerzas de Porter. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis sobre cada una de las fuerzas, se puede determinar el atractivo del mercado y, por lo tanto, una estrategia que permita a la empresa alcanzar una determinada posición dentro del mercado [7].

3.2 ANALISIS PEST

El análisis PEST se hace sobre el mercado de los polímeros a nivel global y busca establecer los aspectos políticos, económicos, sociales y culturales que afectan a esta industria. De esta forma se busca establecer un análisis crítico sobre una determinada industria para diferentes objetivos. Los aspectos son descritos a continuación [8]:

- Políticos:** Estos factores determinan hasta qué punto un gobierno puede influir en la economía o en una determinada industria.
- Económico:** Estos factores son determinantes en el desempeño de una economía, por lo que afectan directamente a una empresa y tiene efectos resonantes a largo plazo.
- Social:** Estos factores analizan el entorno social del mercado y miden determinantes como tendencias culturales, demografía, análisis poblacional, etc.

- iv. **Tecnológico:** Estos factores se refieren a las innovaciones en tecnología que pueden afectar las operaciones de la industria y el mercado favorable o desfavorablemente

3.3 ANALISIS FODA

El objetivo del análisis FODA consiste en identificar hasta qué punto la estrategia actual de una organización, y más concretamente sus fortalezas y debilidades, son relevantes y capacitan para afrontar los cambios que se están produciendo en el entorno externo [9]. De esta forma en el presente trabajo se utilizan para determinar si existen oportunidades para explotar aún más los recursos exclusivos de la organización. Se realiza entonces un análisis de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas del equipo frente al contexto global descrito en puntos anteriores.



Ilustración 3: Diagrama Análisis FODA. Fuente: Elaboración propia.

3.4 PROPIEDAD INTELECTUAL

La propiedad intelectual (P.I.) se relaciona con las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio [10]. De esta forma la legislación puede proteger la propiedad intelectual a través de derechos de patente, marcas, derechos de autor y diseños industriales, de forma tal que se garantice el uso exclusivo o bajo el consentimiento del autor.

El presente trabajo se enmarca en la elaboración de una estrategia de propiedad intelectual, basada en la solicitud derechos de patentes asociados a una invención en desarrollo. Una patente corresponde a los derechos exclusivos, que provee un estado a una persona, para explotar su invención y protegerla de terceros que la usen sin su consentimiento [11]. Por invención se entenderá como toda solución a un problema de la técnica que origine un quehacer industrial. De esta forma se considera que una invención tiene nivel inventivo si para una persona normalmente versada en la materia técnica correspondiente, ella no resulta obvia ni se habría derivado de manera evidente del estado de la técnica [12]. Cuando un inventor solicita los derechos de patente este debe detallar el título de la invención,

Cada estado establece la normativa para regular los derechos concedidos. En el caso de Chile se establece la ley N° 19.039 que determina la normativa respecto a los derechos de Propiedad Industrial. Así las patentes de invención en el país se otorgan por un periodo no renovable de 10 a 20 años a las invenciones que tengan aplicabilidad industrial [11,12]. Para registrar una patente se debe presentar una solicitud que contenga un contenido mínimo establecido por la oficina de patentes de cada país (Instituto Nacional de Propiedad Industrial en el caso de Chile). De esta forma la solicitud de patente contiene un título de la invención, el estado de la técnica más cercano a la invención y una descripción completa y clara de la invención [11]. Así la oficina de patentes concederá la patente una vez se verifique que satisface los requisitos de patente y demás exigencias de la ley y su reglamento. Una vez cedidos los derechos, el estado pondrá a disposición del público el documento de patente [12].

3.5 ANALISIS DE PATENTES

Las patentes poseen importante información sobre el estado de la técnica y pueden ser sujetas a análisis para distintos objetivos. En particular Abbas (2014) reconoce que el análisis de patentes se ha convertido en un elemento vital para construir perspectivas gerenciales. De esta forma las organizaciones pueden estar interesadas en realizar análisis de patentes para distintos fines: (a) determinar la novedad en las patentes, (b) analizar tendencias, (c) predecir desarrollos tecnológicos en dominios particulares, (d) planificación estratégica de tecnología, (e) extraer información para identificar infracciones, (f) determinar un análisis cualitativo para tareas de I+D, (g) identificar patentes con potencial, (h) mapas de desarrollo tecnológico, (i) identificación de vacíos tecnológicos y (j) identificar competidores.[13]

De esta forma, el trabajo Abbas (2014) identifica que el análisis de patentes involucra una serie de pasos incluyendo: (1) extraer patentes y artículos de bases de datos, (2) extraer la información de las patentes y (3) el análisis de la información extraída. La ilustración 4 representa un flujo de trabajo genérico de patentes. Así se propone un proceso de estructuración de los datos contenidos en las patentes, de forma tal que en el siguiente paso se extraigan y procesen los datos más relevantes de cada estructura. Finalmente la última etapa involucra un análisis de los datos extraídos, de forma tal que se puedan alcanzar los objetivos de la organización. [13]

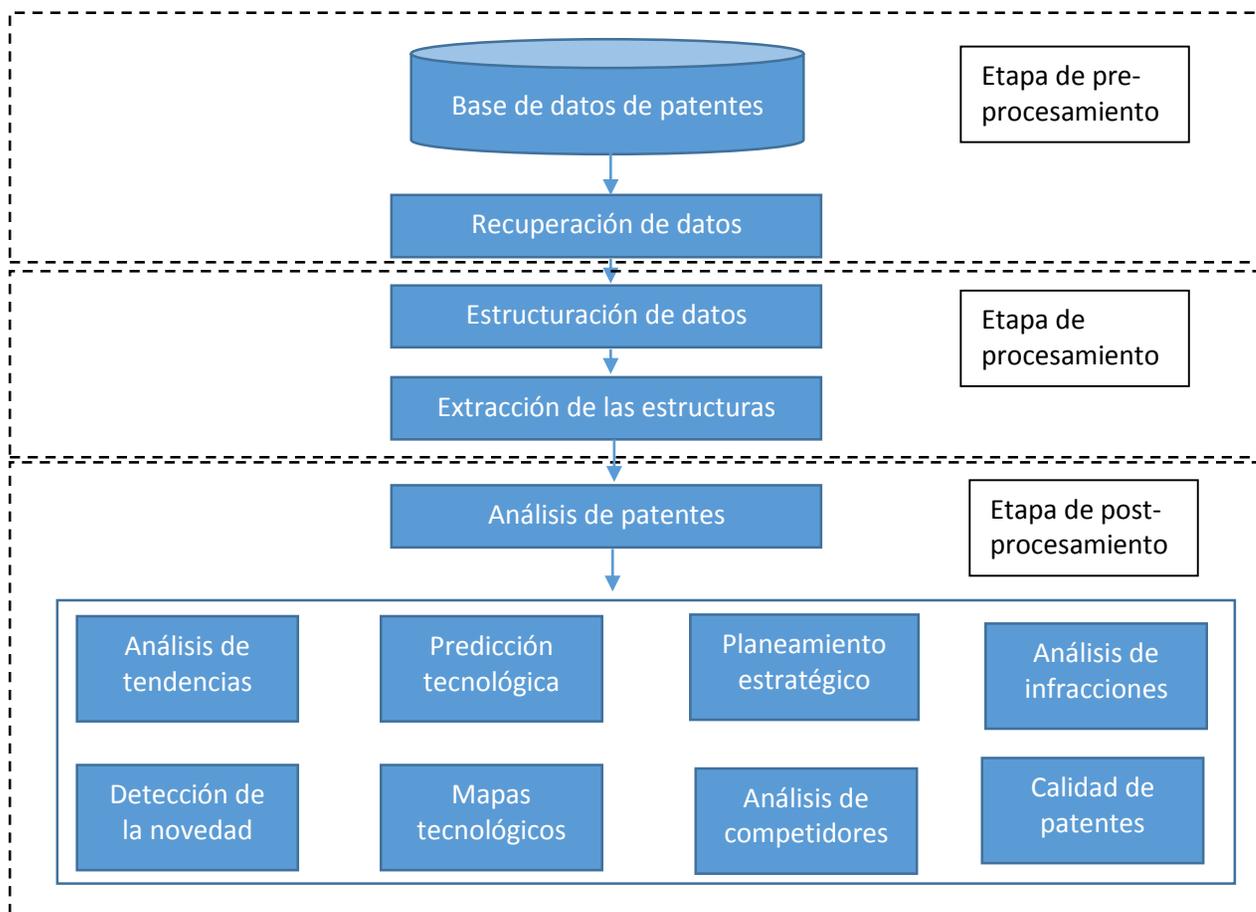


Ilustración 4: Diagrama flujo de trabajo general sobre análisis de patentes. Fuente: Abbas (2014)

3.6 ESTRATEGIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

La estrategia de propiedad Intelectual, según indica el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (2013), corresponde a un plan de acción para obtener valor del conocimiento, tecnología y productos resultantes de una actividad innovativa [14]. Así este concepto busca que las universidades y centros de investigaciones generen conocimiento para ser transferidos a la sociedad.

De esta forma se identifican pasos para elaborar una estrategia de propiedad intelectual que se enumeran a continuación [14]:

- i. **Identificar Activos:** Identificar el conocimiento protegible durante el proceso de investigación y sus resultados. Identificar a que corresponde el conocimiento: producto, procedimiento, software, signos distintivos, etc.
- ii. **Protección:** Se deben identificar los medios (tipos de derechos a solicitar) por lo cual se van a proteger el conocimiento de acuerdo a los objetivos del equipo. De esta forma se deben identificar las actividades que involucra cada tipo de derecho.
- iii. **Valorizar:** Para determinar el valor se deben identificar los siguientes aspectos: (1) Evaluar la Ventaja competitiva de la tecnología (2) Estimación de la inversión a través del tiempo

- (3) Estimar los beneficios futuros a través del tiempo (4) Estimación de flujos de dineros futuros con una tasa de descuento acorde al riesgo.
- iv. **Comercialización:** Para trazar el conocimiento o tecnología se debe reconocer los aspectos relevantes de la tecnología y su potencialidad comercial. De esta forma se busca elaborar una propuesta de valor para un cliente. Se debe determinar así un mecanismo de transferencia (licencia, venta, franquicia u otro) a negociar con el cliente.

3.7 MODELO CANVAS

El modelo Canvas según Sebastián Andrade (2012) parte de la idea de la existencia de una propuesta de valor, la cual debe ser comunicada a clientes. Esto conllevará la necesaria disponibilidad de recursos y obligará a establecer relaciones con agentes externos e internos. De esta forma se establece un método para comprender de mejor forma (Ilustración 5) a través de la descripción de nueve módulos desarrollados por Osterwalder (2008), que son los siguientes [15]:

- i. **Segmentos de clientes:** Agrupar a los clientes con características homogéneas en segmentos definidos, describiendo sus necesidades y variables geográficas y demográficas.
- ii. **Propuesta de valor:** El objetivo es de definir el valor creado para cada segmento de clientes, describiendo los productos y servicios que se ofrecen a cada uno. A la propuesta de valor se añade el producto o servicio más importante de la compañía.
- iii. **Canales:** Se resuelve la manera en que se establece contacto con los clientes. Se consideran variables como la información, evolución, compra, entrega y postventa. Para cada producto o servicio se debe definir el canal de su distribución.
- iv. **Relación con el cliente:** Identificar cuales recursos de tiempo y monetarios se utilizan para mantenerse en contacto con los clientes.
- v. **Fuente de ingresos:** El objetivo es identificar el aporte monetario que hace cada grupo y saber de dónde vienen las entradas (ventas, comisiones, licencias, etc.)
- vi. **Recursos claves:** Identificar cuáles son los recursos que intervienen para que la empresa tenga la capacidad de entregar su propuesta de valor.
- vii. **Actividades claves:** Identificar qué es lo más importante a realizar para que el negocio funcione. Utilizando la propuesta de valor más importante y los canales y las relaciones, se definen las actividades necesarias para entregar la oferta.
- viii. **Asociaciones claves:** Se describe a los proveedores, socios y asociados con quienes se trabaja para que la empresa pueda funcionar. Fundamental es realizar alianzas estratégicas entre empresas.
- ix. **Estructura de costos:** Aquí se especifican los costos de la empresa, los cuales se relacionan a los costos individuales de cada bloque anterior a este.

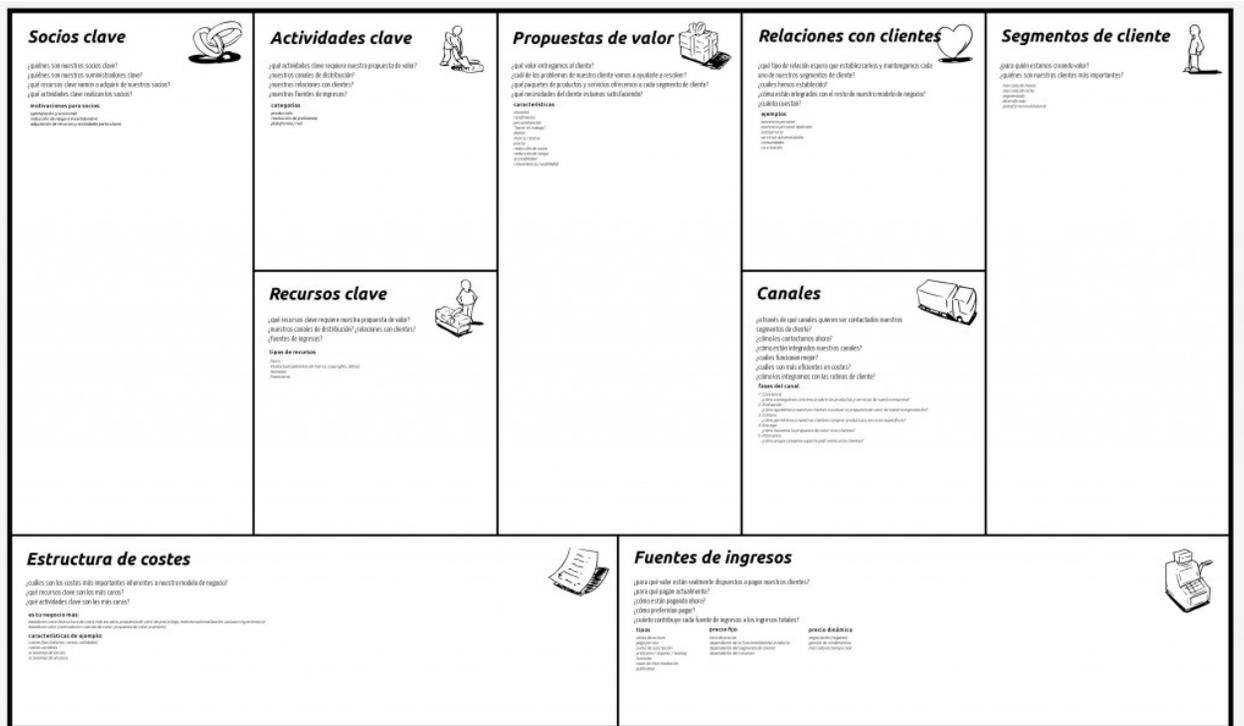


Ilustración 5: Modelo Canvass. Fuente: Sebastián Andrade (2012)

3.8 HOJA DE RUTA (ROADMAP)

La hoja de ruta corresponde a instrumentos de previsión utilizados para apoyar el desarrollo de nuevos productos, destacando las etapas necesarias para alcanzar el mercado con el producto adecuado en el momento adecuado (Groenveld 1997) [16]. Albright (2007) informa que las hojas de ruta muestran el objetivo a alcanzar en el futuro y responden al conjunto de preguntas "por qué-qué-cómo-cuándo" para desarrollar el plan de acción y lograr tal objetivo. [17]

De esta forma se establecen etapas para lograr elaborar una hoja de ruta. La primera parte define el alcance de la hoja de ruta, el conjunto de objetivos y la estrategia para lograrlos, (el "por qué" de la hoja de ruta). La definición y la estrategia de la hoja de ruta incluyen generalmente evaluaciones de mercado y de competitividad, así como aplicaciones deseables.

La segunda parte define la dirección o los planes (el "qué" de la hoja de ruta). La dirección incluye los desafíos, la arquitectura, la evolución de la solución y el rendimiento medido para alcanzar la meta.

La tercera parte describe la evolución de las tecnologías que se utilizarán para lograr ese objetivo (el "cómo" de la hoja de ruta). Las hojas de ruta tecnológica definen las tecnologías que se utilizarán para implementar cada parte de la arquitectura.

La cuarta parte define el plan de acción y los riesgos (los "cuándo" de la hoja de ruta). El plan de acción identifica las acciones clave de desarrollo, los recursos necesarios, los riesgos y la estrategia de inversión tecnológica. Todas las partes se colocan con el tiempo. [17]

4. METODOLOGÍA

La metodología del presente trabajo engloba a grandes rasgos una etapa de diagnóstico y otra de diseño. La etapa de diagnóstico implica tres sub etapas descritas a continuación:

Etapa Análisis del mercado: Se realiza una investigación mediante referencias bibliográficas sobre el mercado global de polímeros, reconociendo a los actores dentro de la cadena de valor, los productos y volúmenes transados. Así también se profundiza en el segmento de polímeros biobasados destacando a productores del material ácido poli láctico a nivel global y la capacidad total instalada a nivel global. Sobre la información recopilada se realiza un análisis FODA y PEST que tiene como objetivo determinar el escenario (favorable o no) para incorporar nuevas tecnologías a esta industria.

Etapa Análisis del estado del arte: Mediante el motor de búsquedas Google Patents, se han buscado las patentes cedidas a nivel global, asociadas a la producción de ácido polilactico a través de organismos. Por otra parte, se recopilan artículos recientes respecto a la producción de polímeros a través de organismos por medio del portal Science Direct. De esta forma se genera una base de datos estructurada de información donde se clasifica la información respecto a la sección que pertenece del documento de patente (título, autor, resumen, extracto, reivindicaciones, otros). De esta forma se extraen datos relevantes del estado del arte, los solicitantes, los inventores, los territorios donde se patente, y resultados técnicos. Así sobre la información recopilada se realiza un análisis orientado a: (1) Detección de la novedad del proyecto PLA, (2) Identificar competidores y (3) Predicciones tecnológicas.

Análisis del equipo: Mediante entrevistas individuales realizadas con cada uno de los integrantes del proyecto PLA, se determinan las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas que enfrenta el grupo (Análisis FODA). De esta forma, se busca identificar que recursos y capacidades dispone el equipo a la fecha y cuáles carecen para abordar las oportunidades que está brindando la industria de los polímeros.

Diseño de estrategia de Propiedad Intelectual: Para el diseño de estrategia de propiedad intelectual se utilizara los pasos propuestos por el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual. De esta forma se buscan desarrollar todos los aspectos referidos a identificar activos, protección, valorizar y comercialización. Más aún se desarrolla el modelo Canvas para dar entendimiento cabal de la oportunidad de negocio detectada sobre el activo de valor identificado.

Hoja de ruta: Se definen los aspectos planteados por Albright (2007) de forma tal de poder desarrollar un plan de acción y determinar los costos de inversión para cada etapa planteada. De esta forma se desarrolla una carta Gantt con áreas a cargo y la planificación de los hitos más relevantes. De esta forma se plantean algunas estrategias de inversión para el equipo acorde la planificación de reportes anuales de resultados.

Factibilidad y Conclusiones: Finalmente el proyecto considera la evaluación de factibilidad financiera mediante el análisis de los costos-beneficios de inversión y los beneficios de la tecnología. Así también considera un análisis de factibilidad técnica de acuerdo a los recursos y capacidades que requiere el proyecto. De esta forma se busca concluir con una evaluación general del proyecto de acuerdo al riesgo y recompensa que implica el mismo.

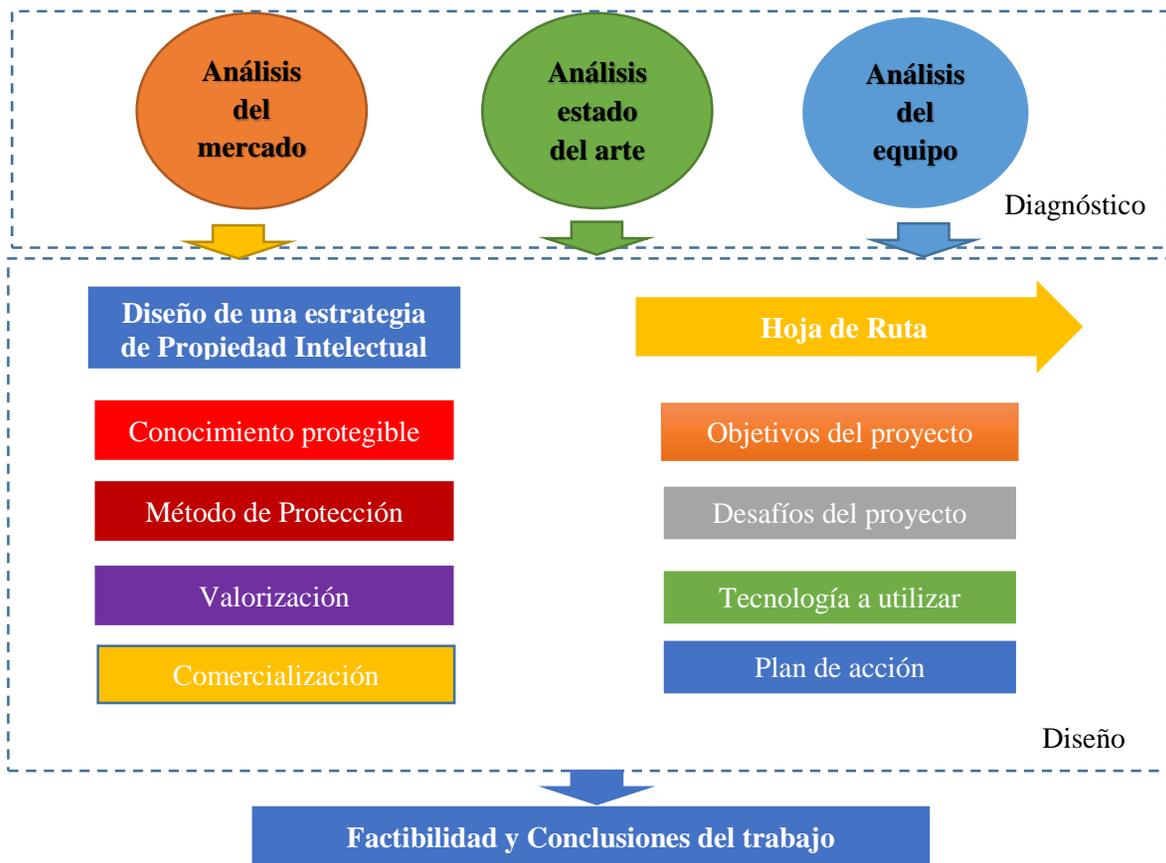


Ilustración 6: Diagrama de metodología a desarrollar en el presente trabajo. Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO 2: ANÁLISIS DE MERCADO

1. ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA

Los plásticos hoy son objetos cotidianos de la economía moderna que proveen propiedades funcionales a un bajo costo. Según el reporte del Foro Económico Mundial (2016) la producción de resinas plásticas (a nivel global) ha crecido de 15 millones de toneladas en 1964 a 311 millones de toneladas el año 2014. El mismo reporte indica que la industria crecerá a una tasa anual de 3,5-3,9% [1] los siguientes años, debido al crecimiento proyectado por la economía y el uso masivo del material. Según lo registrado para 2013, los principales consumidores de resina para fabricación de materiales plásticos, corresponden a China (24.8%), Asia (20,8%), Europa (20%), NAFTA (19.4%). Estas economías (actores) produjeron en conjunto un 85% del total de productos elaborados de plásticos estimado en un total de 250 Millones de Toneladas de material manufacturado [18].

Sobre el destino y utilización del plástico manufacturado, la información global es difusa. Según un artículo de Plastics Insight (2016), el uso para envases (packaging) fue el responsable de un 35% de la demanda global, continuado por la infraestructura (25%), automotriz (17%), agricultura (8%) y otros (15%) [19]. Mientras que el reporte del Foro Económico Mundial indica que solo un 26% del plástico tiene como fin el uso en envases [20]. Además se sabe que de las 46.3 millones de toneladas total de plástico demandado en Europa el año 2013, un 39.6% fue utilizado para envases, construcción (20,3%), automóvil (8.5%), artículos eléctricos y electrónicos (5.6%), agricultura (4.3%) y otros (21.7%) [21].

En Chile, según la Asociación Gremial de Industriales del Plástico de Chile (ASIPLA) se tiene registro que el año 2014 hubo un consumo aparente de 890 kilo toneladas de resinas de plástico en el país, los cuales tuvieron como destino los envases (48%), construcción (18%), minería (19%), agrícola (8%) y otros (7%). Lo interesante es la participación que ha tenido la industria Chilena en la producción de productos elaborados (envases, botellas y láminas de plástico) donde las exportaciones equivalieron a 313.8 millones de dólares para el año 2014. Así los productos elaborados llegan a países de Latinoamérica con preferencia en Brasil (17%), Perú (16%), Argentina (15%), Colombia (12%) y México (11%). Así también se sabe que la industria manufacturera en Chile ha sido responsable de la importación de 95.8 Millones de dólares en maquinaria para sus procesos de extrusión, inyección por soplado, termo fusión, moldes y otros [22].

Las cifras de la industria chilena resultan insignificante si se compara con las de la Industria en Estados Unidos. En ese país se registró un consumo aparente de 45.8 Millones [22,23] para el año 2010 y según The Plastics Industry Trade Association (SPI) el año 2015 las importaciones en maquinaria y moldes para manufactura resultaron en un total de 4.3 billones de USD [24].

Las resinas transadas en el mercado corresponden a distintas variedades que proveen diversas funcionalidades, las cuales están identificadas por un sistema internacional de códigos. De esta forma se han clasificado las resinas en 7 distintas categorías enumeradas a continuación [25].

- (1) **Tereftalato de polietileno (PET):** Utilizado principalmente para botellas de bebidas, films y otros productos envases fabricados a partir de inyección moldeada. Esto debido a que este tipo de resina tiene propiedades de barrera que impermeabilizan la humedad y el gas.

- (2) **Polietileno de Alta Densidad (HDPE):** Este tipo de resina es usado en diferentes tipos de botellas plásticas para bebidas como leche, jugos y otros productos de packaging. Además, debido a que tiene buena resistencia contra agentes químicos, es usado en envases (packaging) de detergentes, cosméticos, shampoo y otros de uso en el hogar.
- (3) **Cloruro de polivinilo (PVC):** Este plástico tiene propiedades, eléctricamente estables, buena resistencia a químicos permite un buen flujo. De esta forma este producto es utilizado principalmente para la elaboración de tuberías, aislantes eléctricos y envases rígidos.
- (4) **Polietileno de baja densidad (LDPE):** Este tipo de resina se utiliza principalmente para las films, debido a su dureza, flexibilidad, relativa transparencia y termo sellado. De esta forma este tipo de resina es utilizado en packaging para diarios y revistas, comidas congeladas, comida fresca y botellas “squeezables” utilizadas para mayonesas, mostazas, miel y otros.
- (5) **Polipropileno (PP):** Este material tiene propiedades como alta resistencia química y punto de fundición alto lo que lo hace ideal para envases de comidas preparadas, margarinas, yogurts y otras comidas para repartir. Además debido a su alta resistencia y su rigidez, también es utilizado para la industria automotriz, tapas y sellos de botellas y otros bienes de consumo durables como carpetas.
- (6) **Poliestireno (PS):** Este tipo de resina produce un tipo de plásticos muy versátil, que es de uso general debido a que es claro, duro, con un bajo punto de derretimiento y quebradizo. De esta forma sus aplicaciones incluyen envases protectores, envases rígidos, bowls y otros.
- (7) **Otros:** Dentro de esta categoría podemos encontrar otras resinas que no han sido preparadas con ninguna de las tres anteriores y se utilizan en múltiples funciones. Así se pueden encontrar resinas como la ABS utilizado para producir computadores y artículos electrónicos.

Siendo las 6 primeras resinas las preferentes para el packaging debido a sus propiedades de termo moldeabilidad [25]. Así según el ICIS pricing (Proveedor de información del mercado de petroquímicos) el precio de las resinas en Europa tienen un costo según indica la siguiente tabla [23,26]

Tabla 1: Precio en Euros y Dólares para cada tipo de resina año 2013.

Resina	Precio (EUR/kg)	Precio (USD/kg)
PET	1.12 - 1.15	1.48 – 1.52
Hdpe	1.19 – 1.21	1.57 - 1.61
PVC	0.96 – 0.99	1.28 – 1.32
LDPE	1.27-1.29	1.69 – 1.72
PP	1.18 – 1.19	1.57
PS	1.65-1.70	2.20 – 2.26

Tipo de cambio utilizado: 1.33USD por EUR.

Fuente: Elaboración propia con datos de ICIS pricing y Yahoo Finances.

