

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Proyecto Start-Up: Ouroboros Biorrefinería**

**Kimberly Michelle Guajan Iza**

**Ingeniería en Biotecnología**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniera en Biotecnología

Quito, 21 de diciembre de 2020

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Proyecto Start-UP: Ouroboros Biorrefinería**

**Kimberly Michelle Guajan Iza**

**Nombre del profesor, Título académico**

**María José Pozo, MBS**

Quito, 21 de diciembre de 2020

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Natalia Verónica Andrade López  
Kimberly Michelle Guajan Iza

Código: 00104114  
00128272

Cédula de identidad: 1716581028  
1003286513

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2020

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

La producción, el mal manejo y la acumulación de desechos orgánicos en el Ecuador se ha convertido en un problema que sigue aumentando y es perjudicial para los gobiernos autónomos descentralizados del país. En la actualidad, se han desarrollado alternativas para el manejo apropiado de los residuos y su aprovechamiento en otras industrias. El objetivo del presente estudio fue establecer un plan de negocios factible y aplicable a la creación de una empresa emergente que utiliza innovación biotecnológica para la transformación de materia orgánica de residuos agrícolas y residuos agroindustriales en compuestos químicos de alto valor agregado. Ouroboros es una biorrefinería que permite la explotación de estos residuos subutilizados para la producción de ácido cítrico, ácido succínico y bioetanol, con miras a expandir su cartera de productos una vez establecida la empresa. A partir de un análisis económico, se determinó que se necesita de una inversión de \$2.8 millones de dólares, los cuales podrán ver un retorno de capital después de 3.3 años. Tomando como referencia estos resultados, se concluyó que la empresa si es factible y podría convertirse en una empresa unicornio a largo plazo.

**Palabras clave:** Biorrefinería, biomasa, biotecnología, bioproductos, residuos orgánicos, microorganismos, emprendimiento.

## ABSTRACT

The production, mismanagement and accumulation of organic waste in Ecuador has become a problem that continues to increase and is also harmful to the country's decentralized autonomous governments. Alternatives have now been developed for the proper management of waste and its use in other industries. The objective of this study was to establish a feasible business plan applicable to the creation of a start-up that uses biotechnological innovation for the transformation of organic matter from agricultural and agro-industrial waste into high value chemical compounds. Ouroboros is a biorefinery that allows the exploitation of these underutilized residues to produce citric acid, succinic acid, and bioethanol, with a view to expanding its product briefcase once the company is established. From an economic analysis, it was determined that a \$2.8 million investment is needed, which will see a capital return after 3.3 years. By referencing these results, it was concluded that the company is feasible and could become a unicorn long-term company.

**Key words:** Biorefinery, biomass, biotechnology, bioproducts, organic residues, microorganisms, entrepreneurship

**TABLA DE CONTENIDO**

1.	Introducción .....	11
2.	Misión .....	13
2.1.	Visión .....	13
2.2.	Objetivos .....	13
3.	Tecnología.....	14
3.1.	Descripción de la tecnología utilizada .....	14
3.2.	Propiedad Intelectual.....	15
3.2.1.	Marca de la compañía y productos.....	16
3.2.2.	Secreto comercial.....	16
4.	Estructura y organización .....	17
5.	Análisis de mercado.....	18
5.1.	Segmentos de Mercado .....	18
5.2.	Competencia.....	19
6.	Alianzas estratégicas .....	21
6.1.	Agricultores.....	21
6.2.	Industria de alimentos .....	21
7.	Plan operativo .....	22
7.1.	Cadena de suministro .....	22
7.1.1.	Materia Prima.....	22
7.1.2.	Producción.....	22
7.1.3.	Envasado, empaquetado y almacenamiento .....	23

7.1.4.	Venta y distribución .....	23
8.	Plan financiero .....	24
9.	Conclusiones .....	25
10.	Tablas .....	26
11.	Figuras.....	28
12.	Referencias.....	30
13.	ANEXO A: Logo de la empresa .....	33
14.	ANEXO B: Presentación final de los productos.....	34