El precio de estas resinas suponen representan un mercado de una economía desarrollada tal como lo es Europa.

2. SEGMENTO DE POLIMEROS BIOBASADOS

El segmento de polímeros bio basados nace como una alternativa (bien sustituto) a los materiales de origen fósil. Las propiedades de biodegradación y termo moldeabilidad del material, lo hacen

una alternativa efectiva para la elaboración de envases que se ajustan mejor a las necesidades de la sociedad actual. Sin embargo existen propiedades mecánicas que pueden ser un poco deficientes, comparadas a las propiedades de los materiales con origen del petróleo, como la resistencia a impactos o la elongación hasta el quiebre.

Según reportes de Nova Institute (2015) la producción total instalada el año 2014 fue de 1,697 Kilo toneladas por año, lo que representa solo un 2% de la producción anual de polímeros destinada a envases (ilustración 7 y 8) [27]. Dentro de este segmento podemos encontrar diversos materiales con distintas participaciones dentro del mercado. Así se destaca el Bio-PET con un 35.4% de la capacidad instalada (600 kilo toneladas al año), el PLA (ácido poliláctico) con un 12,2% (205 kilo toneladas al año) y los PHA's (Polihidroalcanoatos) con 2% (35 kilo toneladas al año) (ilustración 9). El segmento de mercado apunta a la producción de productos destinados principalmente a envases (67%), textiles (11%), bienes de consumo (7.4%) y otros (15%) (Ilustración 10).

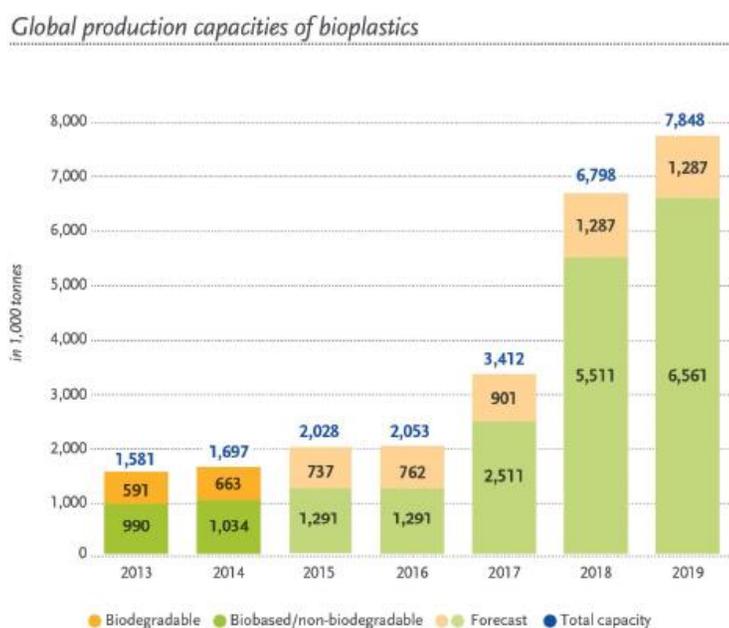


Ilustración 7: Capacidad instalada y proyecciones estimadas de plásticos biobasados. Fuente: nova-institute (2015).

Worldwide, European and bio-based plastics production from 1950 to 2014

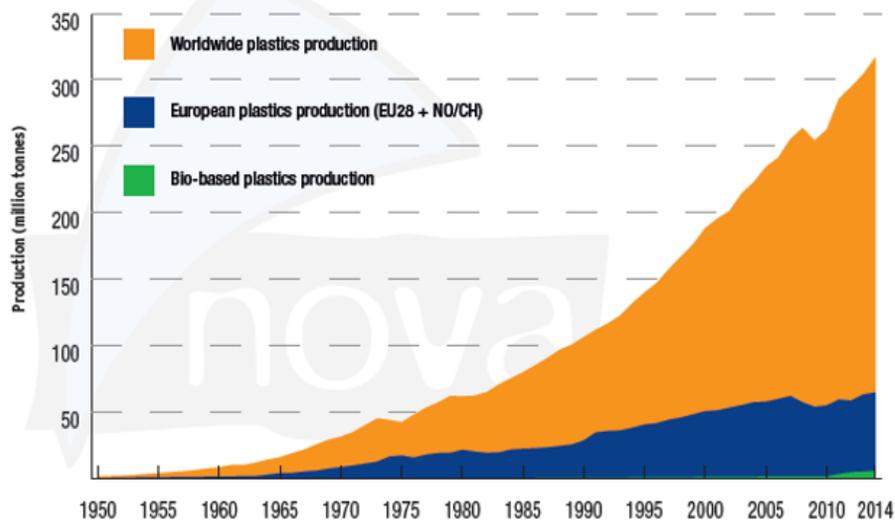


Ilustración 8: Gráfica comparativa producción global polímeros (bio basados solo representan el 2% de la capacidad total). Fuente: Nova-Institute (2015)

Según los pronósticos que realiza nova-Institute en el año 2015, se estima que para los siguientes dos años la capacidad siga creciendo a tasas similares. Sin embargo, establecen que para los años subsiguientes existirán tasas de crecimiento anuales de hasta 20% debido a mayores precios en el petróleo futuro. Así el valor del mercado al cual llegaron los bio plásticos el año 2014 puede ser avaluado en 3,520 millones de USD (1,697 tn/año (capacidad de producción) * 2500 USD/tn (precio promedio de los polímeros bio basados) * 0,8 (ratio de utilización de capacidad)) [27,28].

Global production capacities of bioplastics 2014 (by material type)

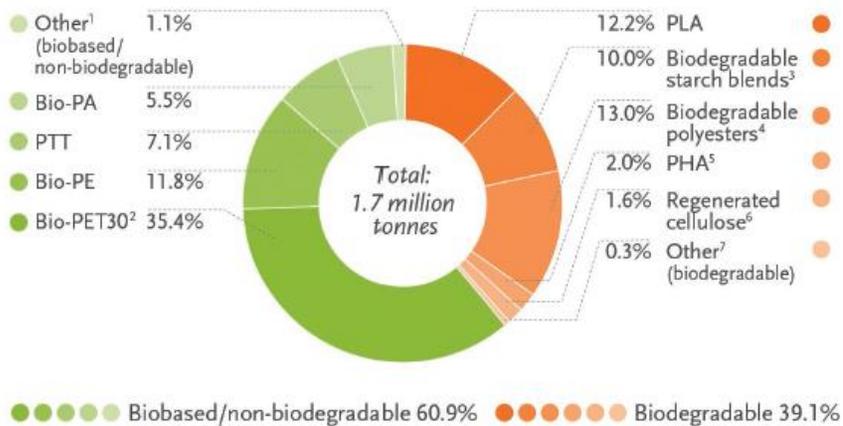


Ilustración 9: Gráfico sobre capacidad instalada total por tipo de material. Fuente: Nova-Institute (2015).

Global production capacities of bioplastics 2014 (by market segment)

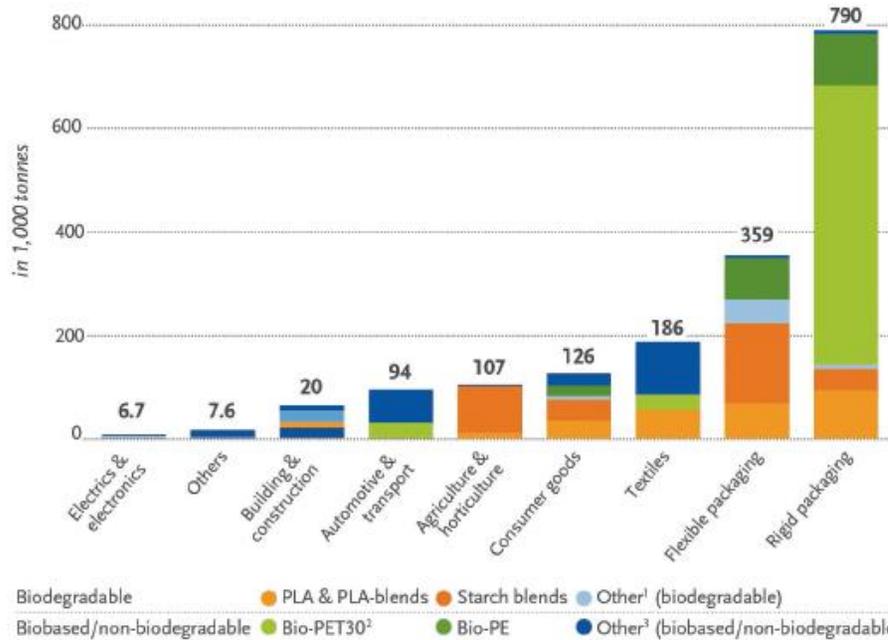
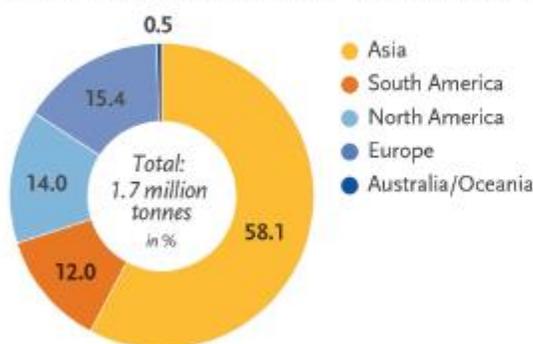


Ilustración 10: Capacidad de la producción global por segmento de mercado año 2014. Fuente: Nova-Institute (2015)

La capacidad instalada se ubica principalmente en Asia debido a la disponibilidad de las materias primas y favorables condiciones políticas. La ilustración 11 muestra la capacidad instalada el año 2014 y la predicha para el año 2019, repartida por región. Se espera que Sudamérica mantenga su participación a través de los años y Europa junto a Norte América decaigan en su participación (ilustración 11).

Global production capacities of bioplastics in 2014 (by region)



Global production capacities of bioplastics in 2019 (by region)

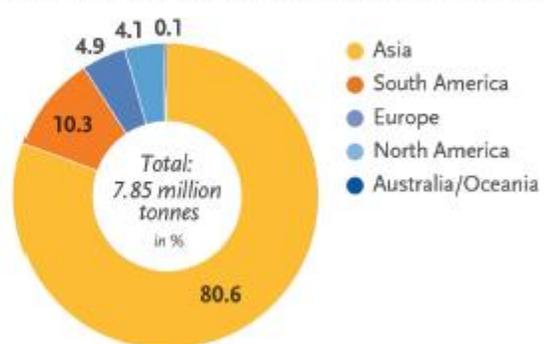


Ilustración 11: Capacidad global instalada en 2014 por región. Fuente nova-Institute (2015).

2.1 Ácido Poliláctico (PLA)

El ácido poli láctico (PLA) es un polímero que forma parte del segmento bio basado, el cual posee propiedades de biodegradación debido a que es producido a partir de 100% recursos renovables así

como el maíz o las cañas de azúcar. Además se considera muy versátil pues sus propiedades lo han hecho útil para producir botellas moldeadas por inyección, films, fibras y envases extrusionados termo formados. [29]. Este plástico ha logrado participación en el mercado de envases flexibles, agricultura y bienes de consumidores principalmente.

El precio de mercado del PLA, para el año 2013, fue entre 1.7 EUR/kg y 2.2 EUR/kg (2.26 USD/kg – 2.93 USD/kg) dependiendo de la calidad del producto obtenido [28]. La capacidad total instalada a nivel global, para el año 2014, se registra fue de 205 Kilo toneladas, con un crecimiento anual de 8% y 5% para el período 2012-2013 y 2013-2014 respectivamente [27]. De esta forma considerando un precio promedio del polímero equivalente a 2.60 USD/kg, se puede estimar que el valor de mercado global, para este tipo de plástico durante el año 2014 alcanzó los 426 Millones de Dólares.

A la fecha el mayor productor de PLA es NatureWorks llc, con su planta de producción ubicada en Blair, Nebraska, Estados Unidos con una capacidad de producción de 140 kilo toneladas [30]. Su producto es comercializado con la marca Ingeo™ Biopolymer y cuenta con las características descritas en la ilustración 12. Este material tiene participación en el segmento correspondiente a envases de productos y cumple los estatutos impuestos por la Asociación de Drogas y Comidas (FDA por sus siglas en inglés) de Estados Unidos que garantizan la calidad del material [31]. Por otra parte se registra la empresa Corbion, con su producto Purac™ la cual ha anunciado la construcción de una planta de producción de 75 kilo toneladas en Tailandia, la que solo operaría a un tercio de su capacidad (2015) con contratos a clientes de baja escala [32].

Typical Material Properties ⁽¹⁾		
Physical Properties	Ingeo Resin	ASTM Method
Specific Gravity, g/cc	1.24	D792
MFR, g/10 min ⁽²⁾	6	D1238
Relative Viscosity ⁽³⁾	4.0	D5225
Clarity	Transparent	-
Peak Melt Temperature, °C	145-160	D3418
Glass Transition Temperature, °C	55-60	D3418
Mechanical Property		
Tensile Yield Strength, psi (MPa)	8700 (60)	D882
Tensile Strength at Break, psi (MPa)	7700 (53)	D882
Tensile Modulus, psi (MPa)	524,000 (3.6)	D882
Tensile Elongation, %	6	D882
Notched Izod Impact, ft-lb/in (J/m)	0.3 (16)	D256
Flexural Strength, psi (MPa)	12,000 (83)	D790
Flexural Modulus, psi (MPa)	555,000 (3.8)	D790
Heat Distortion Temperature, °C 66 psi (0.45 MPa)	55	E2092

Ilustración 12: Propiedades del material Ingeo™, producto elaborado por Natureworks. Fuente Nature Works llc.

El método que utiliza hoy la compañía Nature Works comprende procesos biológicos y químicos para la producción de ácido poliláctico. La primera etapa produce ácido láctico por fermentación de organismos el cual es recuperado y utilizado para la siguiente etapa. A continuación se condensa el ácido láctico y despolimeriza para obtener isómeros del lactido que corresponde a un producto intermedio. Finalmente se genera la polimerización por medio de la apertura de anillo para obtener

material de alto peso molecular. Los copolímeros que contienen lactato, poli (lactato-co-glicolato) y poli (lactato-co-ε-caprolactona) se pueden producir por copolimerización de anillo de apertura de lactato con glicolida y ε-caprolactona, respectivamente. (Ilustración 13). [33]

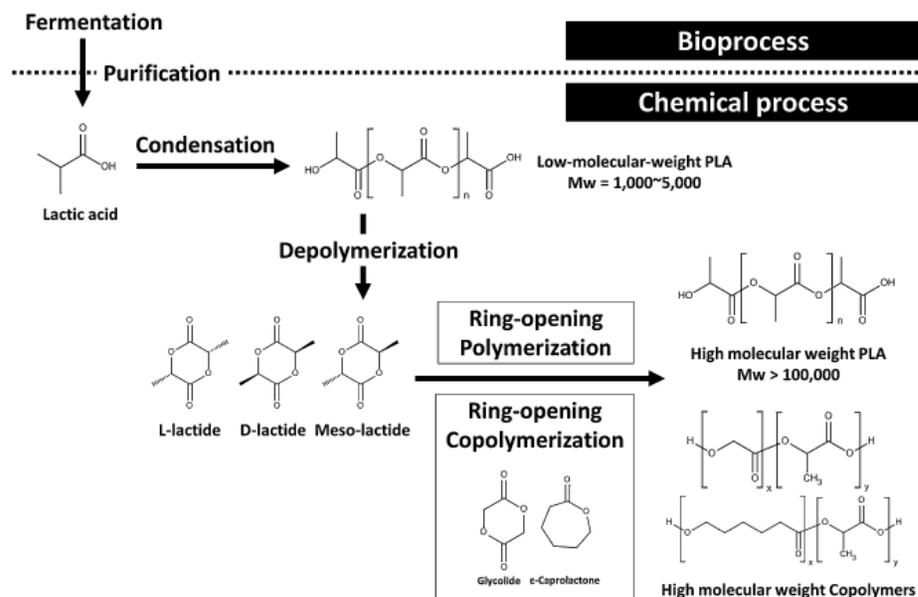


Ilustración 13: Proceso Químico para la producción del ácido poli láctico de alto peso molecular. Fuente: Park (2013)

2.2 Polihidroalcanoatos (PHA's)

Los PHA's son una familia de biopolímeros sintetizados por varias bacterias como una reserva intracelular de carbono y almacenamiento de energía. Actualmente el material más reconocido de este grupo de polímeros corresponde al PHB, el cual posee propiedades similares a las del polipropileno pero alejadas del polietileno (ilustración 14), siendo su principal atractivo la biodegradación del material. Esto ha determinado dos aplicaciones importantes: uno es en el área médica donde se pueden elaborar implantes para el interior del ser humano (material biocompatible) [34]. La otra aplicación corresponde al uso como aditivo de otros materiales (blending), el cual puede ser adherido a otros polímeros para combinar sus propiedades (biodegradación preferentemente) [35].

	PHB	PHBV (20% HV)	P(3HB-co-3HA) (3%HD&3%HDD)	PP	LDPE
Melting temperature (°C)	175	145	133	170	110
Glass transition temperature (°C)	4	-1	-8	-10	-110
Crystallinity (%)	60	n.a.	n.a.	50	50
E modulus (GPa)	3.5	0.8	0.2	1.5	0.2
Tensile strength (MPa)	4	20	17	38	10
Elongation at break (%)	5	50	680	400	600

Ilustración 14: Tabla comparativa entre propiedades físicas del material PHB, alguno de sus copolímeros (PHBV y P(3HB-co-3HA)) y resinas tradicionales como Poli Propileno y Poli Etileno. Fuente: David Placket (2011) [33].

El precio a cual es vendido el PHB, el año 2013 está entre 4 a 6 EUR (5.28 a 7.92 USD) [28] por kilo gramo dependiendo de la calidad del material. Se estima que la capacidad instalada para el año 2014 corresponde a 35 kilo toneladas al año y ésta ha crecido a tasas de 7% y 9% para los períodos 2012-2013 y 2013-2014 respectivamente [27]. Considerando entonces un precio promedio 6.6 USD por kilogramo, el mercado de los PHA's para el año 2014, puede ser valorado en 184 Millones de dólares.

El año 2014 se localizaron 16 compañías que producen el material donde se puede destacar Bio-On ubicada en, Bologna, Italia. Esta empresa posee a la fecha una capacidad de producción instalada equivalente a 10,000 kilo toneladas anuales [36]. Otro actor importante es Green Bio Materials Ltd. Compañía ubicada en Binhai District, Tianjin, China, la cual posee capacidad de producción de 10,000 kilo toneladas anuales de pellet de PHA's [37].

El método para la producción escalada de los PHA's involucra la fermentación de bacterias que son alimentadas a partir de diversas fuentes de carbono. Así se forma biomazas de material orgánico, en la que se encuentra el polímero, la cual debe ser sometida a procesos de secado, centrifugados y filtrados consecutivos de forma tal que se pueda obtener el pellet de PHA. El diagrama de producción se identifica en la ilustración 15 [38].

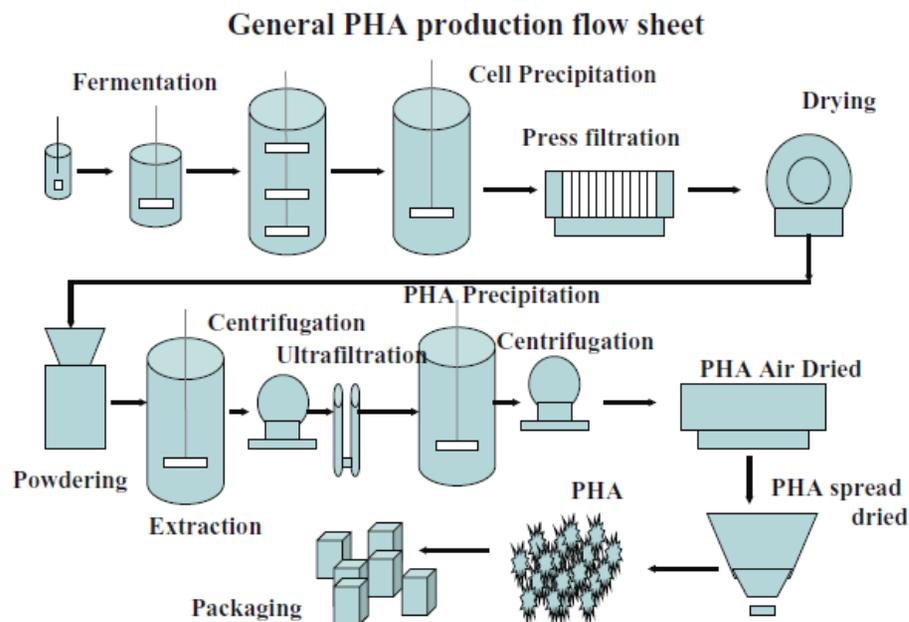


Ilustración 15: Diagrama general de la producción y extracción de Polihidroxialcanoatos, Fuente: Chen (2009)

3. CONTEXTO GLOBAL DE LA INDUSTRIA DE POLIMEROS

Si bien los plásticos de origen fósil han proporcionado funcionalidades particulares de alto atractivo a las economías globales por más de 50 años, también hay problemáticas que hasta hace algunos años han sido ignorados por las mismas. Uno de estas problemáticas corresponde al rápido desecho que tienen estos productos después de un rápido uso. Así el Foro Económico Mundial ha estimado que un 95% del total del valor creado por el producto de plástico utilizado para envases se pierde después de un corto primer uso [20]

El problema ocurre cuando se entiende que el 90% de estos productos tiene origen fósil y el tiempo de degradación de este tipo de plásticos en el medio puede ocurrir entre 25 a 1000 años [20,39]. Así después de un corto uso este material, aproximadamente un 72% queda desechado en vertederos habilitados y otros depósitos no habilitados, como ríos o costas marinas. Así se ha estimado que para el año 2014 hay al menos 150 millones de toneladas de plásticas vertidas en los océanos y que cada año llegan 8 millones de toneladas más. Lo anterior ha generado externalidades negativas para otras industrias como la pesquera evaluadas en 40 Billones de USD [20]. Esto sin considerar los daños que pueda generar a diversas especies marinas que se ven afectadas por la invasión de este material en sus espacios de desarrollo y otros involucrados a los gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global y que se estima esta industria contribuye un 2%.

De esta forma el contexto político global ha tomado cartas en el asunto y se han desarrollado políticas que regulan a la industria, de forma tal que se hagan cargo de los residuos que generan. Así por ejemplo la industria del plástico a nivel global se ve afecta a impuestos por emisiones de CO₂, que cobran hasta 130 USD por tonelada de CO₂ generado (caso Suecia). En Chile el parlamento aprobó en 2014, mediante la reforma tributaria, un impuesto de 5 USD por tonelada de CO₂ generada [40]. De esta forma, las empresas ya no solo deben declarar sus emisiones, si no también deben pagar por ellas. Para el año 2010 según estudios de la Asociación Industriales del Plástico (ASIPLA), producir 1 tonelada de plástico en Chile, genera 2,7 toneladas de CO₂ [41]. Por otra parte en Estados Unidos se registró que para el año (2012) la industria de los plásticos se emitieron 28.8 millones de Toneladas y solo un 8.8% de estas emisiones se pudieron recuperar (mediante reciclaje u otros) [42]. Finalmente, se reporta que para el año 2012, las emisiones asociadas a la producción global de plásticos produjeron aproximadamente 390 millones de toneladas de CO₂ [20].

Otra política que ha surgido dentro del país Chile corresponde a la Ley Marco de Residuos y responsabilidad extendida del productor (REP), que hoy se encuentra en el congreso. Así lo que busca promover el proyecto de ley es el uso del residuo plástico como recurso, materia prima y/o fuente de energía. De esta forma se obliga a los productores de este tipo de productos a [42].

- (1) Registrarse en un sistema único de identificación
- (2) Organizar y financiar la recolección y tratamiento de residuos a través de un sistema de gestión
- (3) Cumplir con metas de recolección y valorización de residuos.

Esto busca incentivar el reciclaje y reutilización del desecho plástico, como también aumentar los costos para el productor de resinas fósiles y de esta forma limitar su producción.

4. CADENA DE VALOR Y OPORTUNIDAD PARA LOS BIOPLÁSTICOS

La cadena de valor de la industrial de polímeros termo moldeables (con mayor aplicación en categoría packaging) involucra desde la adquisición de la materia prima hasta el descarte del producto elaborado o la posible reutilización/reciclaje del mismo. De esta forma hoy se pueden encontrar actores tales como productores de pellet, manufactureros y retailers (Ilustración 16).

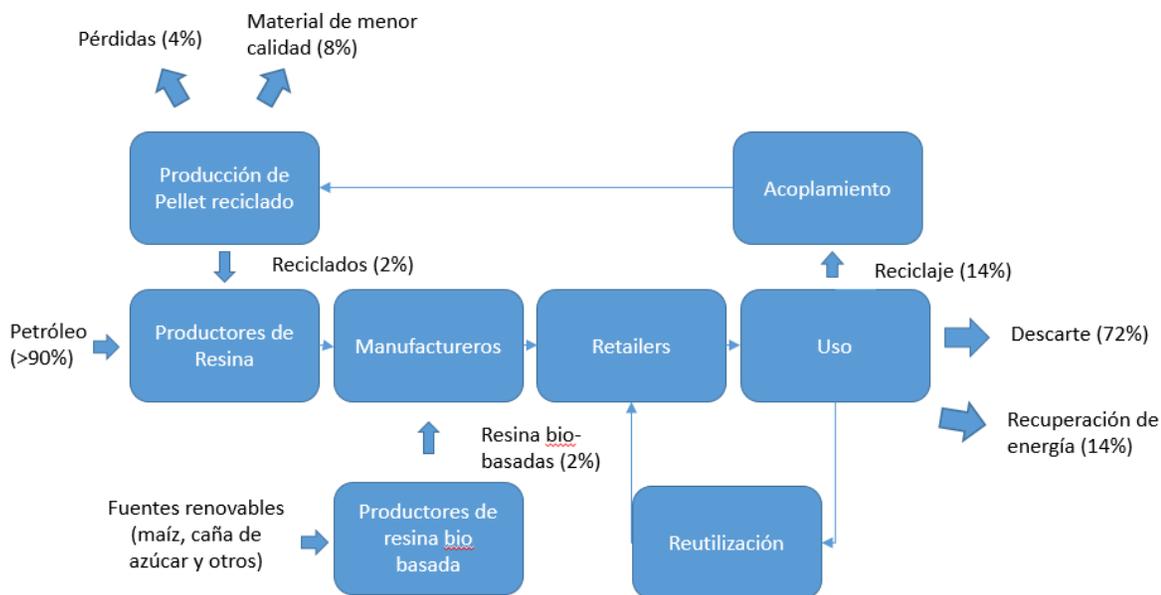


Ilustración 16: Cadena de valor de la industria de los plásticos, fuente elaboración propia con datos de World Economic Forum (2016).

El primer eslabón de la cadena son los productores de pellet quienes se proveen, en más de un 90% de las ocasiones, de crudo de petróleo para producir el material. De esta forma, la fabricación del pellet comienza con la separación de los hidrocarburos químicos del petróleo y conversión en monómeros como el etileno, propileno y otros. Así se privilegia la pureza del monómero para la siguiente etapa de polimerización. [43].

Una problemática que enfrenta este eslabón de la cadena corresponde a la volatilidad del precio del crudo de petróleo, el cual debido a que es un recurso no renovable, se transa hoy a la fecha bajo un precio FOB que varía diariamente:

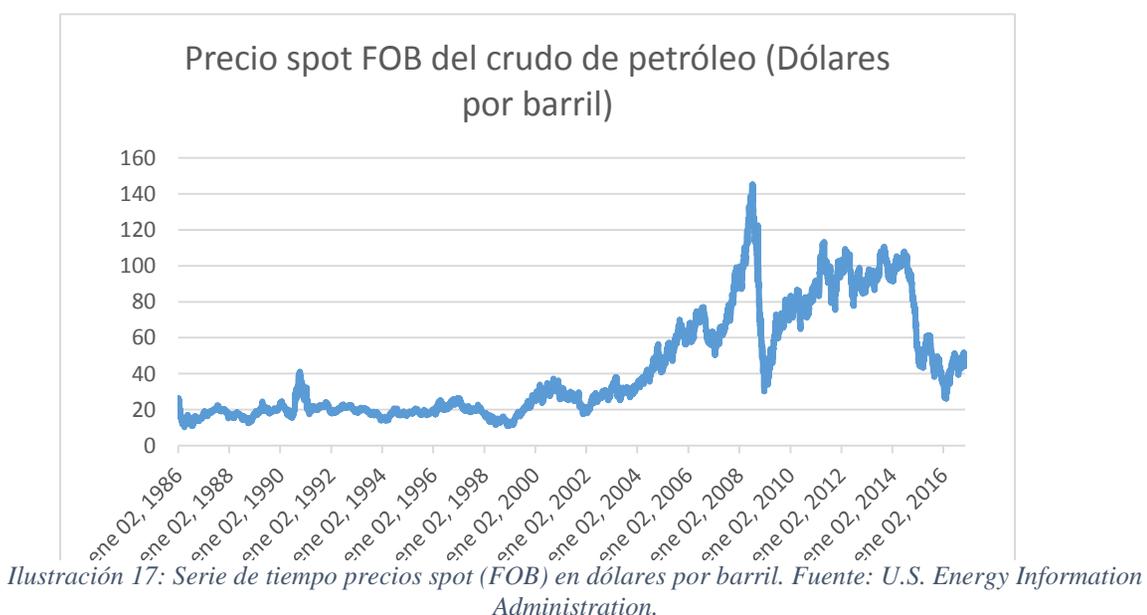


Ilustración 17: Serie de tiempo precios spot (FOB) en dólares por barril. Fuente: U.S. Energy Information Administration.

Inspeccionando la serie de tiempo se puede observar una alta volatilidad en el precio del crudo durante los últimos años. Más aún se puede observar como la crisis financiera del año 2008 que afectó a las instituciones financieras de Estados Unidos, tuvo repercusiones directas en el precio del crudo haciendo caer el precio desde 145.16 USD por barril el 14 de julio de 2008 hasta 30.28 USD por barril el día 23 de diciembre del mismo año[44]. Así se han registrado los últimos 5 años los siguientes promedios anuales y desviaciones estándar:

Tabla 2: Precio promedio anual y desviación estándar del crudo de petróleo

Año	Promedio anual (USD/barril)	Desviación estándar anual
2011	94.88	8.08
2012	94.05	7.73
2013	97.98	5.46
2014	93.17	13.55
2015	48.66	6.82
2016*	42.26	6.64

*El año 2016 solo considera hasta la fecha 07 de noviembre.

Fuente: Elaboración propia con datos de EIA.

Esto ha generado que los precios de los polímeros se vean afectados a esta volatilidad y por lo tanto las empresas se someten a un riesgo de mercado que no pueden controlar por si mismas (a menos que puedan asegurar contratos futuros que establezcan el precio en un horizonte mediano). De esta forma los precios de los productos elaborados varían con una fuerte correlación con el precio de adquisición del crudo de petróleo. Esto sumado al riesgo de tipo de cambio que condiciona el precio del dólar, ha generado altas variaciones en el precio final de los productos elaborados (Ilustración 18) [28].

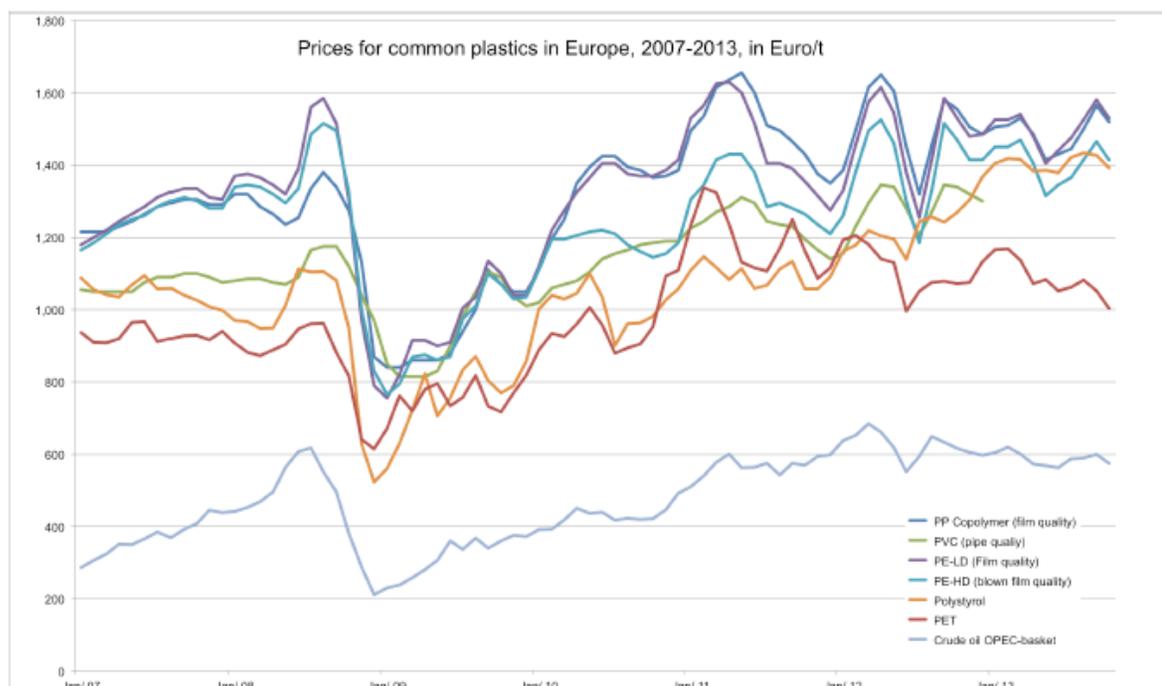


Ilustración 18: Variación del precio de las resinas PP, PVC, LDPE, HDPE, PE, PET en relación a la variación del precio del crudo de petróleo. Fuente: Nova Institute (2013).

Así se ha abierto un espacio a la industria de los bioplásticos para formar resinas biobasadas de forma que se pueden acoplar a la cadena de valor, vendiendo sus productos en forma de pellet o elaborados y de esta forma compiten directamente con los plásticos de origen fósil (bien sustituto). Sin embargo, los precios de las resinas bio basadas aún están muy alto respecto a las tradicionales. Comparando, por ejemplo, el precio del PET (1.15 EUR/kg) con el del PLA (2 EUR/kg) se pueden observar diferencias de 70% entre los mismos [26, 28].

Una vez elaboradas las resinas, estas son dispuestas al siguiente eslabón donde se elaboran productos de mayor complejidad mediante procesos de moldado, extrusión y presión. De esta forma las propiedades de los materiales termomoldeables, permiten calentarlos a temperaturas superiores a los 150°C para luego dar forma según la aplicación que tendrá el producto.

Al finalizar la cadena se encuentran los retailers, quienes distribuyen los productos elaborados al mercado. De esta forma se logra derivar el producto a su fin de acuerdo a relaciones comerciales que establezca este eslabón con clientes interesados (elaboradores de bebidas, comida, químicos, fármacos y otros). Una vez que el producto llega a los clientes, por lo general es rápidamente desechado y este deriva al reciclaje (14%), recuperación de energía (14%) y desecho en ríos o terrenos (72%) [20].

Los actores que reciclan actualmente acoplan un 14% de los desechos de plástico con el fin de generar resinas de origen reciclado e incorporarlos posteriormente a los manufactureros (o en algunos casos venden el producto intermedio para que otros elaboren la resina). Sin embargo, durante este proceso se estima que un 4% se pierde nuevamente en la biosfera, mientras que un 8% ha sido transformado en una resina de menor valor. Por lo tanto, solo un 2% de las resinas logra generar calidades similares de plástico, que es la que reingresar a la cadena de valor [20].

Así el foco del análisis del mercado para el proyecto PLA, está en los eslabones de productores de plásticos termo moldeables, quienes explicarían el año 2014 un 26% de la producción anual global y un valor de mercado global aproximado en 270 Billones de dólares [20,45]. Así las propiedades del plástico PLA permiten sustituir funcionalidades tradicionales de los polímeros de origen fósil a un menor costo ambiental, pero mayor costo monetario. De esta forma, se logra observar que aún existe alto margen de crecimiento para las resinas bio basadas pues a la fecha, como se explicó anteriormente, solo representan el 2% del mercado de plásticos termo moldeables.

5. ANÁLISIS POLÍTICO, ECONÓMICO, SOCIAL Y TECNOLÓGICO

Político: Surgimiento de proyectos de ley como el REP o los impuestos a las emisiones de CO₂, que aumentan los costos de los productores. Esto implica un alza en el costo de producción y manufactura de los polímeros de origen fósil y por lo que se espera que afecte al precio final del producto manufacturado. Lo anterior no afecta prácticamente a los polímeros bio-basados, pues su rápida descomposición facilita la gestión de los residuos generados. Además el impuesto por generación de Co₂ prácticamente tampoco afecta a este segmento pues por ejemplo la producción de PLA en Estados Unidos solo produce 0.27 kg de CO₂/kg de PLA [46]. Esto es muy bajo comparado con los 2.7 kg de CO₂ que se generan por kg de PET en Chile [41].

Económico: La diferencia fundamental entre los polímeros tradicionales y los biobasados corresponde a la materia prima con que se originan. Así los plásticos tradicionales son elaborados de un recurso no renovable como lo es el petróleo, mientras que los bio basados son elaborados a partir recursos renovables de carbohidratos como lo es el maíz, o caña de azúcar.

Para el año 2016 se estimó que existe una reserva global de 1,621 billones de barriles de petróleo [47]. Si bien se puede observar un superávit del recurso, se estima que el año 2015 se demandaron a nivel global, 94.07 millones de barriles del material por día [48]. Así a este ritmo se puede estimar que las reserva se agotarán en 47 Años más (cálculo no incorpora ni crecimiento en la demanda, así como tampoco nuevas exploraciones que aumenten las reservas del recurso). Así se puede prever que al largo plazo existirá una escasez del recurso fósil que abrirá paso a nuevas alternativas energéticas y así también la producción de materiales biobasados. Los plásticos con origen en recursos renovables forman parte de este conjunto de alternativas.

Social: Actualmente las sociedades han tomado mayor conciencia (debido al mayor acceso a la información de los últimos años) sobre el tema de la contaminación (no solo de plásticos). Esto ha predispuerto a los actores a tomar acciones sobre los agentes contaminantes e incluso se valoran las alternativas sustentables. En particular se discute sobre el Green Premium, que corresponde al porcentaje de precio extra que los actores del mercado están dispuestos a pagar por este tipo de productos. Esto lo compone un factor emocional sumado a un factor estratégico de acuerdo a las funcionalidades el material. [25]

Así las empresas lo han comprendido e incorporan los plásticos bio-basados a sus productos. Más aún grandes empresas han tratado de realizar este esfuerzo como lo es Danone, quien han logrado producir sus productos en envases de plástico bio-basado [49]. Otro ejemplo es la empresa Sharp, que incorpora el plástico DURABIO™ (elaborado por Mitsubishi Chemical Corporation) a su gama de celulares Aquos Crystal 2 [50]. Uno de los últimos acontecimientos relacionados a este tema fue la incorporación de este tipo de material por parte de Falabella a sus bolsas de empaque [51]. Así, se prevé que otras empresas se incorporen a esta tendencia debido al valor agregado que puede generar en los clientes este tipo de plásticos.

Tecnológico: Al comparar el desarrollo que ha tenido la industria, se logra observar que los productores de plásticos de origen fósil datan desde el año 1940. Por otra parte el primero productor a gran escala de PLA nace el año 2002 (Natureworks Inc.). Esto ha generado grandes brechas en el desarrollo tecnológico entre ambos segmentos, donde existe productores de PET como Inorama Ventures Public Company Limited con una capacidad instalada equivalente a 4.4 Millones de toneladas anuales para el año 2015 [52]. Por el lado de la producción de resinas de PLA, si bien el método de apertura de anillos (ring opening polymerization) ha sido el que ha predominado, las capacidades instaladas hoy no superan las 140 kilo toneladas por año. Esto se debe a que la tecnología para producir plásticos de origen fósil tiene menores costos de inversión y producción que la tecnología para producir bio plásticos.

5. ANALISIS DE LAS CINCO FUERZAS DE PORTER.

El análisis se realiza sobre el segmento de mercado correspondientes a las resinas termomoldeables para uso en envases (packaging).

6.1 Amenaza de nuevos competidores:

En cuanto a la inversión inicial, se anuncia según Indorama Aventures (2013) que instalar una planta de producción de resina PET con capacidad de 500 kilo toneladas anuales puede costar 190 millones de USD [53] lo que implica un costo de inversión de 380 USD por tonelada anual. Mientras que la empresa Corbion, productora de Ácido Poli láctico, anunció el año 2014, que

instalar una planta de producción en Tailandia con capacidad de 75 kilo toneladas anuales requería un total de 79.8 Millones de USD [54], lo que implica un costo de inversión 1,064 USD por tonelada anual. Esto implica altas barreras de entradas debido a la inversión en capital inicial que se debe hacer para entrar al mercado.

Las barreras legales de entrada para el mercado son relativas a cada país donde se quiera instalar una fábrica de estas características. Las regulaciones políticas en algunos países dentro de la Union Europea, tales como Grecia e Italia, han generado trámites burocráticos que dificultan la instalación de empresas de este estilo. Además en otros países como los nórdicos (Dinamarca, noruega y Suecia) existen altos impuestos a las emisiones de CO2 que aumentan el costo operacional de este tipo de empresas. Sin embargo existen otros países menos desarrollados (como lo es el caso de los países del sudeste asiáticos) que prácticamente no tienen regulación política para esta industria y en este caso las barreras legales de entradas son mucho más bajas. Sin embargo mantenerse en la industria con los bajos márgenes actuales requiere de altos esfuerzos que dificultan al nuevo éntrate. De esta forma podemos concluir que la amenaza de nuevos competidores es baja debido a los altos costos de inversión que requiere este tipo de proyectos y las normas que establecen algunos gobiernos donde se establecen los productores.

6.2 Amenaza de sustitutos

Considerando el uso de envases para las resinas termomoldeables de plástico se pueden encontrar varios sustitutos. En primera instancia se reconocen sustitutos como el vidrio y el aluminio que también, por sus propiedades presentan funcionalidades similares o mejores, como que pueden ser (termo) moldeados para actuar como envases (en botellas, latas, y otros). Sin embargo en el caso de los envases de aluminio, los precios son más altos debido a que su materia prima son comparativamente más altos (1.73 USD por kilogramo de aluminio) que los de las resinas de plástico [54]. Por otra parte, el vidrio presenta la desventaja al ser transportado debido a que es un material muy pesado, pues a modo de ejemplo, un envase de 335 ml de bebida en material plástico puede pesar hasta 200 gr versus una de PET que solo pesa 24 gr [56]. Además el vidrio es un material frágil que puede ser dañado durante el traslado del producto final. De esta forma, a la fecha, se percibe una baja amenaza de bienes sustitutos, debido a que los polímeros hoy presentan funcionalidades únicas (como el bajo peso y la resistencia a impactos) a un precio bastante bajo lo que lo convierte en un producto de alta demanda.

6.3 Poder de los proveedores.

Los proveedores del mercado corresponden principalmente a productores de crudo de petróleo. Actualmente el uso de este recurso para plástico solo representa el 2% de la producción global de crudo, mientras que el uso para gasolina representa el 47% [57]. Su poder de negociación frente a proveedores es bajo, debido a que los productores de resinas representan un bajo volumen de ventas del crudo y que no poseen un bien sustituto actualmente. Esto se evidencia pues los riesgos como la volatilidad en el precio son traspasados completamente a los productores de resinas. Así se detecta una alta fuerza de los proveedores en este punto.

Por parte de las resinas bio-basadas, como el PLA, tienen como proveedores a los productores de maíz o cañas de azúcar, quienes producen periódicamente de acuerdo a contratos firmados. Actualmente el volumen de maíz destinado para este tipo de proyectos representa una baja cifra en comparación al uso en alimentación. Por lo mismo el volumen de venta, la relación contractual

entre las partes se establece principalmente en contratos de producción en el que se aseguran las ventas futuras, minimizando los riesgos para ambas partes. Esto pues se trata de un recurso perecible (a diferencia del crudo de petróleo) con altos costos de almacenaje, el cual debe ser utilizado en un corto plazo.

Así se puede concluir que el poder de los proveedores es alto en el segmento de resinas con origen fósil, mientras que en el segmento bio basado presentan niveles de poderes balanceados.

6.4 Poder de los compradores

Los consumidores en masa de productos plásticos termo moldeables que tienen como fin el uso de envases corresponde a los retailers, quienes establecen puntos de distribución de los productos y hacen los hacen llegar a otros sectores la producción de alimentos, bienes de consumo, salud y otros. A lo largo de los años, los retailers han traspasado las necesidades de los sectores quienes han preferido los productos de origen Fossil debido a sus bajos costos.

Si bien no existe concentración de los consumidores, si existen estándares mínimos que los clientes exigen al producto, como lo son certificaciones de calidad del material, elaborados por organismos externos. Más aun, en los últimos años, el consumidor final ha tomado mayor conciencia sobre las externalidades que produce este material y ha mostrado una mayor disposición a pagar por productos elaborados a partir de resinas bio basadas. Esto, si bien aumenta las exigencias del consumidor en cuanto a certificaciones del contenido biobasado del polímero, son ellos mismos quienes pagan el valor agregado de esto.

Por lo mismo, se siguen prefiriendo los plásticos de origen fósil por sobre los bio basados debido a sus bajos costes y se espera que el ritmo de crecimiento de la demanda de polímeros crezca los siguientes años entre tasas de 3% y 4% [20]. De esta forma los consumidores poseen un bajo poder de negociación debido a la alta funcionalidad que presentan estos productos a bajo costo.

6.5 Rivalidad entre competidores

La industria de los polímeros termo moldeables de origen fósiles encuentra en una etapa madura con una intensa rivalidad entre los productores por mantener su cuota de mercado. Esta rivalidad se debe principalmente a los siguientes factores:

1. Gran número de firmas en el mercado, que compiten prácticamente por los mismos clientes y recursos entre unas y otras.
2. Bajo crecimiento de mercado. Esto provoca que las firmas deban luchar por mantener su cuota de mercado.
3. Altos costos de inversión que permiten obtener ventajas competitivas a partir de beneficios de escala de los productos. Sin embargo los costos de almacenamiento son relativamente altos lo que propone un problema a los productores.

En el caso del segmento de resinas bio-basadas, el mercado se encuentra en una etapa inicial, donde también existe rivalidad de productores debido a la alta cantidad de firmas y productos en el mercado, así como también los altos costos de inversión. Sin embargo el crecimiento del mercado ha sido mayor que el de polímeros con origen fósil por lo que la rivalidad es menor a la del segmento fósil. Se espera también que en los años consecutivos exista una mayor rivalidad entre

los segmentos de origen fósil y bio basados, debido a que los costos de producción de los plásticos biobasados disminuyan conforme siga desarrollándose tecnológicamente este segmento.

6. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

De acuerdo a lo discutido en los análisis respecto al mercado de resinas termomoldeables con destinos a envases:

- (1) Se espera que la escasez del recurso fósil en el mediano plazo provoquen restricciones en la oferta del crudo de petróleo y, por lo tanto, un inminente aumento en los precios del mismo. Más aun, cualquier situación que provoque colapsos en la economía global, como lo fue la crisis financiera o cambio de controladores en las productoras del crudo, acentuara más estos efectos. Esto tendrá repercusiones inminentes en los productores de plásticos los cuales tendrán que ajustar sus precios conforme a las variaciones de la materia prima.
- (2) El contexto político-social también es desfavorable para los productores de resinas de origen fósil, pues la alta contaminación que provocan, tanto en la producción como en su uso y posterior descarte, han llamado la atención de los consumidores y las autoridades competentes. Así las empresas productoras de resinas se están viendo sometidas a regulaciones que afectarán directamente sus costos variables (impuestos a las emisiones de carbono) y fijos (Financiamiento de la recolección y tratamiento de residuos sólidos).
- (3) Hoy las resinas y productos de PLA tienen propiedades muy similares a las resinas tradicionales que lo hacen un bien sustituto. Más aun presentan propiedades compostables que permiten reducir la huella de carbono en productos de corto uso como envases que no tienen las resinas y productos elaborados de origen fósil. Sin embargo su alta diferencia en precio (70% aproximadamente) y costos de inversión han sido los principales impedimentos para entrar de forma más masiva a un mercado altamente competitivo. Sin embargo, comparando con la madurez de la tecnología para producir resinas de origen fósil, la tecnología de resinas bio basadas aún se encuentra en fases de desarrollo, por lo que se espera equiparar los costos en el mediano plazo.
- (4) Finalmente respecto a la evidencia y análisis hechos en el presente capítulo, se puede determinar que una vez se equiparen los precios de las resinas fósiles con las de PLA estas últimas deberían ser preferidas en aplicaciones como envases, debido a la propiedad de compostabilidad que ofrecen. Esto determina una ventaja competitiva para el producto y por lo mismo una razón para ser preferida por el consumidor.

De esta forma se detecta un segmento de biopolímeros atractivo, que posee altas tasas de crecimiento respecto al mercado global, condiciones externas más favorables de producción y con un alto margen de crecimiento para los próximos años. Si bien los costos de inversión y producción son relativamente más altos que el segmento de origen fósil, se ha logrado evidenciar que a la fecha es factible la incorporación de nuevas tecnologías y se espera que el desarrollo de las mismas en el mediano o largo plazo permita producir productos competitivos respecto a los otros segmentos de la industria de polímeros.

Sobre el costo de producción del PHB dependerá de la bacteria que se utilice en el proceso y el costo del sustrato (Ilustración 20). Así se registra que el costo de producción para el año 1999 podía variar entre 4 a 16 USD por kilo gramo [61]. Estudios más recientes han diseñado procesos escalados de producción de PHA'S con costos estimados de 2.11 USD/kg (Posada 2011) [62] y 1.56 USD/kg (Dacosta 2015) [63] mediante la variación de materias primas uso de glicerol como fuente de carbono y utilización de aguas residuales respectivamente. El costo de las materias primas puede llegar a representar hasta 40% del costo total de producción. Los demás costos se asocian a la energía y volúmenes de agua utilizados para operar los fermentadores, así como también al procedimiento de purificación y extracción.

Table 3
Effect of substrate cost and P(3HB) yield on the production cost (Madison and Huisman, 1999)

Substrate	Substrate price (US\$ kg ⁻¹)	P(3HB) yield (g P(3HB) (g substrate) ⁻¹)	Product cost (US\$ (kg P(3HB)) ⁻¹)
Glucose	0.493	0.38	1.30
Sucrose	0.290	0.40	0.72
Methanol	0.180	0.43	0.42
Acetic acid	0.595	0.38	1.56
Ethanol	0.502	0.50	1.00
Cane molasses	0.220	0.42	0.52
Cheese whey	0.071	0.33	0.22
Hemicellulose hydrolysate	0.069	0.20	0.34

Ilustración 20: Efecto del costo de sustrato sobre el costo de producto final. Fuente: Polyhydroalkanoates: An Overview (Ghai 2013)

Por otra parte en 2001, se reporta la actividad del mecanismo PHA síntesis sobre el lactyl-coa, un metabolito formado a partir de lactato. Sin embargo, se observa que la actividad sobre este metabolito es muy débil [58]. A partir de ese momento se agudizan los esfuerzos para poder fortalecer la actividad de la PHA síntesis sobre el lactyl-coa. Esto da como resultado el año 2006 un invento que provee células genéticamente modificadas, capaces de producir ácido poli láctico y otros co-polímeros, las cuales contienen un gen que codifica la popionnyl-Coa Transferasa (pct) y otro que codifica la Polihidroalcanoata Sintasa (PHAs). A este invento se le otorgaron derechos de patentes por medio del PCT a partir del año 2009 y los solicitantes corresponden al instituto Korean Institute of sciend and Technology (KAIST) en conjunto a la empresa LG Chem [58] (Ilustración 21).

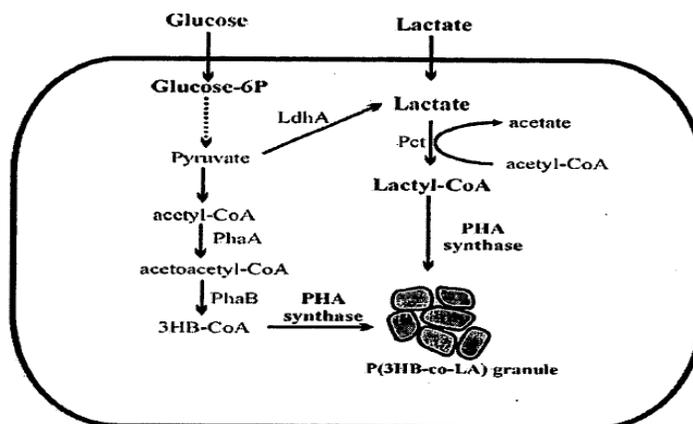


Ilustración 21: diagrama esquemático que muestra una ruta para sintetizar PLA usando células. Fuente: Patente código US20070277268 (forma parte de la familia de patentes asociada al código WO2006126796).

2. ANALISIS DE PATENTES

2.1 CONSTRUCCION DE BASE DE DATOS.

El primer documento de patente encontrada entorno a la producción de ácido poli láctico por medio de microorganismos, se logró revisando las referencias del documento elaborado por Jung el año 2011 [64]. Así se localiza la patente solicitada a través del tratado de cooperación en materia de Patentes (PCT) con código WO2006126796 A1. Posterior a esto se realizó una búsqueda mediante el motor de búsqueda provista por la plataforma Google Patents, donde se logró dar con el documento de la patente concedida. La plataforma no solo provee el documento si no también muestra las patentes que han sido citadas por el examinador del documento y las patentes que hacen cita, por medio del examinador, del mismo (las que corresponden a las otorgadas los siguientes años).

De esta forma se elaboró una base de datos con las patentes citadas por la patente WO 2006126796 A1 (incluyendo a la misma). Así el total de patentes encontradas en torno a la producción de ácido láctico por medio de microorganismos fueron 34. Posterior a esto se estructuraron los datos de la patente en clases que consideran: título de la patente, resumen, cuerpo (involucra estado del arte, descripción de la invención, reivindicaciones y ejemplos), códigos de publicación de la patente, Solicitante de la patente, inventores, fecha de solicitud, fecha de cesión y Numero de PCT. De esta forma comparando los códigos de cada patente y los Números de PCT se logran reconocer que existen patentes repetidas dentro de la base de datos pues pertenecen a la misma familia de patentes (es decir corresponden al mismo documento pero presentados en diversos territorios). De esta forma se eliminan las repeticiones y se reduce el número de elementos a 21 dentro de la base de datos (Ilustración 22).

ID	Título de Patente	Codigo WO	COD US	COD EP	COD CN	OTRO COD	Fecha Solicitud	Fecha entrega	NUMERO PCT	Sol. 1	Sol. 2	Sol. 3	Sol. 4	Inventores	Resumen
1	Method for polymerisi		US 201110	EP2310518A1			10-jul-09	19-may-11		Metabolic Explorer				Philippe Souc	The prese
2	Extreme halophilic arc				CN 103451		04-jun-12	10-jun-15		中国科学院微生物研究所					The prese
3	Recombinant microorg		US201101		CN 101835	CN101835895	08-ago-08	16-abr-14	PCT/KR2008/00	化学株式会社 韩国科学技术院					The prese
4	Cells or plants having	WO20061267	US20070:	EP188585	CN101184843B		17-may-06	30-nov-06	PCT/KR2006/00	LG Chem, Lt Korea Advanced Institute Of Science And Tec					The prese
5	Copolymer comprising	WO20080625	US20100	EP 2084209 A4	EP2084209A1		21-nov-07	19-oct-11	PCT/KR2007/00	LG Chem, Lt Korea Advanced Institute of Sci	Si-Jae Park, Si	PENDIENTE			
6	Copolymer containing	WO20080625	US87654	EP208702	US201100463:		21-nov-07	01-jul-14	PCT/KR2007/00	LG Chem, Ltd.	Si-Jae Park, T	The prese			
7	Mutant of propionyl-C	WO20090227	US94163	EP263674	CN102586:		07-oct-14	16-ago-16	PCT/KR2008/00	LG Chem, Ltd.	Si Jae Park, T	Provided i			
8	Recombinant microorg	WO2009031762A2					08-ago-08	12-mar-09	PCT/KR2008/00	LG Chem, Lt Korea Advanced Institute Of Sc	Si Jae Park, T	Provided e			
9	Polymeric bioplastics	WO2009045719A2					17-sep-08	09-abr-09	PCT/US2008/0	President And Fellows Of Harvard College					One aspe
10	Recombinant microorg	WO20090911	US20100:	EP224284	CN101679:	EP 2242845 A:	30-dic-08	27-oct-10	PLI/KR2008/0	LG Chem, Ltd.	Si Jae Park, T	Provided e			
11	Method for production	WO20091311	US20110:	EP228426	CN102066560B		23-abr-09	29-oct-09	PCT/JP2009/05	Toyota Jidos:国立大学, National U	トヨタ自動車株式会社	Taguel Disclosed			
12	Method for preparing	WO20091577	US20110:	EP231463	CN102164986B		24-jun-09	30-dic-09	PCT/KR2009/00	LG Chem, Lt (주) 한국화학연구원	Korea Adv: 한국화학연구원	The prese			
13	Method for preparing	WO20091577	US20110:	EP231463	CN102164:	US 9120891 B	24-jun-09	01-sep-15	PCT/KR2009/00	LG Chem, Lt Korea Advanced Institute Of Sc	Sang Yup Lee	Provided i			
14	Method for production	WO20100504	US87481:	EP237794	CN102197	EP 2963120 A:	27-oct-09	06-ene-16	PCT/JP2009/06	Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha	Kohda KATSU	It is an ob			
15	Recombinant Ralstonia	WO20100904	US86857:	EP239507	CN102307:	US 9243265 E	18-dic-13	26-ene-16	PCT/KR2010/00	LG Chem, Ltd.	Taek Ho Yang	Provided e			
16	Recombinant microorg	WO20110131	US20120:	EP245971	CN102482651A		27-jul-10	03-feb-11	PCT/JP2010/00	Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha	Shusei Obata	This inven			
17	Recombinant microorg	WO2011074842A3					13-dic-10	03-nov-11	PCT/KR2010/00	LG Chem, Lt (주) 한국화학연구원	LG Chem, Ltd.	Tae Wan Kim	The prese		
18	Recombinant microorg	WO2011118:	US89806:	EP255134	CN102844:	US201300455:	24-mar-11	17-mar-15	PCT/JP2011/05	Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha	Masayoshi M	Allphatic p			
19	Melt-processed mould	WO2011149:	US20130:	EP257839	CN102917875B		26-may-11	26-abr-12	PCT/KR2011/00	LG Chem, Lt (주) 한국화학연구원	Houng Sik Yo	The prese			
20	Mutant polyhydroxyal	WO2012008:	US88024:	EP259463	US201301573:		14-jul-10	12-ago-14	PCT/JP2010/06	Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha	Masayoshi M	A substiti			
21	Method for producing polymer		EP 2060594	A2	EP2060594A3		04-nov-08	20-may-09		AgriBioIndu National University Corporator	Tokuo Matsu:	Problem tr			

Ilustración 22: Extracto Base de datos final de patentes asociadas a la producción de ácido poli láctico a través de organismos genéticamente modificados. Fuente: Elaboración propia.