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de inversión, tomando en cuenta inversión única, costos fijos y costos variables .....	26
Tabla 2. Proyección de producción e ingresos del primer año de funcionamiento de la planta de biorrefinería.....	27
Tabla 3. Periodo de recuperación del capital financiado por los inversionistas. El porcentaje de capital de los inversionistas es de 40% .....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura organizacional Ouroboros .....	28
Figura 2: Diagrama de flujo.....	28
Figura 3: Diagrama de la cadena de suministro de Ouroboros.. ..	29

## 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2018 se reportó un total de 12.739 toneladas diarias de residuos sólidos recolectados por los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales. De esta cantidad, el 56,2% es de carácter orgánico (INEC, 2020b). En una publicación realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2016) sobre la gestión de residuos sólidos en el Ecuador, se define a los residuos como:

sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional o internacional aplicable y es susceptible de aprovechamiento o valorización (p. 9).

Esto significa que al menos seis mil de las toneladas diarias reportadas podrían ser redirigidas a procesos de aprovechamiento.

El Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) reportó que del 2016 al 2018 la producción de residuos sólidos per cápita aumento de 0.58 kg a 0.86 kg diarios respectivamente en todo el territorio nacional. La disposición final de estos residuos se realiza en botaderos, rellenos sanitarios y celdas emergentes, dependiendo del plan provisto por cada GAD municipal, con la mayor parte de estos residuos (44,9%) dispuestos en rellenos sanitarios (INEC, 2020b). Este aumento ha sido perjudicial en ciudades grandes como Quito, donde actualmente existe una crisis debido a la falta de espacio en los rellenos sanitarios existentes. En junio del 2020, el relleno sanitario El Inga, de uso para el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), se declaró en emergencia debido a la falta de tratamiento de lixiviados desde finales del 2019, producto de la descomposición de basura, adicional a la falta de capacidad para la disposición de desechos (Vásquez, 2020).

Adicionalmente, la industria agrícola del Ecuador tiene un total de 5,11 millones de hectáreas dedicadas al cultivo (INEC, 2020a). Estos suelos emiten un promedio de 160 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año y un 28% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) del país (Calderón et.al, 2017).

De acuerdo con Calderón y colaboradores (2017), los problemas ambientales causados por la descomposición y la quema de los residuos orgánicos acumulados en el sector agrícola pueden ser mitigados a partir de tres alternativas: la reducción del uso de fertilizantes nitrogenados, la implementación de sistemas de aumento de carbono en el suelo y el uso de residuos como fuente de energía (Calderón et.al, 2017). Por otro lado, Orejuela ha propuesto a la biorrefinería como una opción integral que reemplaza el uso de hidrocarburos de origen fósil como materia prima por residuos de origen vegetal para la generación de productos, una alternativa que fomenta un desarrollo sustentable (Orejuela, 2018).

Ouroboros Biorrefinería surge como una empresa emergente de biotecnología que brinda una respuesta a la actual crisis de residuos orgánicos, donde se pretende utilizarlos como materia prima para su transformación en una serie de productos altamente ofertados, comercializados, pero no producidos en el mercado nacional.

## **2. MISIÓN**

La misión de Ouroboros es liderar en la optimización de residuos orgánicos mediante el desarrollo de bioproductos accesibles de alto valor agregado, utilizando prácticas biotecnológicas innovadoras y seguras para contribuir con la reducción de la generación de residuos orgánicos y así, abrir camino a la economía circular como una alternativa funcional para el ambiente, agricultores e industrias transformadoras.

### **2.1. Visión**

Ser un faro nacional e internacional de desarrollo e innovación de procesos biotecnológicos orientados a la reducción y aprovechamiento de biorresiduos.

### **2.2. Objetivos**

Se pretende realizar estudios previos para determinar la factibilidad de la construcción de una planta de biorrefinería comprometida con la manufactura de productos de alto valor agregado, como bioetanol, ácido cítrico y ácido succínico utilizando biorresiduos como materia prima.

Además, se desea establecer un plan de negocios para la creación de una empresa emergente de biotecnología relacionada a la producción y comercialización de insumos químicos en el mercado nacional.