2.2 EXTRACCIÓN DE DATOS DE LAS ESTRUCTURAS

A partir de la clasificación de las patentes se logran extraer datos relacionadas a los documentos. En primer lugar se identifican los solicitantes del conjunto de patentes identificados en la clase Solicitante, quienes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3: Resumen análisis de solicitantes de las 21 patentes en la base de datos.

Solicitantes	Número de solicitudes de patentes concedidas
Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha	4
LG Chem Ltd	4
LG Chem Ltd y Korean Advanced Institute of Science & Technology	3
(주)Lg화학 y LG Chem Ltd	3
LG Chem, (주)Lg화학 y Korean Advanced Institute of Science & Technology	1
Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha y National University Corporation Hokkaido University	1
National University Corporation Hokkaido University	1
Otros	4

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se reconoce que los mayores solicitantes corresponden a LG Chem LTD (11 patentes) y Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha (5 patentes). Estos actores no han solicitado patentes en conjunto, más aún se reconoce que la empresa LG Chem solicita parte de sus patentes en conjunto al Instituto Coreano Avanzado de Ciencia y Tecnología (KAIST), mientras que Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha ha solicitado una patente en conjunto a la Universidad Nacional De Hokkaido. Sobre las patentes en que tienen participación estos actores (16 en total), se destaca que todas han sido solicitadas por el sistema PCT (Tratado de Cooperación en materia de Patentes). Se reconoce además que las patentes solicitadas por el grupo Toyota Jidosha Kabushi Kaisha son solicitadas desde oficinas ubicadas en Japón, mientras que las solicitadas por LG Chem Ltda provienen desde las oficinas regionales de Corea del sur.

Posterior a esto se extraen los datos sobre los códigos de las patentes asociadas a los mayores solicitantes, donde se reconocen los territorios preferidos para la fase nacional del PCT. Así se reconoce que los territorios para patentar involucran Europa (Código EP) y Estados Unidos (Código US) en un 82% de los casos, mientras que China (Código CN) es elegido un 65% de los casos.

Sobre los inventores de las patentes asociadas a LG Chem se destacan a Si Jae Park quien ha participado en todas las patentes solicitadas por esta empresa. Si Jae park es un Ingeniero de investigación (Senior) en el centro de investigación de Química-Biotecnología del Instituto Coreano de Tecnología Química (KRICT), quien posee grados de Master y Ph.D en Ingeniería Química del instituto KAIST en 1999 y 2003 consecutivamente [59]. Este inventor posee 94 patentes registradas a su nombre (entre solicitadas y concedidas) en el área de química y biotecnología [65]. Además se destaca la participación de otros inventores como lo son Sang Yup Lee, Yu Kyung Jung, Taek Ho Yang y Tae Wan Kim.

Por otra parte, sobre los inventores de las patentes asociadas a Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, se destaca a Takashi Shimamura, quien ha participado en 4 de las 5 patentes solicitadas por esta empresa. Así se reconoce que el inventor tiene registradas 69 patentes (entre solicitadas y concedidas) a su nombre [66]. Se destaca además a otros inventores como son Masayoshi Muramatsu, Hiromi Kambe, Masakazu Ito y Katsunori Kohda quienes también forman parte de la los registros asociadas a las patentes solicitadas por la empresa.

Sobre los datos técnicos asociados a los resultados obtenidos por los inventores, se han extraído algunos del cuerpo de las patentes, los que se complementaron con artículos elaborados por los inventores descritos anteriormente y que han sido publicados a través de portales reconocidos como los son Science Direct y Wiley Online Library. Así, los resultados del experimento elaborado por Jung (2011) arrojaron que las bacterias *Escherichia Coli* pudieron sintetizar P(3HB-co-39.6 mol% LA), con un contenido de polímero equivalente a 43% del peso total de la bacteria (wt) y un peso molecular de 141,000 Dt en un medio que contiene 20 gramos por litro de glucosa [64].

Dentro del mismo estudio se plantea la problemática de que conforme sube la concentración de lactato (en el tiempo) dentro del polímero, el peso molecular del mismo decae. Así se obtiene que ante contenidos de Lactato superiores a 50% el peso molecular cae bajo los 50.000 Dt [64]. Este punto se ha repetido en las invenciones que subsiguen a la anteriormente descrita.

Otros resultados técnicos obtenidos por los investigadores son resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 4: Resumen de los resultados obtenidos por diferentes autores.

Organismo	Polímero	Contenido de polímero (wt)	Contenido de lactato	Peso molecular (Dt)	Referencia
Escherichia Coli	PLA	7.2%-11%	100%	56,000	67, 68
Escherichia Coli	PLA-co-3HB	70%-81%	60%-47%	14,000	69
Escherichia Coli	PLA-co-3HB	46%	70%	<50,000	70
Escherichia Coli	P(LA-co-3HB)	6.3%	17%	27,000	71
<i>Ralstonia eutropha</i>	P(LA-co-3HB)	7.72%	31.71%	-	72
<i>Corynebacterium glutamicum</i>	P(LA-co-3HB)	1.4-2.4%	96.8%-99.3%	7,400-5,700	73

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se logra observar que los autores han logrado sintetizar efectivamente ácido poliláctico y co polímeros de bajo peso molecular a través de organismos genéticamente modificados.

2.3 ANALISIS DE LOS DATOS

2.3.1 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Actualmente se localizan dos equipos de investigación que avanzan en el estado del arte relacionado a la producción de ácido poliláctico a través de organismos genéticamente modificados y quienes han acaparado al menos 76% de las patentes localizadas. En primer lugar se destaca al equipo localizado en Corea, donde se destaca a Si Jae Park y los demás inventores mencionados anteriormente, quienes trabajan en conjunto con el Instituto coreano KAIST, para desarrollar los organismos genéticamente modificados. Este equipo ha solicitado las patentes a nombre de las instituciones KAIST y LG Chem, que corresponden a un reconocido instituto técnico coreano y una empresa de producción de materiales y químicos (Market Cap. de 17.3 Billones de USD[74]).

A ellos se les asocia la primera patente elaborada respecto al tema (2006), la cual fue publicada el año 2009 con el código WO2006126796.

Por otra parte se identifica otro equipo de investigación que solicita sus patentes a través de la oficina de patentes de Japón y donde se destaca a Takashi Shimamura y el grupo de inventores asociados al mencionado anteriormente. Este grupo se observa que ha solicitado patentes a nombre de las instituciones Hokkaido University y Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha que corresponde a una universidad de Hokkaido, Sapporo, Japón y a la reconocida empresa de motores Toyota (Market Cap. de 198.5 Billones de USD [75]). Su participación comienza el año 2009 con la emisión y publicación de su primera asociada a la técnica con código WO2009131186A1.

De esta forma se logra reconocer a dos equipos de investigación de distintos orígenes que no participan conjuntamente y han comenzado una carrera por el desarrollo de la tecnología. El que las patentes hayan sido solicitadas en conjunto a empresas corresponde a una estrategia adoptada por estos equipos para financiar los altos costos de inversión que tienen este tipo de proyectos. Se puede reconocer que las empresas que se asocian a este tipo de proyectos tienen alto capital y por lo mismo se puede presumir que estos equipos trabajan con tecnología de punta para apoyar el desarrollo del proyecto (Equipos sofisticados de laboratorio).

2.3.2 PROBLEMAS DE LA TECNICA

Actualmente los resultados obtenidos a través de los diversos organismos utilizados para la producción de ácido poli láctico no son suficientes para establecer una producción escalada del material. Esto se debe a que en los resultados se obtienen concentraciones muy bajas de polímero en su interior debido a dos factores claves que se determinan de las investigaciones analizadas:

En primer lugar la biomasa final que se genera en los cultivos de organismos es muy baja (20 a 24 gDCW/L) [64] en comparación a la que se genera en la producción de los polihidroalcanoatos (111 gDCW/L) [38]. Esto según Yang (2013) se asocia a un problema en la ruta metabólica que involucra a la encima pct [33].

El segundo problema es que conforme sube la concentración de lactato dentro del polímero a través del tiempo), decae la concentración del último dentro de la célula. Así los experimentos revelan que se han logrado producir Co polímeros del PLA con bajo contenido de lactato (47%) a altas concentraciones dentro de la célula (81%) [69]. Sin embargo para obtener un polímero con 100% contenido de lactato solo se ha podido a concentraciones equivalentes al 11% del peso de la célula (wt) [67, 68] (ver tabla 4). Este problema se asocia a la baja actividad que tiene la encima PHA's sobre el lactato.

De esta forma dar solución a estas problemáticas de la técnica permitiría lograr mejores parámetros al sistema y, por lo tanto, lograr alcanzar la producción a escala del mismo.

2.3.3 ANÁLISIS DEL NIVEL INVENTIVO DE LOS CONCEPTOS PROPUESTOS POR EL PROYECTO PLA

El proyecto PLA, como se mencionó anteriormente, busca probar 2 conceptos centrales para lograr producir el ácido poli láctico a través de un microorganismo (*Escherichia Coli*) de forma eficiente (Ilustración 23).

El primero concepto corresponde a implementar una ruta de producción a través de la enzima Propionil-coa-Transferasa (pct) y la PHAc para producir la polimerización del lactato dentro de los organismos. De esta forma se busca probar la producción de ácido poli láctico mediante el cultivo y fermentación de una bacteria genéticamente modificada en una medio con glucosa y lactato. El concepto proviene de literatura publicada por Taek Ho Yang el año 2009, en el que se proponen modificaciones a los genes que codifican las enzimas pct y PHAc, de forma tal que se expresen de forma activa en el organismo, para así producir el ácido poli láctico en mayores concentraciones respecto a los que produciría el organismo naturalmente [76]. De esta forma el equipo ha utilizado los procedimientos y alguna de las secuencias genéticas que se mencionan en dicho artículo, para elaborar el diseño del concepto a probar en la investigación.

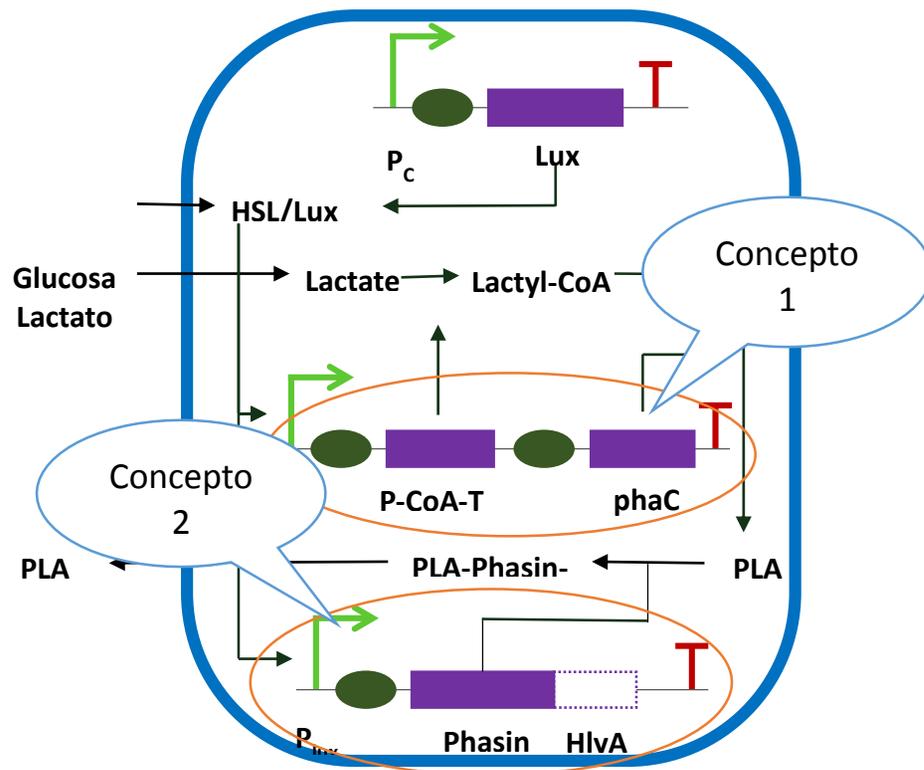


Ilustración 23: Diagrama del proceso general y los genes involucrados en la producción del Ácido Poli láctico elaborado por el Proyecto PLA.

El problema es que el procedimiento elaborado por Yang el año 2009 ya ha sido probado con resultados demostrados novedosos. A la novedad asociada a las secuencias genéticas que modificaciones a los genes (Ilustración 24), se les ha concedido derechos de patentes (W02008062995) el año 2008 a través del PCT [77]. De esta forma, probar este concepto no daría como resultado un objeto tecnológico novedoso, pues el proyecto considera la réplica de genes que codifican enzimas, que ya son de conocimiento público a partir del año 2008.

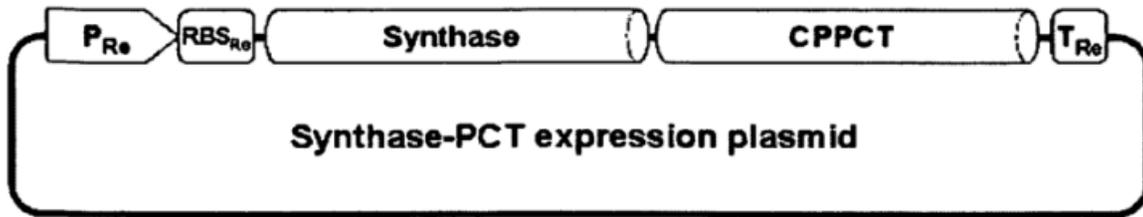


Ilustración 24: diagrama de los genes que expresan las enzimas *pct* y *PHAc* de forma conjunta, comparando con la ilustración 23 se evidencia la similitud de los genes presentes en el concepto 1 del Proyecto PLA. Fuente: Patente US8383379.

El segundo concepto que propone el Proyecto PLA es un sistema de exportación del polímero hacia el medio el cual permitiría disminuir los costos de obtención del material. El concepto se determina según literatura elaborada por Elisabeth Linton el año 2010 [78], quien ha diseñado genes para activar la encima (PHAsin) la cual permite exportar polihidroalcanoatos (PHA's) al medio. De esta forma el equipo supone que probar este mecanismo en un organismo capaz de producir ácido poliláctico permitiría elaborar un proceso de producción escalado del material rentable debido a menores costos de obtención.

El problema de este segundo concepto es que no responde a los problemas de la técnica asociada a la producción de ácido poliláctico a través de microorganismos. Esto pues el sistema se ha elaborado para organismos capaces de producir polihidroalcanoatos (PHA's) a nivel escalado, con el fin de disminuir los costos de obtención del material. Además se puede discutir nuevamente el nivel inventivo, pues el proyecto considera una réplica de los genes elaborado en una tesis de Postgrado es de conocimiento público desde el año 2010.

Así se logra determinar que los conceptos que propone el proyecto PLA hoy no responden a los problemas de la técnica y no representan una novedad para el estado del arte asociado a la producción de ácido poliláctico a través de microorganismos. Más aún se puede reconocer que los conceptos elaborados por el Proyecto PLA están relativamente atrasados comparado con el desarrollo de la técnica, considerando que después de la patente WO2008062995 se han emitido, al menos, 14 nuevas patentes asociadas al mismo tema.

2.3.4 PREDICCIONES SOBRE LAS TECNOLOGÍAS

La producción escalada de polímeros a través de la fermentación de microorganismos hoy es una realidad en los PHA's y representa una tecnología en fase de crecimiento. Más aún se espera que conforme sigan avanzando los años, los productores logren mejorar sus eficiencias de producción y extracción para lograr ser más competitivos en el creciente mercado los polímeros destinados a envases (packaging).

Por otra parte, la producción de ácido poliláctico representa una tecnología emergente que, si logra dar solución a los problemas de la técnica, se podría escalar de forma similar a la que ha seguido la industria de los PHA. De esta forma se espera que los métodos de producción y extracción sean similares en ambos procesos, de modo tal que los nuevos microorganismos se puedan adaptar a los ya conocidos para producir el ácido poliláctico y sus co-polímeros.

Sobre la producción de ácido poli láctico a través del método químico representa una tecnología en crecimiento que se espera desarrolle procesos más eficientes conforme avance el tiempo. Sin embargo, según el peritaje tecnológico elaborado por Corfo (2016) se observa que la actividad de patentamiento a nivel global en torno al ácido poli láctico ha sufrido un decaimiento en los últimos 3 años, lo que hace presumir que la industria pudiera estar en una etapa de saturación temprana (ilustración 25) [79].

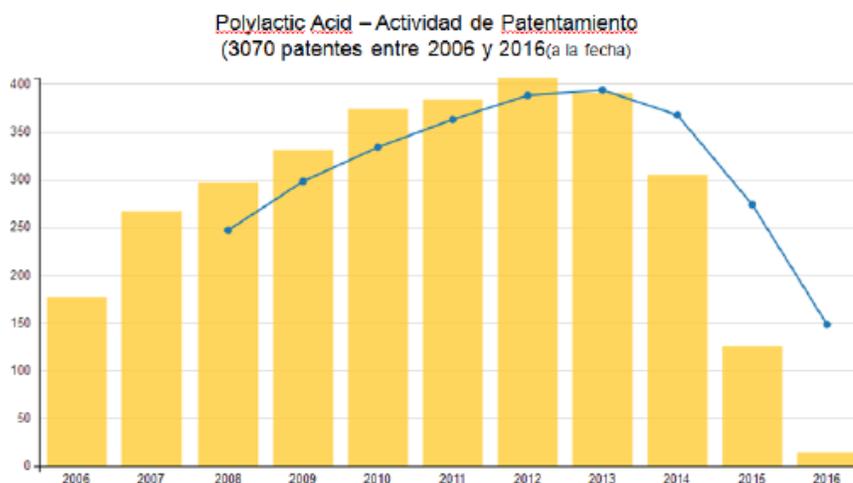


Ilustración 25: Análisis actividad de patentamiento en torno al concepto ácido poli láctico. Fuente: Reporte de peritaje tecnológico CORFO, elaborado por Castillo (2016)

Por otra parte, un interesante desarrollo tecnológico disruptivo se está dando también en la producción de PHA's en plantas ha sido motivo de diversos estudios. Según Ghai (2003), existe evidencia que se ha logrado la producción de PHA's por medio de plantas genéticamente modificadas. Estas plantas pueden producir una cantidad de polímero en sus hojas de hasta un 14% de su peso en seco. Se estima de esta forma que si las plantas logran alcanzar (de forma saludable) una producción de polímero equivalente al 20 a 40% de su peso en seco, los costos de producción del PHB disminuirían a US \$0.20-\$0.50 por kilogramo. Esto marcaría una amplia diferencia en la producción a gran escala pues permitirá pasar de las plantas fermentadoras (utilizadas para los microorganismos) que producen material (PHB) en escalas de miles de toneladas a producción en escalas de millones de toneladas [61]. Este procedimiento también podría ser replicable a la producción de PLA.

Finalmente el año 2008 se elaboró una predicción global sobre los biopolímeros el cual plantea que la tecnología actualmente se encuentra en una etapa de Demostración a escala y se espera que entre entre el año 2030-2050 la tecnología logre llegar a una etapa de comercialización que supone menores costos de inversión a los percibidos para ese entonces [80].

Table 16.7 ► Global technology outlook for biomass feedstocks and biopolymers

	2008-2015	2015-2030	2030-2050
Technology stage	R&D, Demonstration	Demonstration	Demonstration, Commercial
Investment costs (USD/t)	5 000-15 000	2 000-10 000	1 000-5 000
Life-cycle CO ₂ reductions	50%	70%	80%
CO ₂ reduction (Gt/yr)	0-0.05	0.05-0.1	0.1-0.3

Ilustración 26: Predicción tecnológica global para bio polímeros. Fuente: Energy Technologies Prospective, International Energy Agency (2008)

CAPITULO 4: ANÁLISIS DEL EQUIPO

1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Actualmente el equipo del proyecto PLA se conforma por 3 Integrantes que realizan sus estudios en la Universidad de Chile. Los integrantes del equipo se describen a continuación:

José Duguet: Estudiante de PhD. en Ingeniería Química, Universidad de Chile. Titulado de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad de Concepción. Actualmente José representa el cargo de Líder del equipo y por lo mismo, está encargado de la planificación del trabajo de laboratorio y se apoya principalmente en estudiantes de pregrados, a través de trabajos dirigidos, para implementar los planes del proyecto.

Gustavo Calvo: Estudiante de tercer año de Ingeniería civil Molecular en Facultad De Ciencias de la Universidad de Chile. Asistió al concurso iGEM 2015 a presentar el Proyecto PLA. Actualmente se desempeña como asistente de laboratorio ayudando a José Duguet en la implementación de los conceptos.

David Sepúlveda: Estudiante de quinto año de Ingeniería Civil en Biotecnología en Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Asistente al concurso iGEM 2015 para presentar el Proyecto PLA. Encargado de difusión del proyecto, así como también apoya las labores en el laboratorio conforme el equipo lo solicita.

El equipo actualmente cuenta con el patrocinio del Laboratorio CeBiB y OpenBeaucheff, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. De esta forma, la institución (Universidad de Chile) ha facilitado recursos financieros, espacios, equipos de Laboratorios ubicados En Beaucheff 851, Santiago y apoya con la difusión del proyecto a través de diversos canales. Los materiales para desarrollar el proyecto consideran reactivos y material genético, los cuales han sido patrocinados por la empresa Sigma-Aldrich e Integrated DNA Technologies respectivamente.

Hasta la fecha se estima mediante diversas entrevistas con los integrantes del equipo que cada uno de ellos ha dedicado menos de 500 horas hombre desde su inicio (abril de 2015). Con este trabajo el equipo ha logrado diseñar los circuitos genéticos para lograr la producción de ácido poli láctico a través de un microorganismo (ilustración 22). Así también ha elaborado un modelo racional preliminar del organismo que contempla los conceptos elaborados en el diseño (Anexo 1). Sin embargo no se han logrado resultados favorables en la implementación los conceptos elaborados, por diversos motivos entre los cuales se pueden destacar:

(1) Baja dedicación de tiempo al proyecto debido a falta de incentivos económicos: Si bien los estudiantes cuentan con todos los equipos y materiales dispuestos por los patrocinadores, actualmente los integrantes no reciben remuneración económica por el desarrollo del proyecto. Esto limita el compromiso que han determinado los integrantes en torno al proyecto y por lo mismo ha comprometido los avances del proyecto.

(2) Baja capacitación de los estudiantes en el desarrollo del laboratorio: Actualmente solo los integrantes del proyecto PLA han logrado obtener experiencia básico en el desarrollo práctico de proyecto biotecnológico debido al tiempo que le han dedicado al proyecto hasta la fecha. Sin embargo debido a su limitado compromiso, se ha determinado que el trabajo en laboratorio deba

ser desarrollado por alumnos de pregrado que puedan compatibilizar el desarrollo con algún ramo de trabajo dirigido. El problema es que los alumnos de pregrado no cuentan con experiencia en el área I+D y por lo mismo se han debido realizar capacitaciones por parte del equipo. Esto ha retrasado el progreso del proyecto.

2. ANALISIS FODA DEL EQUIPO

Oportunidades: A la fecha el mercado global de polímeros con aplicación en envases está valorado en aproximadamente 270 Billones de USD y se espera que para el año 2020 este pueda alcanzar un valor de 375 Billones de USD [45]. Esto debido a que la aplicación en envases del material es de uso masivo hoy en la economía moderna y se asocia a grandes industrias como lo son las de alimentos, bebidas y bienes de consumo. Dentro de este mercado se están desarrollando segmentos de polímeros bio basados que hoy representa el 2% el mercado total, donde podemos encontrar al ácido poli láctico. Este material proporciona funcionalidades similares a la de los plásticos tradicionales de origen fósil (PET, PS, PP), agregando además la biodegradación del material que reduce su tiempo de permanencia en el medio, evitando así las externalidades que ha ocasionado la industria. El mercado global del ácido poli láctico ha sido estimado en 415 Millones USD con una capacidad instalada de 200.00 kilo toneladas (12% del total de polímeros bio basados) la cual ha crecido a un promedio de 8% anual respecto a los periodos 2012-2013 y 2013-2014. La tasa de crecimiento del mercado representa una tasa mayor a la de la industria global de polímeros (3%-4%).

Si bien el segmento de bio plásticos (incluido el ácido poli láctico) no ha logrado establecer un precio competitivo respecto a los plásticos de origen fósil, hoy existe un valor agregado al material asociado a su biodegradación y factores tanto emocionales como racionales del cliente quienes han mostrado mayor disposición a pagar por este tipo de productos. Esto explica que hoy este segmento tenga participación en el mercado y se espera que su crecimiento sea superior al de la industria, así como también que durante el crecimiento se logren desarrollar procesos más eficientes que permitan generar materiales más competitivos en precio. Esto propone un segmento de mercado atractivo con alto potencial de crecimiento para los próximos años.

El contexto económico y político también es favorable para el segmento de bio plásticos. En primer lugar se espera que las normativas políticas de los países aumenten sus exigencias en torno a la producción de resinas con origen fósil lo cual se traduciría en el aumento de costos de la industria. Por otra parte la escasez del recurso fósil (no renovable) debe ir acentuándose conforme avancen los años y por lo mismo se podrían esperar altas variaciones en el precio conforme avancen los años (así como se ha demostrado en los últimos 10 años). De esta forma el segmento de bio plásticos no se ve afectada por estas condiciones en el mercado debido a procesos de producción menos contaminantes y el uso de materias primas vegetales las cuales son consideradas un recurso renovable.

Finalmente los avances que ha tenido la biotecnología en los últimos años han hecho presumir que esta área puede determinar nuevas revoluciones en las economías globales. Así diversos autores plantean que los avances de los últimos 10 años, asociados a la disminución drástica de los costos de secuenciación del material genético [81], nuevas fuentes de almacenamiento y secuenciación del ADN [82] y técnicas sofisticadas para modificar genéticamente organismos como lo es CRISPR [83] hoy están marcando grandes avances en el área. Si bien aún falta lograr más avances se presume que en un futuro, el desarrollo del área pueda hacer converger sus tecnologías a otras áreas

como la son la nanotecnología y robótica de forma tal que impactaran en la sociedad de maneras difíciles de predecir [84].

Amenazas: La principal amenaza detectada para el proyecto corresponde a la competencia que se ha localizado en el capítulo 3, los cuales se espera que estén elaborando soluciones a los problemas de la técnica detectados anteriormente. Un punto importante son los años que lleva la competencia experimentando en la técnica (al menos 10 años en el caso del equipo Coreano), los cuales han desarrollado un Knowhow mucho más avanzado en comparación al equipo del Proyecto PLA. De esta forma se percibe un alto riesgo en que la solución desarrollada por la competencia pueda ser lograda antes que por el equipo del proyecto PLA.

Esto se acentúa considerando que las condiciones sobre las cuales suponemos desarrolla la competencia son más favorables que las existentes para el proyecto PLA. En primer lugar se debe destacar las favorables condiciones que tiene la competencia para acceder a financiamiento, pues es patrocinada por empresas de alto capital como lo es LG Chem quien invirtió el año 2015 aproximadamente 475 Millones de USD para R&D [85]. Por su parte Toyota Motors Company invirtió 6.6 billones de USD para el mismo fin año 2012 [86]. Mientras que en Chile, el presupuesto total del Gasto público destinado a Ciencia Tecnología Innovación y emprendimiento (CTIE) para el año 2016 corresponde a 318,785 Billones de CLP (472 Millones de USD) [87]. En segundo lugar se debe reconocer el prestigio que tienen los institutos donde desarrolla la competencia como por ejemplo el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología Avanzada, el cual posee mayor prestigio, experiencia y mejor infraestructura en el área de bio tecnología comparado a la disponible actual por el equipo del Proyecto PLA (Provista por el CeBiB).

Otra amenaza que puede considerar el proyecto es que el desarrollo tecnológico asociado a la polimerización del ácido poli láctico de forma química, alcance una etapa más avanzada y, por lo mismo, menores costos de escala para los próximos años. Esto podría disminuir precios de mercado del bio polímero y podrían terminar por desechar los esfuerzos por seguir desarrollando la técnica de producción por medio de organismos.

Fortalezas: El equipo posee bases de conocimiento científico biológico sólidos y entendimiento teórico del arte asociada a la producción de biopolímeros por medio de microorganismos. Más aún, el equipo posee competencias básicas en diversas técnicas de la biotecnología como lo es la elaboración de modelos racionales, diseño de constructos genéticos (biología sintética) y experiencia básica en implementación de organismos genéticamente modificados en laboratorio.

Por otra parte el equipo cuenta con el patrocinio del laboratorio CeBiB el cual provee infraestructura y algunos reactivos suficiente para elaborar las pruebas de concepto correspondientes al proyecto. Más aun el equipo posee libre uso de todos los equipos de laboratorio que dispone el CeBiB siempre y cuando sean solicitados con anterioridad. Además el equipo puede recurrir de manera gratuita al asesoramiento de entidades en el área biotecnológica como lo es el director del centro y premio nacional de ciencias el año 2004, el profesor Juan Asenjo.

Finalmente el equipo ha mostrado habilidades comunicacionales de la actividad científica que han permitido concebir el proyecto a partir de ellos mismos y más aún han logrado levantar recursos para el desarrollo del mismo. Esto se ha reconocido en diversas competencias como lo fue en el concurso iGEM 2015, en el concurso Aplica tu Idea (2015) [88] donde el equipo obtuvo el segundo lugar y en el concurso elaborado por OpenBeaucheff (2015), categoría Haley, donde el equipo obtuvo el 7° lugar de un total de 16 participantes finales.

Debilidades: La principal amenaza del equipo es la inexperiencia asociada a la falta de competencias en el desarrollo de laboratorio que involucra el arte específico de producción de bio polímeros a través de organismos genéticamente modificados (técnicas de biología sintética como ensamblar genes y la obtención e interpretación de resultados). Si bien existe un entendimiento teórico del tema, este es el primer proyecto aplicado asociado al tema de los integrantes. Más aun este problema no solo se asocia al equipo, sino también a la Universidad de Chile, la cual no cuenta hoy con referentes en el tema. Se ha estimado, mediante declaración de cada uno de los integrantes, que cada uno de ellos ha invertido menos de 500 horas hombre en el desarrollo del proyecto en lo desde el inicio. En otras palabras, cada integrante ha dedicado 5 horas semanales desde abril de 2015.

Esto puede ser considerado una gran debilidad si se compara la experiencia que tiene la competencia detectada anteriormente con el equipo del Proyecto PLA. Así se logra observar que existen al menos 10 años de diferencia entre ambos desarrollos. De esta forma se puede considerar que el equipo está en desventaja (respecto a las técnicas involucradas) en comparación a la competencia.

Otra debilidad que presenta el equipo es respecto a la gestión tecnológica del proyecto. Estos tipos de proyectos tienen horizontes de planificación superiores a los tradicionales de emprendimiento, e involucran la Inversión de altas cantidades de capital en los periodos iniciales de la Investigación y desarrollo. Lo anterior se justifica pues el objetivo es dar con un objeto apropiable que supone entregará utilidades futuras superiores a los presupuestados en la Inversión. De esta forma el equipo no cuenta con un área especializada en financiamiento, que permita orientar los nuevos desafíos del proyecto hacia un horizonte de mercado, de forma tal que se puedan explotar los resultados de la investigación aplicada. Esto ha generado la problemática más importantes detectadas anteriormente: La falta de incentivos económicos para los integrantes durante el desarrollo lo que trae como consecuencia un bajo compromiso por parte del equipo con el proyecto.

3. CONCLUSIONES DEL CAPITULO

Las condiciones externas del mercado de los polímeros destinados a envases son favorables para el crecimiento del segmento de biopolímeros y se espera que estos puedan alcanzar altas tasas de crecimientos en los próximos años. El desarrollo tecnológico considera un aspecto clave en el crecimiento para lograr disminuir los costos de producción y así incorporar productos más competitivos (en precio) al mercado global en los siguientes años. Más aún, la producción de biopolímeros a través de organismos hoy se muestra como una tecnología viable y se espera así que conforme avance el desarrollo del área biotecnológica se puedan elaborar organismos cada vez más sofisticados que mejoren la productividad de los sistemas. Sin embargo, el acceso a financiamientos puede ser una problemática acá en Chile (Considerando el bajo presupuesto destinado a CTIE) que pueda dificultar el proceso. Lo anterior no limita que el equipo pueda elaborar estrategias que contemplen inversión internacional y por lo tanto se concluye que el entorno externo es favorable para el desarrollo del Proyecto PLA

Por otra del análisis interno del equipo del proyecto PLA se concluye que el equipo tiene serias debilidades y debe reconocer su estado de desventaja frente a la competencia tanto en capacidades como en recursos. De esta forma se debe entender que el equipo debe desarrollar aún más sus competencias en el área aplicada del proyecto (Biología Sintética) con el fin de tener un entendimiento cabal en el arte. Así en un futuro se podrán elaborar conceptos que puedan dar

solución a las problemáticas de ese entonces y lograr así un objeto tecnológico apropiable que pueda ser explotado en el atractivo mercado de los polímeros.

CAPITULO 5: ESTRATEGIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Como se mostró anteriormente, el proyecto PLA no presenta conceptos novedosos respecto al estado del arte detectado. Más aun el estado del arte indica que actualmente no es posible producir ácido poli láctico a través de organismos genéticamente modificados. Sin embargo debido a las condiciones favorables el área biotecnológica se espera dar solución a los problemas de la técnica de forma tal que se pueda implementar esta técnica en el mercado. De esta forma se elaborará una estrategia de propiedad intelectual, basado en la hipótesis que el equipo del Proyecto PLA bajo sus competencias desarrolladas conciba y pruebe un organismo genéticamente modificado capaz de producir ácido poli láctico bajo parámetros similares a la de organismos utilizados la industria PHA.

1. IDENTIFICACIÓN DEL ACTIVO PROTEGIBLE

Debido a que el estudio está enfocado en solucionar los problemas de la técnica, se espera que el conocimiento protegible se forme en torno a nuevas secuencias genéticas identificadas y probadas que codifiquen las enzimas pct y/o PHAc de forma tal que se logre producir de forma más eficiente el material dentro de las células.

Este tipo de inventos se clasifican en los códigos C12N15/29, C12N15/30, C12N15/31, como genes que codifican proteínas vegetales, de protozoos o microbios según la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) elaborada por la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). [90] Se puede observar un ejemplo del caso en la reivindicación 10 de la patente código WO2008062995, en la que se reclama la novedad de distintas secuencias genéticas asociadas a la codificación de la enzima PHAs (anexo 2).

2. PROTECCIÓN

La protección del activo se logrará mediante la solicitud de derechos de patentes a través del tratado de cooperación en patentes (PCT) en la oficina nacional de patentes INAPI. Esta solicitud involucra diversas actividades asociadas a dos fases fundamentales, la Fase Internacional como la Fase Nacional.

Fase Internacional: Las principales etapas son la presentación de solicitud internacional, la búsqueda internacional y el Examen Preliminar Internacional (que es opcional). La solicitud se presenta mediante un documento en lenguaje español en la Oficina Receptora (INAPI), la cual verificará requisitos básicos del documento para pasar a la siguiente etapa. Si se satisfacen los requerimientos básicos, la oficina receptora debe iniciar el proceso de búsqueda internacional, para lo cual se debe designar una oficina internacional encargada.

Después de hecho este reporte de búsqueda se concluye con una opinión escrita sobre patentibilidad y se verifica el requisito de unidad inventiva. Una vez recibido los resultados de esta etapa anterior, en el caso de ser favorable el veredicto del informe de búsqueda, el solicitante podrá modificar el documento en un plazo de dos meses para dar con la publicación del PCT. A partir de estos momentos el solicitante puede solicitar un examen preliminar internacional en el cual se pueden obtener nuevos resultados del documento a publicar.

Considerando entonces todas las etapas descritas para la Fase internacional se pueden reconocer los siguientes costos:

Tabla 5: Costos de las actividades involucradas en la fase Internacional del Tratado en Cooperación de Patentes.

Servicio	Encargado	Costo (CLP)	Descuento (CLP)	Total	Referencia
Informe de Búsqueda	Oficina Española de Patentes y Marcas	1,312,313	984,234 ²	328,078	[91], [91]
Tasa de presentación internacional	Oficina Española de Patentes y Marcas	853,178	767,860 ³	85,318	[91], [92]
Tasas de transmisión	Oficina Española de Patentes y Marcas	20,990	-	20,990	[91]
Examen Preliminar Internacional⁴	Oficina Europea de Patentes	1,350,807	-	1,350,870	[91]
Asesoramiento abogado especializado⁵	Mackenna Irarrazabal Cuchacovich	3,040,744	-	3,040,744	Anexo 3

Fuente: Elaboración Propia.

De esta forma la inversión total considerada en esta primera fase puede alcanzar un total de 4,826,000 CLP.

Fase Nacional: La segunda fase implica la solicitud de derechos de patentes en cada una de las oficinas nacionales de los territorios designados. En este caso se designan la oficina de Patentes China (CN), de Estados Unidos (US) y Europa (EPO). Esto debe realizarse antes de los 30 meses desde la fecha de prioridad y cada oficina determinará si conceder o rechazar la solicitud de patente. Se debe considerar la figura de representantes en los distintos territorios designados.

Esta etapa será abordada mediante el asesoramiento de un organismo competente, el cual facilitara el proceso e involucra los siguientes costos. En este caso se ha considerado al organismo Eurasian and Russian Patent Attorney, quien mediante una cotización hecha en el 2013 (Anexo 4) establece los siguientes costos:

Notas Tabla:

² Se considera un descuento de 75% cuando se designa a la Oficina Española de Patentes y el solicitante es una persona natural o jurídica domiciliada en Chile.

³ Tasa de 90% de descuento para personas naturales domiciliadas en Chile.

⁴ Opcional.

⁵ Durante el proceso se considera el asesoramiento de un abogado especializado que apoye el proceso con servicios tales como: preparación y presentación del escrito, respuestas a los informes periciales, escritos adicionales y otros descritos en el anexo 3.

Tabla 6: Costos de las actividades involucradas en la fase Nacional del Tratado en Cooperación de Patentes.

Servicios	Costo total (CLP)
Presentación de la solicitud, reporte de búsqueda, Examinación y designación de miembros en oficina de patentes de Europa	699,900
Presentación de la solicitud, reporte de búsqueda, Examinación y designación de miembros en oficina de patentes de Estados Unidos	1,315,812
Presentación de solicitud y examinación en oficina de patentes en China	727,898
Traducción del documento al lenguaje mandarín e inglés⁶	1,539,780
Asesoramiento abogado especializado⁷	3,040,744

Fuente: Elaboración Propia.

Esta etapa supone que el proveedor de servicios facilita el representante en cada nación y que ya no son necesarios los servicios de asesoramiento de abogados especializados. De esta forma se concluye que esta fase puede alcanzar costos de 7,324,134 CLP.

De esta forma, se concluye que el proceso en general puede alcanzar costos de hasta 12,150,134 y un periodo de tramitación de hasta 30 meses contada desde la fecha de prioridad asociada a la primera solicitud en la oficina de patentes receptora (INAPI).

Por otra parte, el equipo debe considerar implementar protocolos de confidencialidad en cada una de las publicaciones de resultados que se generen durante el desarrollo del proyecto. De esta forma se busca resguardar el nivel inventivo de los nuevos conceptos elaborados por el equipo durante la investigación aplicada. Esto considera entonces que los documentos de publicación de resultados tengan carácter confidencial y que por lo mismo la divulgación a inversionistas y partes interesadas se hará por medio de contratos de confidencialidad.

3. VALORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

3.1 Ventaja competitiva

Como se reconoció en los capítulos anteriores, actualmente la única forma de producir ácido poliláctico es a través de la síntesis química del lactato. Este proceso involucra tres etapas, la primera corresponde a la producción de lactato por medio de la fermentación de una bacteria y extracción del mismo. El siguiente paso involucra la síntesis del lactato en un polímero de baja densidad molecular el cual corresponde a un producto intermedio. Finalmente la última etapa concluye con la polimerización mediante la apertura de anillos con lo cual se obtiene el producto final.

⁶ El presupuesto de traducción considera 2 documentos de 5.000 palabras en que el proveedor de servicios cobra 15,398 CLP por cada 100 palabras traducidas a los lenguajes descritos.

⁷ Durante el proceso de fase nacional se considera el asesoramiento de un abogado especializado que apoye el proceso con servicios tales como: preparación y presentación del escrito, respuestas a los informes periciales, escritos adicionales y otros descritos en el anexo 3.

Considerando entonces esta única alternativa para producir ácido poli láctico de forma escalada, se pueden discutir algunas ventajas que propone el sistema de producción basado en organismos. La primera ventaja puede ser considerada como la posibilidad de realizar la polimerización del lactato en una sola etapa evitando costos de purificación y síntesis involucrados en la etapa 1 y 2 del proceso químico. Esto permitiría a los productores tener una alternativa de producción, lo que podría traer menores costos de producción. Más aún Si Jae Park (2012) reconoce que mediante la producción de ácido poli láctico a través de organismos sería posible producir un material de alto peso molecular (>150,000 Dt) por lo que se espera que el proceso pueda abarcar las 3 etapas de producción química en un solo paso [59] (ilustración 27).

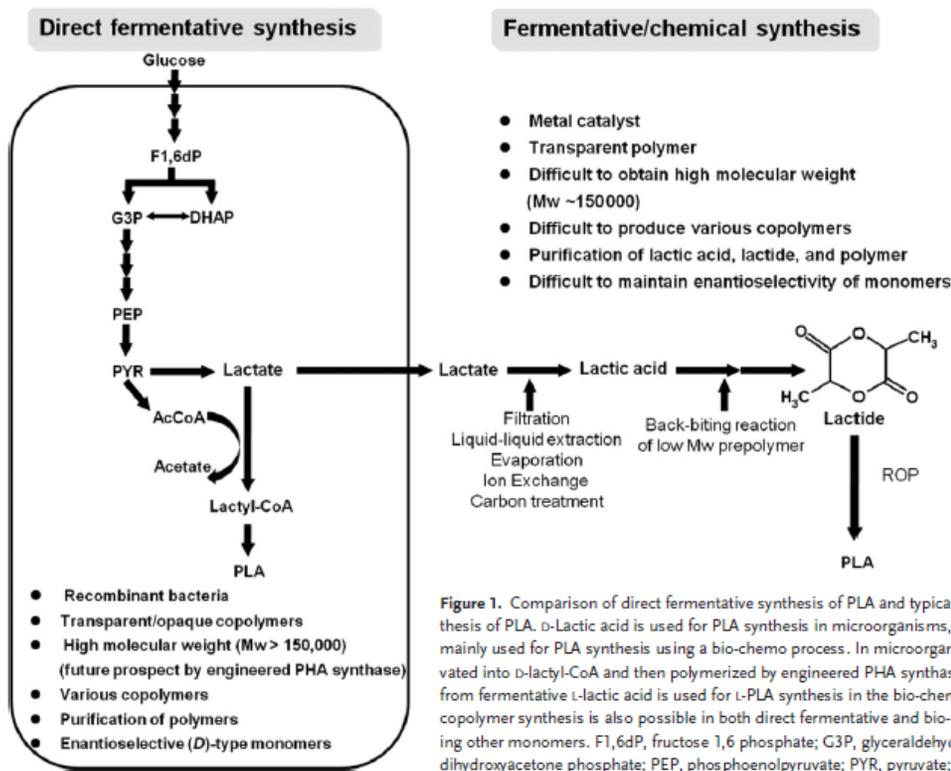


Figure 1. Comparison of direct fermentative synthesis of PLA and typical bio-chemo hybrid synthesis of PLA. D-Lactic acid is used for PLA synthesis in microorganisms, whereas L-lactic acid is mainly used for PLA synthesis using a bio-chemo process. In microorganisms, D-lactate is activated into D-lactyl-CoA and then polymerized by engineered PHA synthase. L-Lactide derived from fermentative L-lactic acid is used for L-PLA synthesis in the bio-chemo process. PLA copolymer synthesis is also possible in both direct fermentative and bio-chemo process recruiting other monomers. F1,6dP, fructose 1,6 phosphate; G3P, glyceraldehyde 3-phosphate; DHAP, dihydroxyacetone phosphate; PEP, phosphoenolpyruvate; PYR, pyruvate; AcCoA, acetyl-CoA.

Ilustración 27: Comparación de la producción química y biológica del ácido poli láctico. Fuente: Park (2012).

Otra ventaja que presenta el sistema de producción a través de microorganismos es la posibilidad de crear varios co-polímeros del ácido poli láctico en el mismo proceso, mediante la variación del sustrato. Esto representa una ventaja frente a la alternativa de síntesis química pues los productores como Natureworks producen ácido poli láctico puro, el cual debe ser mezclado con otros polímeros que se adquieren externamente durante el Proceso de polimerización mediante apertura de anillos (ilustración 27).

La última ventaja guarda relación con la polimerización mediante apertura de anillos en la síntesis química, la cual considera la adición de catalizadores metálicos, los cuales quedan en el material y pueden representar un problema potencial de toxicidad en aplicaciones de envases de comida. Este problema se evita en la síntesis del polímero mediante bacterias pues no incluye la adición de catalizadores metálicos.

3.2 Beneficios del concepto a desarrollar

Lograr desarrollar y probar un organismo genéticamente modificado capaz de producir ácido poliláctico de forma eficiente a escala implicaría lograr beneficios mediante su comercialización exclusiva. En particular, si el organismo fuera capaz de producir el polímero a parámetros similares a los utilizados por productores de PHA (Densidad de biomasa de hasta 160 g/l y contenido de polímero, en relación al peso total de la célula, superiores a 80%) esta tecnología podría escalar de forma similar a la que han tenido estos últimos. Más aún, se espera que los procesos de producción, recuperación y purificación del material sean prácticamente los mismos (podrían variar el sustrato utilizado durante la fermentación y algunos solventes para la purificación). Lo anterior debido a que los organismos utilizados son los mismos a los utilizados por productores de PHA's (*Escherichia Coli*) y los experimentos evidenciados en la patente WO2006126796 demuestran procesos de recuperación similares (Centrifugado, secado y recuperación mediante solventes) a los utilizados escaladamente en la industria de PHA.

Así, se espera que la tecnología en desarrollo, asociada a los nuevos organismos creados, pueda ser explotada por los mismos productores de PHA's quienes poseen procesos industriales de producción y recuperación adecuados para este fin. De acuerdo a lo anterior, se establece que los organismos desarrollados puedan ser licenciados a los mismos, de forma tal que puedan destinar parte de su capacidad instalada (e incluso instalar capacidad adicional) con el fin de poder explotar esta tecnología.

Considerando que el desarrollo del proyecto puede durar hasta 6 años (ver hoja de ruta, capítulo 6), se han establecido los siguientes supuestos para los cálculos de beneficio:

1.- Considerando entonces que el precio de mercado del ácido poliláctico está entre 2.26 y 2.93 USD por kilogramo (dependiendo de la calidad del material), se supone que cualquier productor de PHA que tenga costos de producción menores al precio, podrá explotar la tecnología desarrollada por el equipo.

2.- Considerando que para el año 2014 se ha reconocido una capacidad de 205 kilo toneladas por año con una tasa promedio de crecimiento entre 2012-2014 de 6,5%, se estima que para el momento de la comercialización de la tecnología (2023) el mercado del ácido poliláctico haya crecido hasta 362 kilo toneladas al año.

3.- Para el momento de la comercialización (2023) se espera que existan al menos 3 productores de PHA con capacidad de producción superior a 10 kilo toneladas al año y costos de producción y recuperación del material inferiores a 2 USD por Kilogramos⁸. De esta forma, si se destina parte de la capacidad a la producción de ácido poliláctico se podrían generar márgenes operacionales de entre 0.26 y 0.93 USD por kilogramo producido.

⁸ Este supuesto se elabora a partir del reporte hecho por Nova Institute (2015), en el cual se reportan que existen 16 compañías productoras de PHA's operando en 2014. Dentro de estas compañías se pueden destacar actores como Metabolix, Green Bio Materials Ltd, Bio-On que hoy ya cuentan con capacidad de instalar plantas de producción superior a 10 kilo toneladas y se espera para ese entonces otros actores puedan lograr lo mismo.

El supuesto respecto a la estimación del costos inferiores a 2 USD por Kilogramo, se elabora a partir del análisis del estado del arte, donde se logra evidenciar estudios que proponen costos de producción de hasta 1.56 USD por kilogramos (Dacosta 2015), lo cual refleja los esfuerzos por disminuir los costos de producción. De esta forma se espera que los actores mencionados anteriormente logren en el futuro implementar procedimientos similares.

4.- De acuerdo a lo anterior, se determinarán 3 escenarios que reflejarán al precio en que se transa el material. El primer escenario (pesimista) considera que el material será de baja calidad y por lo tanto será transado a un precio de 2.26 USD por Kilogramo. El segundo escenario (conservador) considera que el material será de calidad promedio y por lo tanto será transado a un precio de 2.60 USD por Kilogramo. El tercer escenario (Optimista) considera que el material será de alta calidad y por lo tanto, será transado a un precio de 2.93 USD por Kilogramo.

5.- El organismo sería licenciado a un precio equivalente al 1% de los ingresos del productor en el caso de enfrentar el escenario pesimista. En el caso conservador el precio de la licencia equivaldrá al 2.3% de los ingresos. Finalmente en el caso optimista, se determinará un precio equivalente al 3.1% de los ingresos del productor. De esta forma se busca que el precio de licenciamiento no supere en ningún caso el 10% del margen operacional del productor.

6.- Los costos de producir los ingresos considerados corresponden a investigación y desarrollo, costos por infraestructura de laboratorio y oficina, remuneración a los tres integrantes del equipo, materiales para el desarrollo y ventas y marketing. Así, el beneficio neto de la tecnología será medido en torno a la participación de mercado que pueda generar la tecnología y la utilidad asociada a la misma.

7.- Al momento de captar un nuevo cliente se espera integrar 3 nuevos profesionales del área biotecnológica al equipo, de tal forma que se puedan hacer cargo del cliente. Además, en este caso, se considera el arrendamiento de espacio e infraestructura de laboratorio adicional así como también material genético y reactivos.

A partir de los supuestos anteriores se establece que el año 1, a contar desde el inicio del periodo de explotación de la tecnología, se puedan destinar al menos 5 kilo toneladas anuales, por parte de alguno de los clientes descritos en el supuesto 3. De esta forma se espera incrementar su capacidad hasta 15 kilo toneladas para el año 3 (la cual supondremos constante para los siguientes años). Para el mismo año, se considera la inclusión de un nuevo cliente, que siga la misma línea descrita anteriormente, de forma tal que se concluya el año 5 con una capacidad total instalada de 30 kilo toneladas anuales.

De esta forma, se espera que el año 5 la tecnología pueda producir hasta 30 kilo toneladas anuales, lo que para ese entonces representará el 6,4% del mercado del ácido poli. Para los años siguientes se asume que el crecimiento en el mercado de la tecnología decaerá a una tasa de 6,5%, equivalente al crecimiento del mercado para ese entonces (ilustración 28). Lo anterior se supone debido al desarrollo de nuevos organismos más eficientes, que reemplacen al desarrollado por el proyecto PLA.



Ilustración 28: Proceso de comercialización de la tecnología entre años 2023 y 2027. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Flujo de caja de los beneficios

Considerando entonces el proceso de comercialización elaborado en la parte anterior, se puede determinar el Flujo de caja de los potenciales beneficios de explotar la tecnología. De esta forma los parámetros que se consideran estáticos se describen a continuación:

Tabla 7: Parámetros estáticos dentro del flujo de caja a considerar.

Parámetro	Valor	Descripción
Mercado PLA	205 kilo toneladas por año	Este mercado representa la capacidad instalada por los actores para el año 2014
Tasa de crecimiento	6,5%	Representa el crecimiento promedio de la industria para los períodos 2012-2013 y 2013-2014.
Precio del ácido poli láctico	2,26 a 2,93 USD por Kilogramo	Este precio representa los distintos escenarios sobre la calidad del material obtenido (Supuesto 3).
Precio licenciamiento en relación a los ingresos del cliente	1% - 3,2%	Este precio de licenciamiento representa los distintos escenarios sobre la calidad del material obtenido (Supuesto 4)
Ratio de ocupación de la capacidad	80%	Se espera que de la capacidad total provista por el cliente en cada periodo, esta se pueda utilizar con un ratio de 0.8.
Tasa de descuento [91]	39.5%	Corresponde al ratio de retorno esperado por los inversionistas en etapas tempranas de inversión.

Fuente: Elaboración Propia.

En relación a lo anterior se elabora un flujo de caja para cada uno de los tres escenarios descritos en el supuesto 3:

Caso Pesimista:

Tabla 8: Resumen flujo de caja escenario pesimista. Valores en miles de USD.

Item	Período					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028-2042 (*)
Participación de Mercado	1.4%	2.6%	4.9%	5.7%	6.4%	6.4%
Ingresos por licenciamiento	\$ 90.40	\$ 180.80	\$ 361.60	\$ 452.00	\$ 542.40	\$ 1,719.94
Costos totales	-\$ 184.36	-\$ 222.77	-\$ 339.46	-\$ 377.87	-\$ 411.28	-\$ 1,086.98
Utilidad Total	-\$ 93.96	-\$ 41.97	\$ 22.14	\$ 59.30	\$ 104.89	\$ 506.37
VAN	\$ 23.45					

(*) Los valores del último periodo (2028-2042) se determinan mediante un valor residual equivalente a los flujos de cada uno de los años, descontados a una tasa de 39,5%.
Ver detalles en Anexo 5. Fuente: Elaboración Propia.

Caso conservador:

Tabla 9: Resumen flujo de caja escenario conservador. Valores en Miles de USD.

Item	Período					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028-2042(*)
Participación de Mercado	1.4%	2.6%	4.9%	5.7%	6.4%	6.4%
Ingresos por licenciamiento	\$ 239.20	\$ 478.40	\$ 956.80	\$ 1,196.00	\$ 1,435.20	\$ 4,550.99
Costos totales	-\$ 196.27	-\$ 246.58	-\$ 387.08	-\$ 437.39	-\$ 482.71	-\$ 1,313.46
Utilidad Total	\$ 34.34	\$ 185.45	\$ 455.78	\$ 606.89	\$ 762.00	\$ 2,590.02
VAN	\$ 943.75					

(*) Los valores del último periodo (2028-2042) se determinan mediante un valor residual equivalente a los flujos de cada uno de los años, descontados a una tasa de 39,5%.
Ver detalles en Anexo 6. Fuente: Elaboración Propia.

Caso optimista:

Tabla 10: Resumen flujo de caja escenario optimista. Valores en Miles de USD

Item	Período					
	2023	2024	2025	2026	2027	2028-2042(*)
Participación de Mercado	1.4%	2.6%	4.9%	5.7%	6.4%	6.4%
Ingresos por licenciamiento	\$ 363.32	\$ 726.64	\$ 1,453.28	\$ 1,816.60	\$ 2,179.92	\$ 6,912.48
Costos totales	-\$ 206.20	-\$ 266.44	-\$ 426.80	-\$ 487.04	-\$ 542.28	-\$ 1,502.38
Utilidad Total	\$ 125.70	\$ 368.16	\$ 821.19	\$ 1,063.65	\$ 1,310.11	\$ 4,328.08
VAN	\$ 1,697.93					

(*) Los valores del último periodo (2028-2042) se determinan mediante un valor residual equivalente a los flujos de cada uno de los años, descontados a una tasa de 39,5%.
Ver detalles en Anexo 7. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a las tablas anteriores se logra observar, para cada uno de los escenarios, un valor presente neto mayor a cero que representa el valor potencial de la explotación de la tecnología a desarrollar por el proyecto PLA. Se logra reconocer así que en todos los casos es rentable explotar la tecnología y, por lo tanto es viable económicamente el negocio.