### 3. TECNOLOGÍA

#### 3.1. Descripción de la tecnología utilizada

Una biorrefinería o planta industrial permite la transformación de la biomasa en diferentes productos de alto valor agregado como enzimas, biocombustibles, nanopartículas y otros compuestos bioactivos. Se denomina biomasa a cualquier residuo de origen vegetal generado a partir de actividades agroindustriales (Sadh et.al, 2018). Mediante la aplicación de distintos procesos químicos, físicos y biotecnológicos se puede aprovechar esta biomasa y generar un proceso de manufactura mucho más rentable en el tiempo a través de una economía circular, en donde los desechos de una industria se transforman en la materia prima de otra (Hernández, 2019).

La biorrefinería tiene como base un proceso de fermentación en estado sólido, en el cual los microorganismos crecen un sustrato sólido en ausencia o casi ausencia de agua libre (Sadh et.al, 2018). Este proceso se caracteriza por ser una técnica sustentable que usa una baja cantidad de agua para transformar residuos agroindustriales de origen vegetal en productos de alto valor agregado (Verduzco y Gutierrez, 2020). La baja cantidad de agua tiene ventajas sobre otros tipos de fermentación, como la fácil recuperación del producto, el bajo costo del proceso de producción y la reducción, tanto en el tamaño del biorreactor, como en el número de procesamientos posteriores y los requisitos de energía del sistema (Sadh et.al, 2018).

Para este tipo de fermentación se utilizan hongos lignocelulolíticos y bacterias fermentadoras, capaces de producir varias enzimas de importancia en el proceso (Verduzco y Gutierrez, 2020). Debido a la composición de las paredes celulares de la materia vegetal, se necesitan algunos tipos de enzimas que permitan degradar esta materia para obtener fuentes accesibles de alimento. El primer ataque enzimático proviene de enzimas lignolíticas como la lignina peroxidasa, la manganeso peroxidasa y la lacasa, que permiten la degradación inicial de la lignina. En el segundo ataque se procede con la degradación de la celulosa, por medio de

enzimas como las  $\beta$ -glucosidasas, las endogluconasas y las celobiohidrolasas. Todas estas hidrolizan el enlace  $\beta$ -1,4 de la celulosa para liberar moléculas de glucosa (Verduzco y Gutierrez, 2020). Existen algunos microorganismos que son capaces de producir estas enzimas y que serán utilizados como un consorcio para una mayor eficiencia en el proceso.

La composición del consorcio microbiano depende del sustrato sólido, por lo cual es importante tener en cuenta que, a largo plazo, se contará con varios biorreactores donde varíen los sustratos sólidos, dependiendo del tipo de residuos que utilicemos como materia prima. En un comienzo se utilizará los residuos originados del cultivo y procesamiento de la papa (*Solanum tuberosum*), el trigo (*Triticum aestivum*) y el maíz (*Zea mays*), obtenidos de la cadena productiva de la Sierra Ecuatoriana, por lo cual el consorcio microbiano utilizado en este sistema está compuesto por *Xanthomonas campestris* MTCC14, *Bacillus licheniformis* MTCC 1483 y *Aspergillus niger*. Este consorcio se obtuvo a partir de una serie de estudios de fermentación en estado sólido, reportadas por Sadh et.al (2018). Otros consorcios serán estudiados dentro del laboratorio de Investigación y Desarrollo de la empresa.

Los productos de esta fermentación después serán refinados para producir, en un principio, ácido succínico, ácido cítrico y bioetanol, que son productos con alta demanda en el mercado. Esta tecnología tiene potencial para la producción de otros compuestos y, por ende, Ouroboros tiene la capacidad de extender su nicho de mercado una vez establecida la planta.

### **3.2.Propiedad Intelectual**

De acuerdo con la legislación nacional del Ecuador y, bajo lo establecido en el Art. 1, esta empresa estará protegida bajo la Ley de Propiedad Intelectual (SICE, 2020) mediante dos formas.

### **3.2.1. Marca de la compañía y productos**

Nuestra empresa emergente tiene como nombre Ouroboros biorrefinería y su logo puede ser encontrado en el anexo A, al final del documento. Para poder registrar la marca, se seguirán los pasos proporcionados por el SENADI. Esto consiste en la realización de una búsqueda fonética en línea para la identificación de posibles marcas similares o idénticas que puedan haber sido ingresadas previamente. Una vez comprobado que no se tiene registro previo alguno de la marca, se asignara un titular de marca de la empresa, se realizará el ingreso de solicitud en línea y respectivos pagos para el registro de marca; la misma que tendrá una vigencia de 10 años aproximadamente y, cuando corresponda, será renovada seis meses antes de su fecha de vencimiento (SENADI, s.f).

### **3.2.2. Secreto comercial.**

Para nosotros es importante proteger la información relacionada a la tecnología a utilizarse puesto que básicamente corresponde a una de las fortalezas en cuanto al valor agregado de nuestra empresa. La información acerca de la composición del consorcio de microorganismos utilizado en el proceso de fermentación en estado sólido, así como otros consorcios y cepas obtenidas dentro de nuestra planta serán protegidos como secreto comercial ya que, conforme al IEPI (s.f), no es posible protegerla de otra forma. Esta información brindará competitividad frente a otros sectores comercializadores de químicos, y posibles competidores en un futuro, por lo que será manejada de forma reservada entre un comité de técnicos designado por la empresa, así como también el uso de contratos de confidencialidad o acuerdos de no divulgación entre el personal técnico.



#### **4. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN**

La empresa se regirá bajo una estructura horizontal. De acuerdo con Williams (2017), este tipo de organización facilita el proceso de innovación; lo cual representa un punto muy importante, puesto que creemos que la innovación es un pilar clave para el desarrollo y crecimiento de la empresa. Esto puede ser aplicado de forma exitosa solamente si los distintos equipos de trabajo colaboran sin la intervención de barreras jerárquicas, como se puede observar en la Figura 1. Por ejemplo, los objetivos del equipo de investigación y desarrollo deben guiarse mediante los estudios de oferta y demanda de mercado realizados por el equipo de marketing y ventas, los cuales también deben trabajar conjuntamente al equipo financiero y, así mismo, la implementación de procesos debe acomodarse a la capacidad de producción que establece el equipo de operaciones. De esta forma, se pretende reducir la burocracia dentro de la empresa y fomentar la comunicación entre áreas para así tomar las mejores decisiones. Adicionalmente, mediante esta estructura organizacional cada miembro de la empresa desarrollará responsabilidad y capacidad de acción, en otras palabras, esto le permite involucrarse más en el trabajo, ser más proactivo y productivo hacia un objetivo en común para la empresa.

La organización de la empresa se manejará bajo la modalidad de codirección. Las áreas de Marketing, Ventas y RR. HH serán dirigidas por la gerente de operaciones personales (Kimberly Guajan) mientras que las áreas de operaciones y finanzas se manejarán bajo la dirección de la gerente de operaciones industriales (Natalia Andrade).

## 5. ANÁLISIS DE MERCADO

### 5.1. Segmentos de Mercado

El ácido cítrico es un compuesto orgánico que tiene aplicaciones de amplio espectro en diferentes industrias (Ciriminna et.al., 2017). Dentro de la industria de alimentos y bebidas se utiliza como aditivo, principalmente en la producción de quesos, chocolates, jugos de fruta, productos congelados, jaleas, bebidas carbonatadas, enlatados, y otros (Agrolab, 2018). En el 2015 se realizó un estudio de mercado donde se entrevistó a 185 empresas que comprendieron a compañías de alimentos y bebidas, de productos químicos y de productos agrícolas (Gaibor, 2015). El estudio reveló que la demanda de ácido cítrico en el Ecuador es muy alta, donde un 52% de las empresas encuestadas mensualmente utilizan entre 1500 y 2000 kilogramos de producto. Además, el 97% de los encuestados importó este producto al país para poderlo utilizar. Adicionalmente, Zion Market Research (2019) pronostica que la demanda de este producto se proyectará a 3.83 mil millones en el año 2025 a nivel mundial. Esto nos permite establecer que la demanda de este producto en el mercado ecuatoriano es alta, así como el volumen de ventas esperado. Además, se puede observar una necesidad de tener una empresa nacional que provea este producto.

El ácido succínico es una molécula base importante, utilizada como intermediario en la industria para la producción de productos de consumo diario, farmacéuticos y adhesivos, con un mercado superior a 7.2 mil millones, una cifra calculada hasta el 2017 (Saxena et.al., 2017). No se han hecho estudios previos de mercado, pero se esperaría resultados similares a los de demanda y venta de ácido cítrico, debido a la falta de manufactura nacional.