4. COMERCIALIZACIÓN

Para lograr comercializar la tecnología se deben considerar dos fases claves del proyecto. La primera fase involucra el desarrollo de la hoja de ruta (capítulo 6) que involucra pruebas de

concepto y a escala de organismos genéticamente modificados. La segunda fase corresponde a la comercialización de los organismos genéticamente modificados a determinados clientes. A continuación se desarrollan los distintos módulos del modelo Canvas:

Segmentos de clientes

El segmento de clientes corresponde a los productores de PHA que para el momento de la comercialización de la tecnología posean capacidad de producción superior a 10 kilo toneladas anuales y costos operacionales menores a 2 USD por kilogramo. Para el año 2014, se registran 16 productores industriales de PHB instalados, de los cuales se pueden destacar empresas como Metabolix, Bio-On y Green Bio Materials, quienes representan potenciales clientes.

Propuesta de valor

Posibilidad de producir ácido poli láctico mediante organismos genéticamente modificados adaptados a las condiciones de producción del cliente (sustrato y condiciones del medio de cultivo) De esta forma se le otorga la posibilidad de que el cliente diversifique su cartera de productos, con una baja inversión, mediante la producción de un biopolímero (ácido poli láctico) que posee una mayor participación de mercado en el segmento de polímeros bio basados (comparado a los PHAs).

Canales

Se espera lograr la comunicación y comercialización de la tecnología mediante un sitio web online que entregue información del proyecto y alternativas de contacto con el equipo. Así también se considera el establecimiento de una oficina para el equipo de forma tal que exista un lugar físico donde pueda establecerse comunicación con potenciales clientes

Relación con el cliente

Se espera lograr una estrecha relación con el cliente, de forma tal que se puedan reconocer los procesos de producción del mismo para así elaborar organismos adaptados a las condiciones del proceso. De esta forma se espera realizar visitas periódicas a las instalaciones del cliente y una planificación conjunta para el proceso de producción que involucra nueva tecnología. Más aún se espera que el equipo pueda entregar servicios post-venta de apoyo al cliente con el fin de dar solución a inconvenientes en relación al proceso.

Fuente de ingresos

La estructura de ingresos responderá principalmente al licenciamiento de los organismos desarrollados. El precio del licenciamiento variará entre un 1% a 3.1% dependiendo del precio de transacción y la calidad del producto obtenido. Por otra parte, para financiar la inversión asociada a la fase de desarrollo del proyecto, se espera lograr acceder a fondos de capitales destinados a investigación desarrollo generados por instituciones académicas, gubernamentales y empresas.

Recursos claves

Para la fase de desarrollo los recursos claves corresponden a los materiales (reactivos y material genético), personal capacitado y la infraestructura adecuada para el desarrollo. Este último punto es clave pues los laboratorios deben contar con condiciones y equipamientos adecuados.

Para la fase de comercialización los recursos claves corresponden a los derechos de patentes asociados al objeto tecnológico desarrollado que permitan garantizar la explotación exclusiva del mismo. Otro recurso clave corresponde a los conocimientos y capacidades (knowledge) desarrolladas por parte del equipo en torno a la técnica. De esta forma se espera poder dar servicios de apoyo al cliente y continuas mejoras tecnológicas durante la comercialización.

Actividades claves

La actividad clave corresponde a la investigación y desarrollo aplicado. Esta actividad será desarrollada durante todo el proyecto (Desarrollo y comercialización) e implica lograr constantes mejoras en los organismos que permitan lograr procesos más eficientes. Esta actividad involucra periodos de desarrollo de hasta un año y considera diversas pruebas de conceptos. Se espera lograr desarrollar alta experiencia en el tema, de forma tal que se puedan desarrollar procesos de I+D cada vez más eficiente en tiempo y recursos.

Para el periodo de comercialización de la tecnología, se espera que las actividades de marketing y ventas de las licencias puedan ser concretadas por agentes de venta. Se espera que los agentes logren concretar acuerdos de producción con potenciales clientes y apoyar el proceso de producción del cliente con servicios post-venta.

Asociaciones claves

Para las primeras fases del desarrollo se espera renovar los acuerdos de patrocinio con el laboratorio CEBIB, de forma tal que se pueda lograr contar con infraestructura de laboratorio y oficinas durante el periodo contemplado. Otra asociación clave es con alguna empresa o institución académica que esté dispuesto a financiar los otros costos de inversión (Remuneración, adquisición de reactivos y otros). Se debe considerar ceder los derechos de patentes a los socios, sujeto a un acuerdo de repartición de los beneficios que deriven de la explotación de esta.

Estructura de costos

Tabla 11: Estructura de costos para la fase de comercialización.

Estructura costos	Costo (CLP)	Costo (USD)
Inversión inicial (ver capítulo 6)	\$380,310,659	\$568,560
Costos de venta y marketing (anual)	8% de los ingresos	8% de los ingresos
Arriendo infraestructura de laboratorio y oficinas (anual)	\$ 9,000,000	\$ 13,455
Materiales (anual)	\$ 4,132,464	\$ 6,178
Remuneración jefe desarrollo (anual)	\$ 36,789,500	\$ 55,000
Remuneración desarrollador (anual)	\$15,050,250	\$22,500
Costos de investigación y desarrollo (anual)	\$ 51,839,750	\$ 77,500

(*) Tipo de cambio equivalente a 668,9 CLP por USD. Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO 6: HOJA DE RUTA

El análisis hecho en los capítulos anteriores logra dar una buena idea del estado actual del proyecto PLA respecto al estado de la técnica. Como se logró mostrar anteriormente, los conceptos del proyecto PLA no muestran nivel inventivo y, por lo tanto, se debe dirigir la investigación a la elaboración de nuevos conceptos que den solución a los problemas de la técnica, de forma tal que se puedan lograr objetos apropiables gatillar la estrategia de protección intelectual.

1. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

De esta forma se elabora una hoja de ruta basado en etapas de desarrollo de forma tal que se logren los objetivos determinados por el equipo:

Objetivo General: Lograr dar solución a los problemas de la técnica comprendidos en el presente trabajo, asociados a la producción escalada de ácido poli láctico a través de microorganismos.

Estos objetivos pueden ser medibles y controlados en el tiempo. El problema principal de la técnica es la baja acumulación de biomasa durante el cultivo (gDCW/l) y los bajos contenidos de polímeros con contenido de lactato dentro de la célula (wt). Controlar estos parámetros y mejorarlos implicaría mejorar el sistema y por consiguiente desarrollar un objeto con potencial de escalamiento.

Esto se logrará a través de 3 objetivos específicos:

- 1.- Lograr un estado avanzado de la técnica.
- 2.- Diseño e implementación de mejoras tecnológicas (solución a los problemas de la técnica).
- 3.- Prototipo y Pruebas a escala.

De esta forma la estrategia para lograr los objetivos está constituida en 3 etapas de desarrollo que comprende un horizonte de largo plazo (4 a 6 años).se busca capacitar a un equipo de al menos 3 personas en la técnica, de forma tal que se pueda elaborar un equipo competitivo respecto a la competencia (que consideran equipos de hasta 6 personas involucradas).

2. PLANIFICACIÓN DE LAS ETAPAS, DESAFÍOS E INVERSIÓN

2.1 Etapa 1: Alcanzar un estado avanzado en el arte

Actualmente los integrantes del equipo han dedicado menos de 500 horas hombres al proyecto. Esto ha impedido avanzar en el desarrollo tanto del proyecto como también en las competencias que debe comprender el proyecto (Biología sintética y trabajo en laboratorio). Sin embargo, la formación en el área biotecnológica de los alumnos (más aun José Duguet) terminará su PhD el año 2017) permitirá desarrollar rápidamente las competencias necesarias asumiendo que cuentan con condiciones propicias. Suponemos entonces que si los alumnos acumularan 2500-5000 horas⁹

⁹ Esto considerando que una persona experta en un tema se forma tras 10,000 horas (Ericsson 1993) [89] y que los alumnos han acumulado entre 2,500 a 5,000 horas en su formación universitaria que compete a la técnica.

en desarrollo se lograrían desarrollar las competencias necesarias para avanzar a la siguiente etapa: elaboración de conceptos novedosos. De esta forma la etapa debe considerar entre 1 a 2 años de desarrollo lo que permitiría a los alumnos acumular hasta 4500 horas de trabajo considerando jornadas completas (45 horas a la semana) durante 500 días hábiles.

Esto tiene un enfoque netamente académico e involucra el desarrollo de réplicas más actuales de los organismos. En particular al equipo se le entregará la base de datos de patentes final y la literatura utilizada en el presente informe, para que ellos determinen un organismo más avanzado a replicar en el laboratorio. Así también se ha determinado que el equipo deba terminar el desarrollo de su prueba de concepto debido a que puede ser también objeto de estudio y además cuenta con los recursos. De esta forma, se espera concluir esta etapa con 2 organismos distintos entre sí, capaces de producir ácido poliláctico.

Así también durante este periodo el equipo debe terminar de desarrollar el modelo racional de forma tal que pueda simular el proceso interno de producción de la célula y se transforme en una fuente para la elaboración de conceptos novedosos en la siguiente etapa. Esto involucra un desarrollo a través de herramientas computacionales y considera una línea independiente del desarrollo en el laboratorio.

Los desafíos de esta etapa entonces son los siguientes:

- 1.- Terminar la implementación de la prueba de concepto elaborada por el Proyecto PLA.
- 2.- Elaborar un concepto más avanzado del arte e implementarlo en laboratorio.
- 3.- Modelamiento de las enzimas pct y PHAc del concepto más avanzado en el arte a través de un modelo racional.
- 4.- Estudios de afinidad del modelo (Molecular Docking).

El plan considera entonces el trabajo de los tres integrantes en el cual cada uno de ellos tomara uno de los primeros tres desafíos e implementará en el corto plazo (supone el inicio de proyecto en Marzo de 2017). El resultado es generar tres líneas de investigación que permitan dar paso al desafío cuatro el cual deberá ser abordado por todos los integrantes para establecer los conceptos claves a desarrollar durante la siguiente etapa.

De esta forma se ha establecido la siguiente carta Gantt para establecer las acciones en un plazo de 20 meses:

Tabla 12: Diseño Carta Gantt sobre el plan de acción elaborado para la etapa 1 del proyecto PLA.

ETAPA 1 (2017-2018)			S0			S1					S2				S3							
Actividad \ Mes	HH/Sem	Sem	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Implementacion de O1	25	52																				
Implementación de O2	22	52																				
Implementación Modelo Racional	23	52																				
Apoyo Implementacion y Modelo Racional	25	52																				
Análisis y publicación de resultados																						
Análisis de afinidad del modelo	23 - 45	22																				
Elaboración de conceptos	45	14																				
Apoyo analisis y elaboracion conceptos	25	36																				
Apoyo analisis y elaboracion conceptos	25	36																				
Publicación análisis y nuevos conceptos																						
Financiamiento	45	22																				
Vigilancia tecnologicas	45	8																				

Encargado	Color
Jose Duguet	
David Millan	
Gustavo Calvo	
Comercial	

Fuente: elaboración propia.

La planificación considera 2 meses de preparación donde se debe buscar financiamiento para esta primera etapa y luego realizar las compras de materiales para la implementación del organismo 2. A continuación se detalla cada una de las actividades y recursos que involucra.

Implementación O1 (Organismo 1): Esta actividad involucra el desarrollo del concepto planteado inicialmente por el proyecto PLA, sin incluir el sistema de exportación. Esta etapa considera el desarrollo en laboratorio a cargo de David Millán, quien debido a su carácter de estudiante de pregrado para ese entonces, solo podrá comprometer 25 horas a la semana. Además esta etapa debe considerar materiales como secuencias genéticas y reactivos de laboratorio, los cuales ya han sido adquiridos por parte del equipo. Además se debe contar con infraestructura de laboratorio adecuada para el desarrollo y oficinas para el equipo. De esta forma se espera terminar el concepto al cabo de 52 semanas concluyendo con un estudio de caracterización del polímero, el cual debe ser elaborado por un organismo externo. Se espera concluir esta actividad determinando los parámetros de producción del sistema (Biomasa y contenido de polímero) del organismo obtenido.

Implementación O2 (Organismo 2): Esta actividad involucra la réplica de algún estado más avanzado del arte. Para esto, los integrantes del equipo deben seleccionar algún objeto de la base de datos de patentes provista y elaborar un plan para lograr su réplica. Posterior a esto se implementa en el laboratorio hasta lograr resultados favorables. Esta actividad queda a cargo de Jose Duguet quien se espera dedique la mitad de su jornada (22 horas a la semana) al desarrollo de este segundo organismo. Esta etapa considera materiales como secuencias genéticas y reactivos de laboratorio los cuales deben ser adquiridos durante el periodo inicial. Además se debe contar con infraestructura de laboratorio adecuada para el desarrollo y oficinas. De esta forma se espera terminar la implementación al cabo de 52 semanas concluyendo con un estudio de caracterización del polímero y determinando así los parámetros de producción de sistema.

Implementación del modelo racional: Esta actividad involucra el desarrollo de un modelo racional que logre una simulación del proceso celular asociado a la producción del polímero (simulación enzimas pct y PHAc). Construir el modelo racional queda a cargo de Jose Duguet, quien se espera dedique la mitad de su jornada (23 horas a la semana) al desarrollo de este modelo. Esta actividad involucra recursos como los programas computacionales (software) Raptor X, Swiss Dock y Pymol (Gratuitos para fines académicos) e infraestructura de oficina apta para 3 personas. De esta forma se espera concluir esta etapa con un modelo computacional que permita simular la producción de ácido poli láctico a través de un organismo y se espera comparar los parámetros de ajuste del modelo respecto a los resultados obtenidos del laboratorio

Se espera concluir estas tres actividades con una publicación de resultados respecto a las mismas. Esta publicación es clave y determina un hito importante dentro de la investigación, pues se espera que con este logro se permita dar paso a la siguiente actividad que corresponde a:

Análisis de afinidad y elaboración de conceptos: Esta actividad involucra el análisis del modelo racional, con lo cual se busca reconocer factores que afectan la productividad del sistema. El encargado de esta actividad es Jose Duguet, quien se espera pueda dedicar tiempo completo al desarrollo (45 horas a la semana). Se espera que tanto David Millán como Gustavo calvo puedan apoyar en esta etapa, de forma tal que mediante el análisis individual y discusiones colectivas se puedan determinar al menos 2 nuevos conceptos que puedan ser propuestos para la siguiente etapa. Los nuevos conceptos se espera involucren aspectos que mejoren el desempeño del sistema tales como (1) diseño de secuencias genéticas novedosas, (2) variaciones en las condiciones de cultivo del organismo o (3) nuevas rutas metabólicas para la producción de lactyl-coa. Los recursos que involucra esta etapa corresponden a infraestructura de oficina, infraestructura, servicios y material de apoyo para pruebas preliminares de laboratorio, y recursos humanos encargado de llevar a cabo el desarrollo. De esta forma se espera terminar la implementación al cabo de 52 semanas concluyendo con un estudio de caracterización del polímero y determinando así los parámetros de producción de sistema.

Se espera concluir esta etapa con la publicación del análisis hecho por el equipo respecto al sistema y los nuevos conceptos a implementar en la siguiente etapa. De esta forma los recursos que involucra esta etapa consideran principalmente infraestructura de oficina y laboratorio, materiales como genes y reactivos.

Unidad de Financiamiento y servicios de vigilancia tecnológica: Estas actividades buscan apoyar al equipo en la búsqueda de financiamiento mediante fondos públicos y privados. Así también proveer servicios de vigilancias tecnológicas semestrales sobre los nuevos avances y competidores en el desarrollo de la técnica. De esta forma estas actividades deben considerar la incorporación de algún ingeniero comercial o industrial con contrato part-time que pueda proveer los servicios considerando hasta 26 semanas de trabajo a tiempo completo. Los recursos asociados a estas actividades contemplan infraestructura de oficina y el recurso humano contratado.

La inversión en esta etapa corresponde principalmente al capital de trabajo necesario para remunerar las horas hombre aplicadas al proyecto, los costos de arriendo de infraestructura adecuada, materiales y servicios para el desarrollo en laboratorio:

Tabla 13: Inversión en capital de trabajo para el desarrollo de la etapa 1.

Item	Costo mensual (CLP/mes)	Período	Inversión (CLP)
Investigador (grado de Ph.D.)	1,700,000	Semestre 1, 2, 3	30,600,000
Investigador (estudiante de pregrado)	300,000	Semestre 1, 2, 3	5,400,000
Investigador (estudiante de pregrado)	300,000	Semestre 1, 2, 3	5,400,000
Unidad Comercial	1,100,000	Semestre 0, 3	7,700,000
Infraestructura de laboratorio	450,000	Semestre 1, 2, 3	8,100,000
Infraestructura de oficina	300,000	Semestre 1, 2, 3	5,400,000
Material genético		Semestre 0	2,857,441
Reactivos		Semestre 0	1,274,744
Caracterización de polímero		Semestre 2	1,000,000

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollar esta etapa implicaría una inversión total aproximada de 67,732,185 CLP contemplada en un periodo de un año y medio. Al culminar esta etapa se espera que los alumnos posean conocimientos avanzados en técnicas de biología sintética, elaboración y análisis de modelos racionales y en particular la técnica de producción de bio plásticos a través de Organismos Genéticamente Modificados. Así también se espera concluir con al menos dos organismos capaces de producir ácido poli láctico (o sus co-polímeros) y un modelo racional como fuente de creación de nuevos conceptos.

2.2 Etapa 2: Implementación de Mejoras tecnológicas.

Esta siguiente etapa involucra entonces la prueba de los conceptos novedosos determinados en la etapa anterior. A partir de esta etapa se espera que el equipo cuente con entre 2,500-5,000 horas de experiencia lo que involucra conocimientos más avanzados en las técnicas y por lo tanto capacidad de lograr una novedad en el arte. Esta etapa tiene un potencial de mercado en el caso que se pueda dar solución a los problemas de la técnica. Más aun lograr probar mejorar un organismo que supere los parámetros de producción de la competencia podría dar con un objeto apropiable y la posibilidad de gatillar la estrategia de propiedad intelectual. De esta forma los principales desafíos que involucra esta etapa son:

- 1.- Implementación de los conceptos elaborados en la etapa anterior.
- 2.- Análisis de los resultados.
- 3.- Estudio de dos nuevos conceptos a implementar.

El plan de esta forma considera un desarrollo en un plazo de 12 meses, donde se espera que la implementación de la nueva solución entregue como resultados parámetros de producción superiores a los del organismo replicado en la etapa anterior. Así también se espera que en este periodo se elaboren nuevos conceptos a partir del resultado anterior que contemplen el mejoramiento de la solución o la elaboración de una nueva (en el caso de resultados desfavorables).

De esta forma se espera iterar esta etapa hasta lograr dar una solución a la técnica que permita la producción a escala de ácido poli láctico a través de micro organismos.

Lograr resolver la técnica en una primera iteración de la etapa puede ser improbable por los desafíos técnicos que involucra. Sin embargo lograr una mejora en el sistema puede determinar un motivo para gatillar la estrategia de propiedad intelectual. Así haber superado una iteración de la etapa involucra lograr acumular más de 5,000 horas como experiencia en el tema (En el caso de José Duguet), por lo que se espera que las próximas iteraciones (asociadas al mejoramiento de la solución o elaboración de nuevas soluciones) aumente la probabilidad de dar solución a la técnica.

De esta forma se elabora un plan de 1 año que según el número de iteraciones que se consideren puede durar hasta 3 años:

Tabla 14: Diseño Carta Gantt sobre el plan de acción etapa 2 para el proyecto PLA.

ETAPA 2			S4							S5				
Actividad \ Mes	HH/Sem	Sem	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Implementación Concepto 1	45	26	■	■	■	■	■	■						
Implementación Concepto 2	45	26	■	■	■	■	■	■						
Apoyo en implementación	25	26	■	■	■	■	■	■						
Publicación de resultados	25	4						■						
Elaboración de nuevos conceptos	45	26							■	■	■	■	■	■
Apoyo en elaboración de conceptos	45	26							■	■	■	■	■	■
Apoyo en elaboración de conceptos	25	26							■	■	■	■	■	■
Publicación de conceptos	25	4												■
Estrategia de propiedad intelectual	22	26							■	■	■	■	■	■
Contacto con clientes	23	26							■	■	■	■	■	■

Encargado	Color
José Duguet	■
David Millán	■
Gustavo Calvo	■
Comercial	■

Fuente: elaboración propia.

En esta etapa se espera que David Millán haya logrado el título de Ingeniero Civil en Biotecnología, lo que permitirá apoyar en tiempo completo en el proyecto. Las actividades que involucra el proyecto se detallan a continuación:

Implementación de conceptos 1 y 2: Esta actividad involucra el desarrollo en laboratorio de los nuevos conceptos, obtención, análisis y publicación de resultados. De esta forma se espera lograr dos líneas de investigación aplicada a cargo de Jose Duguet y David Millán quienes dedicarán tiempo completo (45 horas semanales) y deberán ser apoyados por Gustavo Calvo para alcanzar hitos específicos del trabajo (25 horas semanales). Esta etapa considera materiales como secuencias genéticas y reactivos de laboratorio los cuales deben ser adquiridos durante el periodo inicial. Además se debe contar con infraestructura de laboratorio adecuada para el desarrollo y oficinas para el equipo. De esta forma se espera terminar la implementación al cabo de 26 semanas, plazo que considera un estudio de caracterización del polímero elaborado por un ente externo,

determinando así los parámetros de producción de sistema. Así se debe concluir esta actividad con una publicación de los resultados obtenidos de los conceptos, comparando los parámetros de producción del sistema respecto a los resultados anteriores.

Elaboración de nuevos conceptos: Esta etapa también involucra el estudio de dos nuevos conceptos que se espera guarden estrecha relación a los resultados publicados en la actividad anterior. Puede considerar entonces mejoras a la solución recién lograda o en caso desfavorable la elaboración de una nueva solución. El análisis debe ser apoyado con el modelo racional y se espera que los conceptos involucren aspectos que mejoren el desempeño del sistema tales como (1) diseño de secuencias genéticas novedosas, (2) variaciones en las condiciones de cultivo del organismo, (3) nuevas rutas metabólicas para la producción de lactyl-coa o (4) aplicación en del concepto en nuevos organismos, (5) Métodos de producción y obtención del polímero. Los recursos que involucra esta etapa corresponden a infraestructura de oficina, infraestructura, servicios y material de apoyo para pruebas preliminares de laboratorio, y recursos humanos encargado de llevar a cabo el desarrollo. Así se espera concluir con la publicación del nuevo concepto a probar en la siguiente etapa (pruebas a escalas) o en una nueva iteración de la etapa en caso de no haber probado la producción escalada.

Estrategia de propiedad intelectual y contacto con clientes: Concluir una prueba de concepto en alguna de las iteraciones, con resultados favorables para la producción a escala, implica haber resuelto los problemas de la técnica. Este logro se asocia a una novedad en la técnica que puede dar paso a un objeto tecnológico apropiable. De esta forma estas actividades involucran la implementación de la estrategia de propiedad intelectual, lo que incluye el contacto con potenciales clientes para dar paso a la implementación a escala del proyecto. Así también para actividades de financiamiento para la siguiente etapa. Estas actividades deben quedar a cargo de un profesional con formación comercial (Ingeniero Comercial o Ingeniero Industrial) considerando un trabajo a tiempo completo (45 horas semanales) durante un periodo de 6 meses. De esta forma los recursos que involucra esta etapa corresponden a infraestructura de oficina y un profesional con formación comercial.

La inversión asociada a esta etapa considera principalmente el capital de trabajo requerido para remunerar las horas hombres dedicados, así como también a costos de infraestructura, servicios y materiales que apoyen el desarrollo en laboratorio:

Tabla 15: Inversión en capital de trabajo para el desarrollo de la etapa 2.

Item	Costo Mensual (CLP)	Período	Inversión
Investigador con grado de Ph.D.	1,700,000	Semestre 4, 5	20,400,000
Investigador titulado de pre grado	1,200,000	Semestre 4, 5	14,400,000
Investigador estudiante de pregrado	300,000	Semestre 4, 5	3,600,000
Unidad Comercial*	1,100,000	Semestre 5	6,600,000
Infraestructura de laboratorio	450,000	Semestre 4, 5	5,400,000
Infraestructura de oficina	300,000	Semestre 4, 5	3,600,000

Material genético		Semestre 0	2,857,441
Reactivos		Semestre 0	1,274,744
Caracterización de polímero		Semestre 5	1,000,000
Inicio fase internacional Estrategia P.I.		Semestre 5	4,826,000

(*) La unidad comercial solo será requerida en la iteración que permita dar paso a la siguiente etapa.

Fuente: Elaboración propia.

Esta etapa debe ser acompañada por servicios de vigilancia tecnológica (1,100,000 CLP) contempladas en el semestre 4 que permitan reconocer y localizar los inventos que se están desarrollando en la técnica. Así el costo total de inversión para esta etapa puede variar entre 63,958,185 CLP a 169,022,555 CLP considerando plazos de 1 a 3 años (respectivamente) de desarrollo. Las iteraciones de esta etapa concluyen tras haber logrado un organismo genéticamente modificado, con parámetros de producción de ácido poli láctico que justifiquen su producción a escala. Lo anterior se puede concluir comparando los parámetros de producción del organismo con los utilizados para la producción escalada de PHAs.

2.3 Etapa 3: Prototipo y Pruebas a escala

Se espera que tras haber concluido la etapa anterior se pueda tener la disposición de algún cliente identificado en la estrategia de propiedad intelectual de forma tal que se pueda destinar parte de su capacidad (500 – 1.000 kilo toneladas por año) a generar pruebas de escala. En algún otro caso se puede evaluar la posibilidad de desarrollar una planta piloto en conjunto a un socio (a modo de Joint Venture) que pueda destinar capital para la formación de esta. Considerando la primera opción, se determina que esta etapa busca un trabajo en conjunto con el cliente, de forma tal que se pueda reconocer los procesos y adaptar el organismo desarrollado al sustrato utilizado por el mismo. También considera continuar con esfuerzos en elaboración e implementación de nuevos conceptos. Finalmente se espera haber avanzado en la estrategia de propiedad intelectual y por lo tanto, en esta etapa se asuma la totalidad de los costos asociados a la misma. Así los principales desafíos que contempla esta etapa son:

1. Diseño de pruebas pilotos.
2. Adaptación de organismos al sustrato del cliente.
3. Elaboración e implementación de nuevos conceptos.
4. Implementación de pruebas pilotos con el cliente.
- 5.

Se espera lograr desarrollar la etapa en un plazo de 18 meses, donde se puedan desarrollar las distintas actividades que involucran las pruebas a escala. Lograr probar la producción y extracción del material de forma rentable en esta etapa sería el hito principal de la investigación. Esto permitiría expandir la capacidad destinada por el cliente y otros interesados de forma tal que se pueda explotar más aun la tecnología. De esta forma se ha elaborado el siguiente plan de desarrollo para la etapa determinado por una Carta Gantt:

Tabla 16: Diseño Carta Gantt sobre el plan de acción etapa 3 para el proyecto PLA.

ETAPA 2			S (N)					S(N+1)					S (N+2)							
Actividad \ Mes	HH/Sem	Sem	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Reconocimiento de proceso productivo cliente	45	26	■	■																
Diseño pruebas de escala	45	26			■	■	■													
Adaptación a sustrato	45	26	■	■	■	■	■													
Elaboración e implementación de nuevos conceptos	25	26	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Implementación de pruebas con el cliente.	25	4							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Apoyo comercial	45	26							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Unidad de apoyo comercial	45	26	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Encargado	Color
Jose Duguet	■
David Millan	■
Gustavo Calvo	■
Comercial	■

Fuente: elaboración propia.

Reconocimiento de proceso productivo del cliente: Esta actividad involucra el reconocimiento del proceso productivo mediante la visita en terreno de las instalaciones. De esta forma se deben determinar los principales factores que deben ser considerados en el diseño de las pruebas. Esta actividad quedará a cargo de Jose Duguet junto a la Unidad de apoyo Comercial quienes destinaran tiempo completo a esta labor durante un periodo de 13 semanas. Esta actividad involucra recursos tales como infraestructura de oficina y financieros para remunerar las horas hombres de trabajo y presupuestos asociados al viaje a las instalaciones del cliente. De esta forma se espera concluir esta actividad con un levantamiento general del proceso del cliente y las condiciones generales del proceso productivo.

Diseño de pruebas a escala: Una vez reconocido el proceso productivo del cliente se debe elaborar un diseño sobre las pruebas a escala el cual debe ser validado por el cliente. De esta forma se espera trabajar en conjunto con el mismo de forma tal que se pueda elaborar un plan de implementación conjunta apoyado por el equipo del proyecto PLA. Esta actividad quedará a cargo de Jose Duguet quien trabajara a tiempo completo (45 horas por semana) durante un periodo de 13 semanas. Esta actividad involucra recursos tales como infraestructura de oficina y financieros para remunerar las horas hombres de trabajo y presupuestos asociados al viaje a las instalaciones del cliente. De esta forma se espera concluir esta actividad con un diseño y plan de implementación de las pruebas a escalas a desarrollar en conjunto con el cliente.

Adaptación al sustrato: Esta actividad involucra la adaptación del microorganismo al sustrato utilizado por el cliente. De esta forma se espera desarrollar un organismo que pueda degradar fuentes de carbono más complejas como lo es la sacarosa o azúcar las cuales son utilizadas en procesos de producción escalados de Polyhydroalkanoatos (PHAs). Esta actividad quedará a cargo de Gustavo calvo quien se espera se haya titulado de Ingeniería Civil en Biología Molecular y pueda disponer tiempo completo durante un periodo de 26 semanas. Esta actividad involucra recursos tales como infraestructura de laboratorio y materiales tales como reactivos y secuencias genéticas. De esta forma se espera concluir esta actividad con un organismo capaz de adaptarse al sustrato y condiciones de producción del cliente de forma tal que pueda ser implementado en la siguiente actividad.

Elaboración e implementación de nuevos conceptos: Esta actividad contempla la elaboración e implementación de nuevos conceptos que permitan mejorar el desempeño de los organismos

construidos. De esta forma se espera que el equipo continúe desarrollando novedades en la técnica que permitan agregar valor al proceso productivo del cliente, de forma paralela a las pruebas a escala. De esta forma los conceptos en esta etapa pueden involucrar aspectos relacionados a (1) Nuevos métodos de extracción y purificación del polímero, (2) pruebas en otros organismos, (3) utilización de otros sustratos, entre otros. Esta actividad quedará a cargo de David Millan, quien dedicara tiempo completo (45 horas a la semana) durante un periodo de 18 meses. Los recursos necesarios para esta etapa, corresponden al recurso humano capacitado, infraestructura de laboratorio y oficinas y materiales tales como reactivos y genes. De esta forma se espera que esta actividad reporte resultados cada 6 meses de forma tal que se puedan implementar nuevas soluciones en etapas futuras.

Implementación de pruebas con el cliente: Esta actividad involucra la implementación y operación de los organismos en el proceso productivo del cliente. De esta forma se debe asesorar al cliente de forma completa, tanto con apoyo en las instalaciones, así como también en medición de rendimientos del sistema a escala. Esta actividad queda a cargo de Jose Duguet, quien se espera pueda contar con el apoyo de Gustavo Calvo y la Unidad Comercial (tiempo completo considerando 45 horas a la semana por cada uno) y dedique alrededor de 12 meses a esta actividad. De esta forma los recursos que considera esta actividad involucran a los recursos humanos encargados de la implementación, operación y control de las pruebas. Así también se considera infraestructura de oficinas y un presupuesto de viajes y viáticos que permita visitar al cliente periódicamente a sus instalaciones. De esta forma se espera concluir esta actividad con un reporte global de los resultados (técnicos y económicos) respecto a la operación de la planta piloto en conjunto con el cliente que permita determinar el escalamiento del proyecto.

Concluir esta etapa de forma exitosa implica que la tecnología puede operar de forma escalada y por lo tanto se puede iniciar la comercialización (mediante el licenciamiento del organismo) a otros potenciales clientes. De esta forma se busca expandir la capacidad instalada y obtener mejores rendimientos a escala.

Esta etapa involucra la inversión en capital de trabajo y materiales e infraestructura de laboratorio, oficinas y viajes hacia las instalaciones del cliente, resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 17: Inversión en capital de trabajo para el desarrollo de la etapa 3.

Item	Costo Mensual (CLP)	Período	Inversión (CLP)
Investigador con grado de Ph.D.	1,700,000	Semestre N, N+1, N+2	30,600,000
Investigador titulado de pre grado	1,200,000	Semestre N, N+1, N+2	21,600,000
Investigador titulado de pre grado	1,200,000	Semestre N, N+1, N+2	21,600,000
Unidad Comercial	1,100,000	Semestre N, N+1, N+2	19,800,000
Infraestructura de laboratorio	450,000	Semestre N, N+1, N+2	8,100,000
Infraestructura de oficina	300,000	Semestre N, N+1, N+2	5,400,000
Material genético		Semestre N	2,857,441
Reactivos		Semestre N	1,274,744

Viaje y hospedamiento a localidad del cliente		Semestre N, N+2	25,000,000
Estrategia de propiedad intelectual fase nacional		Semestre N-1, N, N+1, N+2	7,324,134

Fuente: Elaboración propia.

La inversión total sobre esta última etapa es aproximadamente de 143,556,319 CLP, considerando un periodo de 18 meses desde el inicio de las pruebas a escala. Terminar esta etapa exitosamente involucra el inicio de comercialización de la tecnología desarrollada por el equipo del proyecto PLA. De esta forma se espera abordar a una siguiente etapa que corresponda a un spin off para lograr la transferencia tecnológica del proyecto.

Así se concluye en esta parte que la inversión total asociada a la hoja de ruta puede alcanzar un costo total de 380,310,659 de CLP y un periodo de implementación de hasta 6 años (ver anexo 10 para detalles). Esto daría como resultado una nueva tecnología comercializables (Organismos genéticamente Modificado) capaz de producir ácido poli láctico de forma escalada.

3. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA HOJA DE RUTA

La hoja de ruta involucra actividades globales asociadas al desarrollo de proyecto un biotecnológico aplicado. Se espera que el equipo del proyecto PLA puedan desagregar cada una de las actividades de cada etapa en tareas específicas del área, las cuales no han sido consideradas por el presente trabajo. Por otra parte el presupuesto elaborado para los materiales de laboratorio (reactivos y secuencias genéticas) han sido determinados según la adquisición hecha por el equipo el año 2015 para las pruebas de concepto de los diseños elaborados para ese entonces (Ver anexo 8 y 9). Así se considera trabajar con los mismos proveedores de material (Sigma-Aldrich para reactivos y Integrated DNA Technologies) y también que los presupuestos se reajusten respecto a los requerimientos específicos de cada etapa. Lo último lo debe determinar el equipo en los meses iniciales de cada etapa.

Para el financiamiento de la hoja de ruta se contemplan rondas de inversión en el inicio de cada etapa. Contar con el patrocinio de algún centro de investigación tal como ha sido ahora con el CeBiB, es fundamental para poder de forma tal que se puedan solventar los costos asociados a infraestructura de oficinas y laboratorios. A continuación se mencionan algunos de los fondos de inversión a los cuales el proyecto puede apuntar para solventar la inversión:

Para la primera etapa, que se trata de un desafío académico y de capacitación del equipo se espera poder recurrir a fondos de investigación de la Universidad de Chile u otra institución académica del país que esté interesada en la investigación asociada al proyecto. Por otra parte se puede considerar otros fondos como el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) provisto por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica que otorga hasta 57,000,000 de CLP a proyectos de esta característica [94].

Para la segunda etapa se espera elaborar pruebas de conceptos con potencial de escalamiento de la tecnología. Debido a que esta etapa todavía se considera de alto riesgo esta forma se busca acceder a fondos de instituciones académicas que en conjunto a fondos públicos como el del concurso Idea en 2 Etapas, Elaborado por la Comisión Nacional de Investigación Científica [95] pueden proveer

hasta 300,000,000 CLP en un plazo de 4 años (mediante dos rondas de inversión) lo que permitiría iterar hasta 3 veces la etapa.

Para la tercera etapa y considerando un estado avanzado de la investigación que considera las pruebas a escala, se espera poder acceder a fondos de investigación de alguna empresa interesada en el proyecto de forma tal que se puedan levantar fondos mediante los programas de Innovación Empresarial elaborados por CORFO. Estos fondos pueden proveer hasta 160,000,000 de CLP a proyectos de esta característica lo que permitiría abordar las tres iteraciones de esta segunda etapa [96]. Otro fondo, que también considera la asociación del proyecto con una empresa, corresponde al I+D aplicada en empresas suministrado por Innova Chile, CORFO el cual considera hasta 135,000,000 de CLP [97].

CAPITULO 7: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y CONCLUSIONES

1. FACTIBILIDAD FINANCIERA:

1.1 Análisis costo beneficio

La inversión total considerada durante la hoja de ruta equivale a 566,916 USD (379,210,659 CLP) lo que se espera recaudar en al menos 3 rondas de inversión asociadas al inicio de cada una de las etapas. En el anexo 10 se puede observar el flujo de caja de los costos asociados a la inversión a través de los años.

El premio de la inversión responde a un objeto tecnológico de comercialización exclusiva valorado en \$ 23,450 USD en un caso pesimista, \$ 943,750 USD en un caso conservador o \$ 1,697,930 USD en un caso optimista (ver capítulo 5.3). Estos valores representan el flujo de caja descontado (a una tasa de 39.5%) de los beneficios netos obtenidos por el propietario de los derechos de patente, a través del licenciamiento de la explotación de la tecnología.

De esta forma se ha obtenido el indicador de costo-beneficio para cada uno de los escenarios descritos anteriormente, el cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 18: Análisis costo-beneficio del desarrollo del proyecto PLA.

Caso	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	B/C
Pesimista	-\$ 67.47	-\$ 75.40	-\$ 78.53	-\$ 78.53	-\$ 128.51	-\$ 140.12	\$ 23.45	0.04
Conserv.	-\$ 67.47	-\$ 75.40	-\$ 78.53	-\$ 78.53	-\$ 128.51	-\$ 140.12	\$ 943.75	1.66
Optimista	-\$ 67.47	-\$ 75.40	-\$ 78.53	-\$ 78.53	-\$ 128.51	-\$ 140.12	\$ 1,697.93	2.99

Cifras en miles de USD (a excepción del indicador B/C). Fuente: Elaboración propia.

El indicador muestra que la relación costo beneficio es solo mayor a 1 en el caso conservador y pesimista. De esta forma, se puede determinar según este criterio que el proyecto es viable económicamente para los casos mencionados.

1.2 Análisis de la Tasa Interna de Retorno

Considerando que el proyecto es económicamente viable solo en los casos conservadores y optimistas, se evalúa la tasa Interna de retorno para los flujos de caja de la tabla 18. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 19: Tasa interna de retorno del proyecto para cada escenario.

Caso	Tasa Interna de Retorno
Pesimista	-
Conservador	17%
Optimista	37%

Fuente: Elaboración propia.

Esto implica que cualquier inversionista que tenga costos de capital inferiores a los obtenidos por la tasa interna de retorno les será atractivo el proyecto. Considerando que las compañías biotecnológicas en etapa de descubrimiento poseen un costo de capital aproximada en 20% [98] y

que el proyecto PLA está involucrado en este conjunto, se puede observar que la inversión sería viable solo en un caso optimista.

2. FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO

Como se discutió en el capítulo 4 del presente trabajo el equipo se encuentra en una situación de desventaja frente a la competencia que está en carrera por el desarrollo tecnológico. Para lograr obtener ventajas dentro de esta carrera se deben desarrollar técnicas avanzadas de biología sintética y experiencia en la investigación y desarrollo aplicada. Solo de esta forma será posible estar a la altura de la competencia.

Una vez superadas estas barreras, se espera entonces lograr desarrollar mejoras tecnológicas constantes que puedan involucrar nuevas modificaciones a los organismos o métodos de producción y recuperación más eficientes para el cliente. De esta forma se espera poder disminuir los costos de producción del cliente y por lo mismo capturar mayor parte de los ingresos que genera la tecnología de esta forma se generarían aumentos considerables en el valor de la tecnología.

3. CONCLUSIONES

La metodología desarrollada busca responder a necesidades elaboradas por el equipo del Proyecto PLA para lograr transferir el conocimiento generado de una actividad científica a un mercado atractivo. En primera instancia el análisis del mercado polímeros con destino envases permite determinar un segmento de biopolímeros 3,5 Billones de USD para el 2014. Dentro de este segmento se localiza la participación del ácido poli láctico (producto a obtener por medio de la tecnología en desarrollo) el cual es valorado en 415 Millones de USD para el 2014. Así se concluye que el segmento posee altas tasas de crecimiento respecto al mercado global (Valorado en 270 Billones de USD), condiciones externas más favorables de producción y un alto margen de crecimiento para los próximos años.

Respecto al análisis del estado del arte, se logra determinar los actores (competencia) que existen hoy a la fecha en el desarrollo de organismos genéticamente modificados capaces de producir ácido poli láctico. Por otra parte, se realizan análisis sobre el estado de la técnica, que permite reconocer el nivel inventivo de los conceptos elaborados por el proyecto PLA y los problemas de la técnica que impiden el escalamiento de las mismas. Esta etapa en conjunto con el análisis del mercado se considera fundamental para elaborar la estrategia de propiedad intelectual, pues se logra reconocer actores y procesos que permitirían explotar la tecnología.

Del análisis del equipo se logran reconocer las capacidades y debilidades del equipo frente a las oportunidades y amenazas detectadas en las etapas anteriores. De esta forma se logra concluir un estado de desventaja del equipo frente a la competencia en el desarrollo tecnológico. Los resultados de esta etapa y la del análisis del estado del arte se consideran fundamentales para elaborar la hoja de ruta, pues los objetivos, estrategias y desafíos de la misma se adaptan a las realidades del equipo y el estado global de la técnica.

Respecto al estado actual del equipo, se puede observar que el contexto global es favorable para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, el bajo compromiso del equipo con el proyecto disminuye la viabilidad del mismo. Esto pues existe una brecha muy amplia con el estado de la técnica y, según

lo analizado, el equipo solo lograra superarla con incentivos económicos. Lo anterior involucra la utilización de altos recursos financieros que hoy no posee el equipo y que, por lo tanto, deberá buscar en algún inversionista.

Las etapas de diseño de la metodología, que involucra el diseño de una Hoja de ruta y estrategia de propiedad intelectual buscan orientar el proyecto a la construcción de un objeto apropiable que sea explotable dentro del mercado de los polímeros. Dentro de la estrategia de propiedad intelectual se desarrolla un modelo de negocios basado en desarrollar organismos genéticamente modificados capaces de producir ácido poli láctico, que puedan ser transferidos al mercado mediante la explotación de 1 o más cliente con condiciones industriales adecuadas. Por otra parte la elaboración de la hoja de Ruta permite estimar la inversión asociada a las distintas etapas del proyecto. Así con los resultados de ambas estimaciones (valorización e inversión del proyecto), se logra realizar un análisis de factibilidad financiera mediante criterios de análisis costo beneficio y tasa interna de retorno.

Del análisis de factibilidad se lograr concluir que al día de hoy, el proyecto es económicamente viable solo en un caso optimista. Esto sumado a los problemas del equipo (bajo compromiso, inexperiencia y falta de recursos) y la técnica (la tecnología hoy no se explota industrialmente) se concluye que el proyecto hoy no es atractivo para inversionistas que busquen retornos en el corto plazo ni tampoco aquellos que tengan alto costo de capital.

Sin embargo, debido al alto desarrollo que está teniendo el area biotecnológica es probable que en un mediano plazo esta tecnología cobre mayor valor en el mercado. Así la única forma en que pueda ser viable este proyecto es que sea gestionado con una visión de largo plazo, incubado por centros de investigación y que sea financiado por fondos de alto riesgo.

Respecto a aspectos que no fueron englobados por el siguiente estudio y puedan ser considerados para futuras trabajos:

Riesgos para cada etapa de la hoja de ruta: haber establecido coeficientes de riesgos en cada una de las etapas de la hoja de ruta permitiría valorizar el proyecto ante el cumplimiento de cada etapa establecida. Esto permitiría evaluar el proyecto mediante el valor actual neto considerando distintas tasas de descuento que se ajusten al riesgo de cada etapa. Se puede encontrar más al respecto en el trabajo de Gunter Festel (2013) [91].

Minería de datos para el análisis de patentes: actualmente es posible encontrar información relevante respecto al estado del arte en los documentos de patentes. En el presente trabajo, se hizo la extracción, estructuración y análisis de la data manualmente. Según el Autor Abbas (2014) que inspiro la metodología del presente trabajo, existen diversas técnicas para el análisis tales como procesamiento natural del lenguaje, enfoques basados en reglas, enfoques basados en análisis semántico, entre otros, que se ajustan mejor a los distintos objetivos del análisis.

Finalmente respecto a conclusiones generales del proyecto y recomendaciones al equipo:

El proyecto PLA propone el desarrollo de una tecnología disruptiva, que involucra conocimientos técnicos avanzados en biotecnología y puede tener un crecimiento exponencial conforme se sigan logrando mejores avances en el área. Considerando también que existe un alto potencial de mercado para los plásticos bio basados, se determina que el proyecto pueda ser co financiado en una primera etapa por la misma Facultad de Ciencias físicas y Matemáticas en la Universidad de Chile, mediante

alguno de sus Organismos: Open Beauchef, Departamento de Ingeniería civil Química y Biotecnología o el Centro de Bioingeniería y biotecnología (CEBIB) en conjunto a fondos estatales destinados a este tipo de proyectos generados por la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) o la Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (CONICYT).

Por otra parte se espera que con este trabajo el equipo pueda determinar una planificación estratégica integral del proyecto que permita orientar su actividad científica hacia un start-up biotecnológico, que comercialice organismos genéticamente modificados capaces de producir ácido poli láctico. De esta forma se espera que para el inicio de cada etapa se puedan detallar actividades dentro de la hoja de ruta en tareas específicas asociadas a cada una de ellas (experimentos y materiales involucrados), para así ajustar los costos de inversión considerados en la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] “The new Plastics Economy, Rethinking the future of plastics”, World Economic Forum Enero 2016.
- [2] About recycling - <http://recycling.about.com/od/Resources/fl/How-Long-Does-It-Take-Garbage-to-Decompose.htm>
- [3] Estadísticas de la industria del plástico 2014, Fullplast Chile (2015)
- [4] Biopolymers - New Materials for Sustainable Films and Coatings - David Plackett (Wiley, 2011)
- [5] Alvaro Acevedo, Atraves de DiarioFinancieroTV, (2013) <https://www.youtube.com/watch?v=9pVF2A7r2r8>
- [6] Álvaro Olivera | Charla en Miércoles en la Academia (2016) <https://www.youtube.com/watch?v=mS8jaLvabOM&t=899s>
- [7] M.E. Porter, Competitive Strategy: Techniques for analyzing industries and competitors, Continental. (1982)
- [8] What is PESTLE Analysis? A Tool for Business Analysis, <http://pestleanalysis.com/what-is-pestle-analysis/>
- [9] Dirección Estratégica, Johnsos y Scholes (2001)
- [10] ¿Qué es la Propiedad Intelectual? , Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/about-ip/es/>
- [11] Instituto Nacional De Propiedad Industrial, Patentes <http://www.inapi.cl/portal/orientacion/602/w3-article-960.html>
- [12] LEY DE PROPIEDAD INDUSTRIAL (N° 19.039) http://www.inapi.cl/transparencia/doc/marconormativo/doc/Ley_19.039_Ley_19996_refundido_oficial.pdf
- [13] A literatura review on the state-of-the-art in Patent Analysis. Abbas (2014)
- [14] Diseño de Estrategias de Propiedad Intelectual, Tercer Encuentro “Chile: Ciencia, tecnología y Empresa” (2013) https://www.inapi.cl/portal/publicaciones/608/articles-4133_recurso_1.pdf
- [15] Metodología Canvas, una forma de agregar valor a sus ideas de negocios, Sebastian Andrade (2012), <http://www.innovacion.cl/reportaje/metodologia-canvas-la-nueva-forma-de-agregar-valor/>
- [16] Pieter Groenveld (1997) Roadmapping Integrates Business and Technology, Research-Technology Management, 40:5, 48-55
- [17] Albright, R. (2007), ‘Integrating roadmapping into technical planning’, Research-Technology Management, 50 (6), pp. 31-48
- [18] Plastics – the Facts 2014/2015, Plastics Europe (2015)
- [19] Plastics Insight (2016), <https://www.plasticsinsight.com/global-plastic-polymer-utilisation-end-use-application>
- [20] World Economic Forum, The new Plastics Economy (2016).
- [21] Plastics – the Facts 2014/2015, Plastics Europe (2015)
- [22] Estadísticas de la industria del plástico 2014, Fullplast Chile (2015)
- [23] Data World Bank <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
- [24] 2015 Global Bussines trends, The plastics industry association (SPI).
- [25] Plastics Resins Code Table, LEED’S http://www.pcna.com/Leeds/Documents/PDP%20Download%20PDF/Plastic_Guide_NSM.pdf
- [26] Plastic Market Monthly ICIS Pricing (2013), <http://www.icis.com/globalassets/global/icis/pdfs/sample-reports/chemicals-plastics.pdf>
- [27] Bio-based Building Blocks and Polymers in the World, nova Institute (2015).

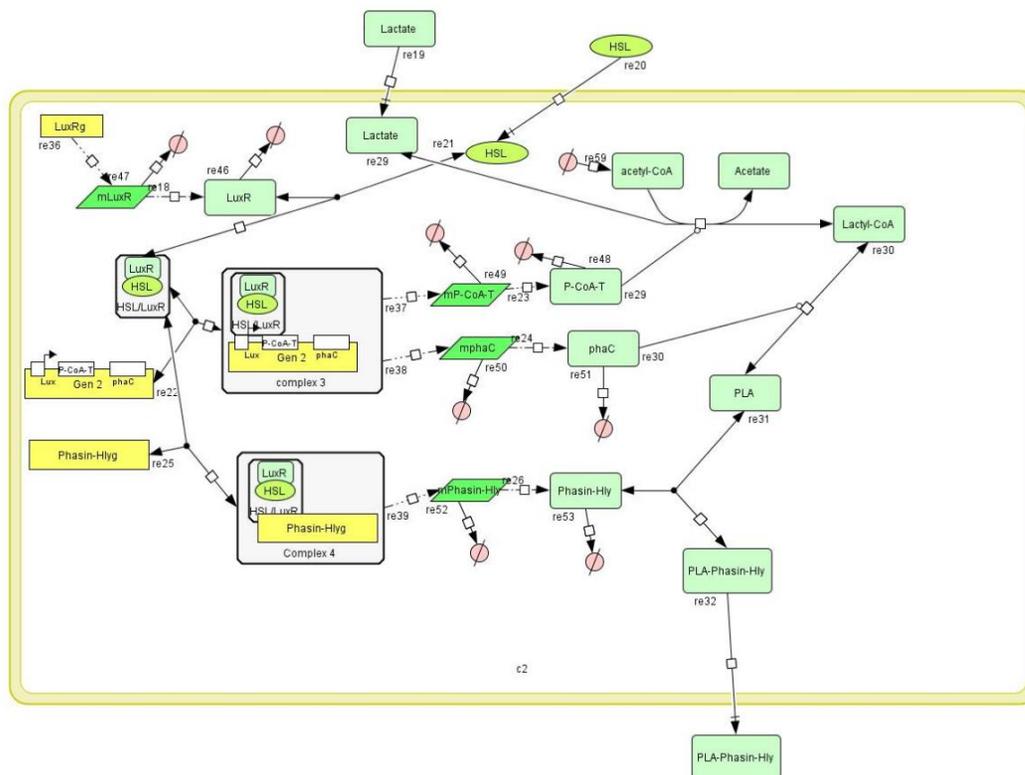
- [28] Market Developments of and Opportunities for biobased products and chemicals, Nova Institute (2013).
- [29] Polylactide Acid Technology, Ray Drumright, Patrick Gruber, David Henton (2000)
- [30] Natureworks llc, About Us, <http://www.natureworksllc.com/About-NatureWorks>
- [31] Ingeo Biopolymer Technical Data Sheet: http://www.natureworksllc.com/~media/Technical_Resources/Technical_Data_Sheets/Technical_DataSheet_4043D_3D-monofilament_pdf.pdf?la=en
- [32] Corbion Annual Reports (2014)
- [33] Microbial production of lactate-containing polyesters, Yang (2013) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1751-7915.12066/full>
- [34] Biodegradable Plastics Production and Applications <http://www.biotecharticles.com/Biotechnology-products-Article/Biodegradable-Plastics-Production-and-Applications-852.html>
- [35] David Placket (2011) , Biopolymers, New Materials for Sustainable Films and Coatings. Capítulo 4 (2011).
- [36] Bio-On (2016) <http://www.bio-on.it/management.php>
- [37] Green Bio Materials Co Ltd. <http://www.tjgreenbio.com/en/about.aspx?title=Enterprise%20Introduction&cid=25>
- [38] Guo-Qiang Chen (2009), Industrial Production of PHA.
- [39] How long it take garbage to descompose?, the balanca (2016) <https://www.thebalance.com/how-long-does-it-take-garbage-to-decompose-2878033>
- [40] State and Trends of Carbon Pricing, World Bank Group (2015)
- [41] Reporte Annual (2013), ASIPLA
- [42] Proyecto de ley Residuos Sólidos, Ministerio del Medio Ambiente
- [43] How Plastics are made, American Chemistry Council. <https://plastics.americanchemistry.com/How-Plastics-Are-Made/>
- [44] Crushing, OK WTI Spot Price FOB, U.S. Energy Information Administration <http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=rwtc&f=D>
- [45] Global plastics packaging market to hit \$375 billion by 2020, Kari Embree (2016) <http://www.plasticstoday.com/packaging/global-plastics-packaging-market-hit-375-billion-2020/23800481624973>
- [46] The eco-profiles for current and near-future NatureWorks® polylactide (PLA) production Erwin T.H. Vink (2007) http://www.natureworksllc.com/~media/The_Ingeo_Journey/EcoProfile_LCA/EcoProfile/NTR_Eco_Profile_Industrial_Biotechnology_032007_pdf.pdf?la=en
- [47] Crude Oil Proved Reserves 2014, International Energy Statics, U.S. Energy Information Administration.
- [48] SHORT-TERM ENERGY OUTLOOK, U.S. Energy Information Administration (2016). https://www.eia.gov/outlooks/steo/report/global_oil.cfm
- [49] Bioplastics Award 2011, Bioplastics Magazine http://www.bioplasticsmagazine.com/en/events/bioplastics_award_2011.php
- [50] Bioplastics Award 2015, Bioplastics Magazine http://www.bioplasticsmagazine.com/en/events/bioplastics_award_2015.php
- [51] Sitio web Falabella, <http://www.falabella.com/falabella-cl/category/cat8150031/Nuevas-bolsas-biodegradables-Falabella>
- [52] Indorama Aventures Annual report (2015) http://www.indoramaventures.com/upload/annual_report/annualreport_IVL.pdf
- [53] Noticias 2013, Indorama Aventure http://www.indoramaventures.com/EN/mediaCenter/mediaCenter_PressReleases_De.php?id=98

- [54] Corbion Annual Report 2014.
- [55] London Metal Exchange, <http://www.lme.com/metals/non-ferrous/aluminium/>
- [56] Disposable drink Bottle: Plastic Vs Glass, vs Aluminium, Jo Isaac (2012), <http://www.greenlifestylemag.com.au/features/2936/disposable-drink-bottles-plastic-vs-glass-vs-aluminium>
- [57] U.S. Energy information administration, Use of Oil (2014), http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=oil_use
- [58] Cells or plants having a producing ability of polylactate or its copolymers and method for preparing polylactate or its copolymers using the same. Patent number code WO 2006126796 A1. <https://www.google.com/patents/WO2006126796A1?cl=en&hl=es>
- [59] Biosynthesis of lactate-containing polyesters by metabolically engineered bacteria, Biotechnology Journal, Si Jae Park (2012).
- [60] Metabolix Announces Termination of Telles Joint Venture , Metabolix (2012) <http://ir.metabolix.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=639044>
- [61] Polyhydroalkanoates: An overview, Ghai (2003)
- [62] Design and analysis of poly-3-hydroxybutyrate production processes from crude glycerol, Posada (2011)
- [63] Large Scale Production of Polyhydroxyalkanoates (PHAs) from Wastewater: A study of Techno-Economics, Energy Use and Greenhouse Gas Emissions, Dacosta (2015).
- [64] Efficient Production of Polylactic Acid and its copolymers by metabolically engineered, Jung (2011).
- [65] Google Patents, Inventores, Si Jae Park <https://www.google.com/search?tbo=p&tbm=pts&hl=en&q=ininventor:%22Si+Jae+Park%22>
- [66] Google Patents, Inventores, Takashi Shimamura, <https://www.google.com/search?tbo=p&tbm=pts&hl=en&q=ininventor:%22Takashi+shimamura%22>
- [67] Tailor-made type II Pseudomonas PHA synthases and their use for the biosynthesis of polylactic acid and its copolymer in recombinant Escherichia coli, Yang (2011) <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00253-010-3077-2>
- [68] Metabolic engineering of Escherichia coli for the production of polylactic acid and its copolymers, Jung (2010).:
- [69] Biosynthesis of Polyhydroxyalkanoates containing 2-hydroxybutyrate from unrelated carbon source by metabolically engineered Escherichia Coli, Nduko (2013). <http://link.springer.com.sci-hub.io/article/10.1007%2Fs00253-011-3530-x>
- [70] Metabolic Engineering of Escherichia Coli for the Production of Polylactic Acid and Its Copolymers, YAng (2010)
- [71] Biosynthesis of glycolate-based polyesters containing medium-chain-length 3 hydroxyalkanoates in recombinant Escherichia coli expressing engineered polyhydroxyalkanoate synthase. Matsumoto (2011)
- [72] Recombinant Ralstonia eutropha capable of producing polyactic and acid or polylatic acid polymer, and method for producing polyactic acid or polylatic acid copolymer using the same, Codigo de patente WO2009091141A3 (2009)
- [73] Engineered Corynebacterium glutamicum as an endotoxin-free platform strain for lactate-based polyester production. Song, Matsumoto (2011)
- [74] Bloomberg Markets, <https://www.bloomberg.com/quote/051910:KS>
- [75] Bloomberg Markets, <https://www.bloomberg.com/quote/7203:JP>
- [76] Biosynthesis of Polylactic Acid and Its Copolymers Using Evolved Propionate CoA Transferase and PHA Synthase, Taek Ho Yang (2009)