Finalmente, el bioetanol se considera una fuente confiable de energía renovable que está empezando a surgir como una opción para sustituir el uso de combustibles fósiles. De acuerdo con el estudio de Yamamoto (2017), su demanda está aumentando constantemente, con un total de 96 millones de metros cúbicos producidos en el 2015. En Ecuador, el bioetanol

es de mucho interés, ya que EP Petroecuador lo utiliza para la producción de la gasolina Eco País, la cual tiene un contenido de 5% de etanol y 95% gasolina mezclada. Esta gasolina es comercializada en provincias específicas y en el 2018 se reportó una participación del 45% en el mercado de combustibles (Pacheco, 2019a).

Teniendo esto en cuenta, nos enfocaremos en tres industrias como segmento de mercado: la industria de alimentos y bebidas, como Pronaca, La Fabril y Arca Continental; la industria química, como Resiquim S.A.; y la industria de combustibles, a empresas como Producargo, Soderal y Codana, que forman parte de la Asociación de Biocombustibles del Ecuador.

## **5.2.Competencia**

En el Ecuador, actualmente el servicio de aprovechamiento de residuos agrícolas no presenta competencia, ya que es inexistente. Los residuos agroindustriales se desechan a los botaderos municipales. El procesamiento correcto de estos residuos por parte de nuestra empresa implica un respiro para los botaderos, así como el desarrollo de una conciencia ecológica por parte de la industria agrícola.

En cuanto a los productos de alto valor agregado, éstos son principalmente de carácter de importación. Productores químicos como QuimPac Ecuador o FREIRE MEJIA Cía. Ltda. serían nuestros mayores competidores en cuanto a la oferta de ácido cítrico, mientras que el ácido succínico no se produce en el país y debe ser importado (Quimpac, 2020; Freiremejia, 2020). Al hacer un análisis de los precios de la competencia, se encontró que no existe un valor estandarizado para la venta de los productos. Sin embargo, Alibaba (2020), reporta un valor promedio por kilo de aproximadamente \$5.00, mientras que Ouroboros estará ofreciendo el kilo de producto a \$4,00. De igual manera, se encontró que un kilo de ácido succínico se vende a \$6,00 en Colombia, \$24,00 en Argentina y en portales como Alibaba (2020) se encuentra en

rangos de \$10 a \$100 dólares por kilo. Ouroboros ofrecerá este producto a \$6,00. Finalmente, para el caso del bioetanol, el Gobierno ecuatoriano paga a las destilerías y cañicultores \$0,83 por litro, mientras que en el exterior se obtiene la misma cantidad entre \$0,65 y \$0,70. Este precio es específico para la elaboración de gasolina EcoPais (Pacheco, 2019a). Para otras aplicaciones, se vende el producto en presentaciones más pequeñas, con un valor promedio de \$2,60 por litro (MercadoLibre, 2020). Nuestro producto se ofertará a \$1,50 para volúmenes bajos.

En este caso, nuestra empresa contribuye a ofertar productos de alto valor agregado a precios mucho más bajos, debido a que no se cobran tasas de importación. Así mismo, se colabora con el PIB ya que el producto es 100% nacional. En la producción de bioetanol se tiene más competencia, sobre todo de la asociación de cañicultores del país, que utilizan el bagazo de caña como principal materia prima (Pacheco, 2019b).

La principal ventaja es la producción 100 % nacional. Ouroboros, a comparación de otras empresas o comercializadoras, provee al mercado ecuatoriano químicos producidos en el país y obtenidos a partir de desechos agrícolas de una forma más sustentable con el ambiente. Además, los precios ofertados de los productos serían más bajos versus aquellos de carácter de importación que incluyen una serie de trámites, gastos de almacenaje, carga, descarga, transportación de mercancía, regulación, restricciones, entre otros (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, 2020). Finalmente, nuestro proyecto permite mantener la soberanía alimentaria del país, ya que no se desvían alimentos a la producción de compuestos y no se utiliza terreno de la producción de alimentos.

## **6. ALIANZAS ESTRATÉGICAS**

Se plantea compartir un beneficio mutuo entre la empresa y clientes a través de la formación de alianzas estratégicas con agricultores, la industria de alimentos y más adelante, con entidades públicas como GAD municipales y el Ministerio del Ambiente.