- [77] Copolymer containing 3-hydroxyalkanoate unit and lactate unit, and its manufacturing method, Código de patente: WO2008062996A1
- [78] A Synthetic Biological Engineering Approach to Secretion- Based Recovery of Polyhydroxyalkanoates and Other Cellular Products, Elisabeth Linton (2010)
- [79] Reporte peritaje tecnológico PLA, Corfo, Elaborado por Orlando Casillo (2016)
- [80] Energy Technology Perspectives, International Energy Agency (2008)
- [81] Illumina Claims New Sequencer Transcribes 18,000 Genomes per Year at \$1,000 Each, Dorrier (2014)
<https://singularityhub.com/2014/02/02/illumina-claims-new-sequencer-transcribes-18000-genomes-per-year-at-1000-each/>
- [82] This Droplet of DNA Could Store 600 Smartphones Worth of Retrievable Data, Fan (2016)
<https://singularityhub.com/2016/04/17/this-droplet-of-dna-could-store-600-smartphones-worth-of-retrievable-data/>
- [83] CRISPR/Cas9 Genome Editing Is a Huge Deal, But It's Just the Tip of the Iceberg, McShane (2016) <https://singularityhub.com/2016/01/21/crisprcas9-genome-editing-is-a-huge-deal-but-its-just-the-tip-of-the-iceberg/>
- [84] Ray Kurzweil Predicts Three Technologies Will Define Our Future, McShane (2016)
<https://singularityhub.com/2016/04/19/ray-kurzweil-predicts-three-technologies-will-define-our-future/>
- [85] R&D Status, LG Chem Company, <http://www.lgchem.com/global/research-and-development/research-status>
- [86] Toyota Annual Report (2012), pagina 32 http://www.toyota-global.com/pages/contents/investors/ir_library/annual/pdf/2012/p32_33.pdf
- [87] Presupuesto 2016, Sistema Nacional de Innovación, Andres Zahler, División de Innovación, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. <http://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2015/04/Presupuesto-2016-SNI.pdf>
- [88] Openbio <http://openbio.cl/sin-categoria/openbio-logra-2-lugar-en-competencia-de-innovacion-tecnologia/>
- [89] Ericsson, K.A., Krampe, R.Th. and Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. Psychological Review, 100, pp393-394.
- [90] Clasificación Internacional de Patentes, Sección C – Química; Metalúrgica, Oficina Española de Patentes y Marcas <http://cip.oepm.es/ipcpub/#lang=es&menulang=ES&refresh=page¬ion=scheme&version=20160101&symbol=C12N0015290000>
- [91] TASAS APLICABLES EN EL PROCEDIMIENTO INTERNACIONAL, Oficina Española de Patentes y Marcas (2016)
http://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Tasas/Tasas_Sol_Int_PCT_1_enero_2016.pdf
- [92] Guía del Usuario, Tratado de Cooperación en Materia de Patentes, Instituto Nacional de Propiedad Industrial
- [93] Valuation of Early Stage High-tech Start-up Companies. Gunter Festel (2013)
- [94] Concurso Regular FONDECYT, Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología <http://www.conicyt.cl/fondecyt/2016/04/01/concurso-regular-fondecyt-2017/>
- [95] Tercer concurso IDEA en dos etapas, Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología <http://www.conicyt.cl/fondef/2016/03/03/tercer-concurso-idea-en-dos-etapas/>
- [96] Prototipos de Innovación Empresarial, Corfo <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/prototipos-de-innovacion-empresarial>
- [97] I+D Aplicada en Empresas, Corfo, <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/id-aplicada-en-empresas>

[98] Discount Rates for Biotech Companies, News in Avance, Avance Corporate Finance in Life Science http://www.avance.ch/newsletter/docs/discount_1.pdf

ANEXOS



Anexo A: Diseño racional elaborado por el equipo de Proyecto PLA.

10. The method of claim 4, wherein the PHA synthase gene encodes the amino acid sequence of SEQ ID NO: 8 having mutations of a) S325T and Q481M; b) E130D and Q481K; c) S325T and Q481K; d) E130D and Q481M; e) E130D and Q481R; f) E130D, S325T and Q481M; g) E130D, S325T and Q481K; h) E130D, S477R and Q481K; i) E130D, S477R and Q481M; j) E130D, S477R and Q481R; k) E130D, S477H and Q481K;

l) E130D, S477H and Q481M; m) E130D, S477H and Q481R; n) E130D, S477F and Q481K; o) E130D, S477F and Q481M; p) E130D, S477F and Q481R; q) E130D, S477Y and Q481K; r) E130D, S477Y and Q481M; s) E130D, S477Y and Q481R; t) E130D, S325T, S477R and Q481M; u) E130D, S325T, S477R and Q481K; v) E130D, S325T, S477F and Q481M; w) E130D, S325T, S477G and Q481M; or x) E130D, S325T, S477F and Q483K.

Anexo B: Ejemplo de reclamo de novedad en secuencias genéticas, Fuente: Reivindicación 10 de patente código WO2008062995.

Actividad	Descripción	Precio
Redacción	Redacción en conjunto con los inventores del documento oficial	35 UF
Presentación PCT	Preparación y presentación de la solicitud y su posterior tramitación	18 UF
Solicitud de documento de prioridad	Solicitar y tramitar certificado de prioridad para solicitud internacional	3 UF
Publicación en el Diario Oficial	Revisión del extracto. Gestión y revisión de publicación en el Diario Oficial.	3 UF
Respuestas informes periciales y oposiciones	Aviso observación de informe pericial con opinión. Aviso de oposición por parte de terceros. Preparación y presentación de escritos.	50 UF
Escritos adicionales	Presentación tardía de documentos, solicitud de ampliación de plazo respuesta informes periciales, acreditación de pago de arancel pericial, otros.	3 UF
Redacción de documentos de cesión	Documento por medio del cual los inventores ceden la invención a una determinada institución	3 UF

*Anexo C: Cotización servicios abogados especializados. Empresa Mackenna Irarrazabal Cuchacovich & Paz.
Fuente: Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile.*

recht-patentservice@alpha-job.eu

Thank you very much for your e-mail of October 29, 2013.

As requested, we would like to inform you about the corresponding fees for entry your PCT-Applications into the national/regional phases.

First of all please note that **Netherlands, Spain, Denmark, Norway, Portugal and UK** are members of the European Patent Convention (EPC). Therefore, **one** European Patent Application will be preferred for filing. The corresponding costs are as follows:

Europe: Official Fees / Our fees

- Filing the application: 115/650 EUR
- Requesting the European Search: 175/100 EUR (since the International Search Authority is the Spanish Patent Office)
- Requesting the substantive examination: 1555/150 EUR
- Designating of EPC-members: 555/100 EUR

USA:

The total costs for preparing and filing a new patent application in the USA, incl. all search, filing and examination fees will amount to 1880 EUR.

Translation costs: 22 EUR/100 words

Russia:

- Official filing fee: 42 EUR
- Our fee: 450 EUR
- Official examination fee: 68 EUR
- Our fee: 160 EUR

- Translation costs: 15EUR/100 words – 5EUR/typing per page

Canada:

- Official filing fee: 186 EUR
- Our fee: 780 EUR
- Official examination fee: 368 EUR
- Our fee: 260 EUR

China:

- Official filing fee: 118 EUR
- Our fee: 780 EUR
- Official examination fee: 348 EUR
- Our fee: 260 EUR
- Translation costs: 22EUR/100 words

India:

- Official filing fee: 86 EUR
- Our fee: 480 EUR
- Official examination fee: 238 EUR
- Our fee: 160 EUR

Indonesia:

- Official filing fee: 78 EUR
- Our fee: 650 EUR
- Official examination fee: 280 EUR
- Our fee: 260 EUR
- Translation costs: 18EUR/100 words

South Africa:

- Official filing fee: 86 EUR
- Our fee: 1200 EUR

New Zealand:

- Official filing fee: 218 EUR
- Our fee: 850 EUR

Australia:

- Official filing fee: 338 EUR
- Our fee: 850 EUR
- Official examination fee: 456 EUR
- Our fee: 350 EUR

If you have any further questions, please let us know.

We look forward to hearing from you.

Very truly yours,

Yekaterina YAVKINA (Ms.)

(Eurasian and Russian Patent Attorney)

Anexo D: Cotización servicios de Fase Internacional a Eurasian and Russian Patent Attorney, Fuente: Unidad de patentes, Instituto Nacional de Propiedad Intelectual.

CASO BASE	PERIODO					
	2023	2024	2025	2026	2027	(2028-2042)
ITEM						
Mercado PLA (kilo toneladas / año)	362	386	411	437	466	496-1198
Capacidad instalada por los clientes (kilo toneladas / año)	5	10	20	25	30	32-77
Participación de mercado	1.4%	2.6%	4.9%	5.7%	6.4%	6.4%
Ingresos cliente por capacidad instalada (USD)	\$ 9,040,000	\$ 18,080,000	\$ 36,160,000	\$ 45,200,000	\$ 54,240,000	\$ 171,993,854
Ingresos totales por licenciamiento (1%)	\$ 90,400	\$ 180,800	\$ 361,600	\$ 452,000	\$ 542,400	\$ 1,719,939
Costos de venta y marketing	-\$ 7,232	-\$ 14,464	-\$ 28,928	-\$ 36,160	-\$ 43,392	-\$ 137,595
Arriendo infraestructur de laboratorio y oficinas	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 33,832
Materiales	-\$ 6,178	-\$ 6,178	-\$ 12,356	-\$ 12,356	-\$ 12,356	-\$ 31,069
Remuneración personal	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 139,840
Costos de investigación y desarrollo	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 194,872
Costo total Operativo	-\$ 159,979	-\$ 167,211	-\$ 187,853	-\$ 195,085	-\$ 202,317	-\$ 537,208
Utilidades operacionales	-\$ 69,579	\$ 13,589	\$ 173,747	\$ 256,915	\$ 340,083	\$ 1,182,731
Impuesto primera categoría	\$ 13,916	-\$ 2,718	-\$ 34,749	-\$ 51,383	-\$ 68,017	-\$ 236,546
Utilidad Final	-\$ 55,663	\$ 10,871	\$ 138,998	\$ 205,532	\$ 272,066	\$ 946,185
VPN	\$ 251,049					

Anexo E: Captura de pantalla sobre detalle del flujo de caja beneficios de la explotación de la tecnología (caso pesimista). Fuente: Elaboración Propia

CASO BASE	PERIODO					
	2023	2024	2025	2026	2027	(2028-2042)
ITEM						
Mercado PLA (kilo toneladas / año)	362	386	411	437	466	496-1198
Capacidad instalada por los clientes (kilo toneladas / año)	5	10	20	25	30	32-77
Participación de mercado	1.4%	2.6%	4.9%	5.7%	6.4%	6.4%
Ingresos cliente por capacidad instalada (USD)	\$ 10,400,000	\$ 20,800,000	\$ 41,600,000	\$ 52,000,000	\$ 62,400,000	\$ 197,869,036
Ingresos totales por licenciamiento (2.3%)	\$ 239,200	\$ 478,400	\$ 956,800	\$ 1,196,000	\$ 1,435,200	\$ 4,550,988
Costos de venta y marketing	-\$ 19,136	-\$ 38,272	-\$ 76,544	-\$ 95,680	-\$ 114,816	-\$ 364,079
Arriendo infraestructur de laboratorio y oficinas	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 33,832
Materiales	-\$ 6,178	-\$ 6,178	-\$ 12,356	-\$ 12,356	-\$ 12,356	-\$ 31,069
Remuneración personal	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 139,840
Costos de investigación y desarrollo	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 194,872
Costo total Operativo	-\$ 171,883	-\$ 191,019	-\$ 235,469	-\$ 254,605	-\$ 273,741	-\$ 763,692
Utilidades operacionales	\$ 67,317	\$ 287,381	\$ 721,331	\$ 941,395	\$ 1,161,459	\$ 3,787,296
Impuesto primera categoría	-\$ 13,463	-\$ 57,476	-\$ 144,266	-\$ 188,279	-\$ 232,292	-\$ 757,459
Utilidad Final	\$ 53,854	\$ 229,905	\$ 577,065	\$ 753,116	\$ 929,167	\$ 3,029,837
VPN	\$ 1,155,191					

Anexo F: Captura de pantalla sobre detalle del flujo de caja beneficios de la explotación de la tecnología (caso conservador). Fuente: Elaboración Propia.

CASO BASE	PERIODO					
	2023	2024	2025	2026	2027	(2028-2042)
ITEM						
Mercado PLA (kilo toneladas / año)	362	386	411	437	466	496-1198
Capacidad instalada por los clientes (kilo toneladas / año)	5	10	20	25	30	32-77
Participación de mercado	1.4%	2.6%	4.9%	5.7%	6.4%	6.4%
Ingresos cliente por capacidad instalada (USD)	\$ 11,720,000	\$ 23,440,000	\$ 46,880,000	\$ 58,600,000	\$ 70,320,000	\$ 222,983,183
Ingresos totales por licenciamiento (3.1%)	\$ 363,320	\$ 726,640	\$ 1,453,280	\$ 1,816,600	\$ 2,179,920	\$ 6,912,479
Costos de venta y marketing	-\$ 29,066	-\$ 58,131	-\$ 116,262	-\$ 145,328	-\$ 174,394	-\$ 552,998
Arriendo infraestructur de laboratorio y oficinas	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 13,455	-\$ 33,832
Materiales	-\$ 6,178	-\$ 6,178	-\$ 12,356	-\$ 12,356	-\$ 12,356	-\$ 31,069
Remuneración personal	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 55,614	-\$ 139,840
Costos de investigación y desarrollo	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 77,500	-\$ 194,872
Costo total Operativo	-\$ 181,813	-\$ 210,878	-\$ 275,187	-\$ 304,253	-\$ 333,319	-\$ 952,611
Utilidades operacionales	\$ 181,507	\$ 515,762	\$ 1,178,093	\$ 1,512,347	\$ 1,846,601	\$ 5,959,868
Impuesto primera categoría	-\$ 36,301	-\$ 103,152	-\$ 235,619	-\$ 302,469	-\$ 369,320	-\$ 1,191,974
Utilidad Final	\$ 145,206	\$ 412,609	\$ 942,474	\$ 1,209,878	\$ 1,477,281	\$ 4,767,894
VPN	\$ 1,909,373					

Anexo G: Captura de pantalla sobre detalle del flujo de caja beneficios de la explotación de la tecnología (caso conservador). Fuente: Elaboración Propia.



Customer Care: 800-328-2661 or 319-626-8400

Customer Care: custcare@idtdna.com

Technical Support: 800-328-2661 or 319-626-8400

Order Confirmation

Thank you for your order. The items you have ordered are listed below. Please print or save a copy for your records. If you have any questions, please contact Customer Service at 1-800-328-2661.

# 1 p_BAD		Qty: 1	\$152.19
Product	gBlocks® Gene Fragments 125-500 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 2 SegA		Qty: 1	\$152.19
Product	gBlocks® Gene Fragments 125-500 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 3 LuxI_1		Qty: 1	\$152.19
Product	gBlocks® Gene Fragments 125-500 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 4 LuxI_2		Qty: 1	\$152.19
Product	gBlocks® Gene Fragments 125-500 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 5 p_C		Qty: 1	\$152.19
Product	gBlocks® Gene Fragments 125-500 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	

25/6/2015

Integrated DNA Technologies - Order Confirmation

# 21 phaC_2		Qty: 1	\$221.00
Product	gBlocks® Gene Fragments 501-750 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 22 phaC_3		Qty: 1	\$221.00
Product	gBlocks® Gene Fragments 501-750 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 23 phasin_1		Qty: 1	\$221.00
Product	gBlocks® Gene Fragments 501-750 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
# 24 phasin_2		Qty: 1	\$221.00
Product	gBlocks® Gene Fragments 501-750 bp	Expected Ship Date	7/1/2015
Purification	N/A	Guaranteed Yield	
200 ngrams			
Subtotal			\$4,271.85 USD
S & H			\$0.00 USD
Tax			\$0.00 USD
Total			\$4,271.85 USD
Payment Type			PO
Purchase Order Number			1

Anexo H: Captura pantalla (páginas 1 y 4) de la Orden de compra a proveedor Integrated DNA Technologies año (2015).

SIGMA-ALDRICH™

Sigma - Aldrich Química Ltda.

Importar, Exportar, Comercializar, Representación y
Prestación de Servicios en Todo Tipo de Productos
Químicos, Equipos de Laboratorio y Materias Primas

Av. Nueva Providencia 1945, oficina 1309
Providencia - Santiago - Chile
Tel (56 - 2) 2495 - 7395, Fax (56-2) 2495 7396
e-mail cservice.chile@sigma.com
www.sigma-aldrich.com

R.U.T.: 76.048.163-7
GUIA DE
DESPACHO ELECTRONICA
N° 44403

S.I.I. - SANTIAGO CENTRO

12 de Junio de 2015

Señor(es) :	CTRO DE INGENIERIA BIOQUICA Y BIOTEC FAC DE CS	Giro :	
Dirección :	EXACTAS Y MATEMATICAS	Fono :	
RUT :	Plaza Ercilla 847	Forma Pago :	30 Days, Date of Invoice
Comuna :	60.910.000-1	Proyecto :	Dr. Alvaro Olivera (Openbio)
	RM - Santiago		
	Santiago		

Indicador de Traslado: Tipo: 9 (Otros Traslados)

N°	Cantidad	Material	Descripción	Precio	Recargos	Descuentos	Total \$
1	1.000	764612-5G	POLY(D,L-LACTIDE), AVERAGE MN 5,000, PDI	216.000	0	0	216.000

SON: Doscientos Cincuenta y Siete Mil Cuarenta PESOS

Observaciones:



SUBTOTAL	216.000
DESCUENTO	0
NETO	216.000
IVA 19.00%	41.040
TOTAL	257.040

SIGMA-ALDRICH™

Sigma - Aldrich Química Ltda.

Importar, Exportar, Comercializar, Representación y
Prestación de Servicios en Todo Tipo de Productos
Químicos, Equipos de Laboratorio y Materias Primas

Av. Nueva Providencia 1945, oficina 1309
Providencia - Santiago - Chile
Tel.(56 - 2) 2495 - 7395, Fax (56-2) 2495 7396
e-mail cservice-chile@sial.com
www.sigma-aldrich.com

R.U.T.: 76.048.163-7

GUIA DE
DESPACHO ELECTRONICA
N° 44285

S.I.I. - SANTIAGO CENTRO

10 de Junio de 2015

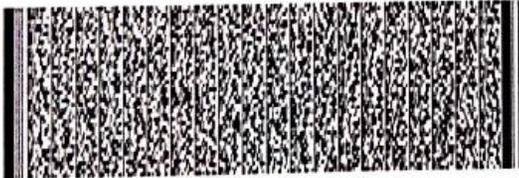
Señor(es) :	CTRO DE INGENIERIA BIOQCA Y BIOTEC FAC DE CS EXACTAS Y MATEMATICAS	Giro :	
Dirección :	Plaza Ercilla 847	Fono :	
RUT :	60.910.000-1	Forma Pago	30 Days, Date of Invoice
Ciudad :	RM - Santiago	Proyecto:	Dr. Alvaro Olivera (Openbio)
Comuna :	Santiago		

Indicador de Traslado: Tipo: 9 (Otros Traslados)

N°	Cantidad	Material	Descripción	Precio	Recargos	Descuentos	Total \$
1	1.000	A1593-25G	AMPICILLIN TRI-HYDRATE USP	178.000	0	0	178.000
2	1.000	N4505- 100MG	B-NAD REDUCED FORM DIPOTASSIUM	71.000	0	0	71.000
3	1.000	A2056-10MG	ACETYL COENZYME A (C2:0) SODIUM*PREPARED	178.000	0	0	178.000
4	1.000	L2000-250G	L(+)-LACTIC ACID HEMICALCIUM HYDRATE	29.000	0	0	29.000
5	1.000	P2256-25G	SODIUM PYRUVATE, REAGENTPLUS TM, >= 99%	46.000	0	0	46.000

SON: Quinientos Noventa y Siete Mil Trescientos Ochenta PESOS

Observaciones:



Timbre Electrónico SII
Res. 41 de 25-03-2004 Verifique Documento: www.sii.cl

SUBTOTAL	502.000
DESCUENTO	0
NETO	502.000
IVA 19.00%	95.380
TOTAL	607.380

Realizar depósitos en
Banco Santander Chile, Cta Cte Pesos N° 62653973
Favor de enviar, importe abonado, fecha y número de factura
a
cservice-chile@sial.com

NOMBRE:

R.U.T.:

FECHA:

FIRMA

RECINTO

El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19 983,
acredita que la entrega de mercaderías o servicio (s) prestado (s) ha (n) sido recibido (s)

SIGMA-ALDRICH™

Sigma - Aldrich Química Ltda.

Importar, Exportar, Comercializar, Representación y
Prestación de Servicios en Todo Tipo de Productos
Químicos, Equipos de Laboratorio y Materias Primas

Av. Nueva Providencia 1945, oficina 1309
Providencia - Santiago - Chile
Tel. (56 - 2) 2495 - 7395, Fax (56-2) 2495 7396
e-mail cservice-chile@sial.com
www.sigma-aldrich.com

R.U.T.: 76.048.163-7
GUIA DE
DESPACHO ELECTRONICA
N° 44377

S.I.I. - SANTIAGO CENTRO

11 de Junio de 2015

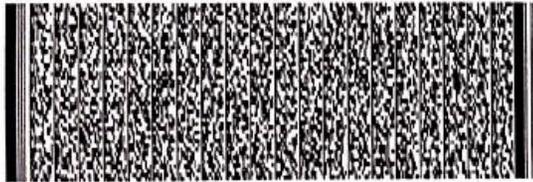
Señor(es) :	CTRO DE INGENIERIA BIOQCA Y BIOTEC FAC DE CS	Giro :	
Dirección :	EXACTAS Y MATEMATICAS	Fono :	
RUT :	Plaza Ercilla 847	Forma Pago :	30 Days, Date of Invoice
Ciudad :	60.910.000-1	Proyecto :	Dr. Alvaro Olivera (Openbio)
Comuna :	RM - Santiago		
	Santiago		

Indicador de Traslado: Tipo: 9 (Otros Traslados)

N°	Cantidad	Material	Descripción	Precio	Recargos	Descuentos	Total \$
1	1.000	L3522-1KGLB BROTH (MILLER), POWDER MICROBIAL GRO&		158.000	0	0	158.000
2	1.000	L2897-1KGLB BROTH WITH AGAR (LENNOX), POWDER MIC&		195.000	0	0	195.000

SON: Cuatrocientos Veinte Mil Setenta PESOS

Observaciones:



Timbre Electrónico SII
Res. 41 de 25-03-2004 Verifique Documento: www.sii.cl

SUBTOTAL	353.000
DESCUENTO	0
NETO	353.000
IVA 19.00%	67.070
TOTAL	420.070

Realizar depósitos en:
Banco Santander Chile, Cta Cte. Pesos N° 62653973
Favor de enviar, importe abonado, fecha y número de factura
a:
cservice-chile@sial.com

NOMBRE:	FECHA:	FIRMA:
R.U.T.:		RECINTO:

El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a lo dispuesto en la letra b) del Art. 4°, y la letra c) del Art. 5° de la Ley 19.983, acredita que la entrega de mercaderías o servicio (s) prestado (s) ha (n) sido recibido (s)

Anexo I: Captura a facturas electrónicas asociada a la compra de reactivos a proveedor Sigma-Aldrich.

Tabla 1: Flujo de caja de los costos de inversión	Año 0	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6	
Item	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Remuneración personal (Ph.D)	\$ 0	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200	\$ 10,200
Remuneración personal (titulado de pregrado)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400
Remuneración personal (en pregrado)	\$ 0	\$ 3,600	\$ 3,600	\$ 3,600	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Infraestructura de laboratorio y oficinas.	\$ 0	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500	\$ 4,500
Unidad Comercial	\$ 2,200	\$ 0	\$ 2,200	\$ 3,300	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 6,600	\$ 6,600	\$ 6,600	\$ 6,600
Material Genético	\$ 2,857	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 2,857	\$ 0	\$ 2,857	\$ 0	\$ 2,857	\$ 0	\$ 2,857	\$ 0	\$ 0
Reactivos	\$ 1,275	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,275	\$ 0	\$ 1,275	\$ 0	\$ 1,275	\$ 0	\$ 1,275	\$ 0	\$ 0
Servicio de caracterización del polímero	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,000	\$ 0	\$ 1,000	\$ 0	\$ 1,000	\$ 0	\$ 1,000	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Estrategia de propiedad intelectual	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 4,826	\$ 0	\$ 0	\$ 7,324
Viaje y viáticos hospedamiento del cliente	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 5,000
Total costos por semestre	\$ 6,332	\$ 18,300	\$ 20,500	\$ 22,600	\$ 27,832	\$ 24,700	\$ 27,832	\$ 24,700	\$ 27,832	\$ 36,126	\$ 49,832	\$ 45,700	\$ 48,024
Total acumulado	\$ 6,332	\$ 24,632	\$ 45,132	\$ 67,732	\$ 95,564	\$ 120,264	\$ 148,096	\$ 172,796	\$ 200,628	\$ 236,754	\$ 286,586	\$ 332,286	\$ 380,310

Tabla 2: Flujo de caja de los costos de inversión	Año 0	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6	
Item	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Remuneración personal (Ph.D)	\$ 0.00	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25	\$ 15.25
Remuneración personal (titulado de pregrado)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 10.76	\$ 10.76	\$ 10.76	\$ 10.76	\$ 10.76	\$ 10.76	\$ 10.76	\$ 21.53	\$ 21.53
Remuneración personal (en pregrado)	\$ 0.00	\$ 5.38	\$ 5.38	\$ 5.38	\$ 2.69	\$ 2.69	\$ 2.69	\$ 2.69	\$ 2.69	\$ 2.69	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Infraestructura de laboratorio y oficinas.	\$ 0.00	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73	\$ 6.73
Unidad Comercial	\$ 3.29	\$ 0.00	\$ 3.29	\$ 4.93	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 9.87	\$ 9.87	\$ 9.87	\$ 9.87
Material Genético	\$ 4.27	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 4.27	\$ 0.00	\$ 4.27	\$ 0.00	\$ 4.27	\$ 0.00	\$ 4.27	\$ 0.00	\$ 0.00
Reactivos	\$ 1.91	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1.91	\$ 0.00	\$ 1.91	\$ 0.00	\$ 1.91	\$ 0.00	\$ 1.91	\$ 0.00	\$ 0.00
Servicio de caracterización del polímero	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 1.49	\$ 0.00	\$ 1.49	\$ 0.00	\$ 1.49	\$ 0.00	\$ 1.49	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Estrategia de propiedad intelectual	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 7.21	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 10.95
Viaje y viáticos hospedamiento del cliente	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 14.95	\$ 14.95	\$ 7.47
Total costos por semestre	\$ 9.47	\$ 27.36	\$ 30.65	\$ 33.79	\$ 41.61	\$ 36.93	\$ 41.61	\$ 36.93	\$ 41.61	\$ 54.01	\$ 74.50	\$ 68.32	\$ 71.80
Total acumulado	\$ 9.47	\$ 36.82	\$ 67.47	\$ 101.26	\$ 142.87	\$ 179.79	\$ 221.40	\$ 258.33	\$ 299.94	\$ 353.95	\$ 428.44	\$ 496.76	\$ 568.56

Etapa	Color
1) Nuevo estado del arte	
2) Mejoramiento tecnologico	
3) Prototipo y pruebas a escala	

Anexo J: Flujo de caja costos de inversión hoja de ruta. Cifras de la tabla 1 en miles de CLP. Cifras de la tabla 2 en miles de USD Fuente: Elaboración propia.