### **6.1. Agricultores**

Esta alianza básicamente se relaciona con el servicio de manejo de desechos agrícolas (tallos, hojas, restos de plantas) por parte de nuestra empresa. A cambio, Ouroboros está recibiendo materia prima gratis. Este tipo de alianza es de carácter informal, puesto que, bajo esta situación, cada agricultor se reserva el derecho de otorgar su material vegetal y la cantidad que puede proveer del mismo. Además, esta alianza es de plazo indefinido debido a que la empresa necesita materia prima constantemente y el agricultor necesita deshacerse de sus desechos agrícolas de igual manera. La ventaja competitiva que esta alianza nos otorga es la obtención de materia prima gratis.

### **6.2. Industria de alimentos**

Se planifica hacer alianzas con empresas dentro de la industria alimenticia que producen desechos de origen vegetal debido a sus actividades de producción. Se propone la implementación de descuentos en la adquisición de nuestros productos, debido a que resultan de gran utilidad en esta industria, a cambio de los desechos orgánicos producidos durante el procesamiento. Adicionalmente, se plantea concretar la entrega de un certificado para la empresa sobre reducción de huella de carbono / tratamiento sustentable de desechos. Esta alianza debe ser bajo contrato formal de carácter indefinido. Las empresas determinadas por ahora son Nestlé, Moderna, Pacari, La Fabril. La ventaja competitiva que esta alianza otorga es la obtención de materia prima gratis.

## 7. PLAN OPERATIVO

### 7.1. Cadena de suministro

La cadena de suministro puede ser visualizada en la Figura 2.

#### 7.1.1. Materia Prima

La cadena de suministro inicia con la obtención de la materia prima. Esta consiste en la biomasa obtenida de los residuos orgánicos, los reactivos necesarios tanto para el proceso de fermentación en estado sólido como para los procesos de refinamiento y los microorganismos utilizados en el consorcio microbiano.

Los residuos orgánicos provendrán de la industria agrícola y la industria de manufactura de alimentos. Por el momento se receptorá sólo residuos de papa, trigo y maíz, pero se espera poder ampliar el tipo de sustrato una vez que hayamos establecido los protocolos para los primeros tres; los reactivos serán obtenidos por medio de proveedores especializados, por ejemplo: Gustavo Venegas Representaciones (Venegas Representaciones, s.f). Finalmente, los microorganismos se obtendrán a partir muestras de suelo y cultivos vegetales. Además, en un futuro se proyecta hacer estudios de suelo para determinar los microorganismos que actualmente se encuentran en los suelos de los rellenos sanitarios, esperando encontrar cepas y consorcios de utilidad.

#### 7.1.2. Producción

En la Figura 2 se puede observar el diagrama de flujo del proceso de obtención de compuestos que utilizará Ouroboros. Para la producción del ácido cítrico, ácido succínico y el bioetanol se inicia con el pretratamiento del sustrato, que consta de la fragmentación del material vegetal por procesos físicos. Una vez realizado este proceso, la biomasa pasa por un proceso de hidrólisis de moléculas poliméricas, con el propósito de eliminar la mayor cantidad de agua y proveer a los microorganismos de moléculas fáciles de utilizar. Este sustrato sólido

se utiliza para la fase de fermentación en sustrato sólido, donde se obtienen compuestos fenólicos y precursores de compuestos de alto valor agregado. Finalmente, se pasa por un proceso de separación, donde se purifican y cuantifican los productos finales.

### **7.1.3. Envasado, empaquetado y almacenamiento**

En el caso de los ácidos, se obtendrán productos secos, por lo cual se utilizarán sacos de papel para su empaque y almacenamiento. El bioetanol se envasará en tanques o botellas, dependiendo del volumen del producto. Estos empaques se obtendrán de proveedores especializados. La presentación final de nuestros productos se puede ver en el Anexo B.

El almacenamiento se hará dentro de la planta de procesamiento, en un galpón específicamente construido para almacenar grandes volúmenes de producto hasta su distribución. El galpón contará con las respectivas medidas de seguridad para asegurar el manejo seguro de los productos.

### **7.1.4. Venta y distribución**

Los productos se comercializarán por medio de estrategias de marketing y contacto directo con asociaciones de agricultores, empresas de alimentos y bebidas y la asociación de biocombustibles del Ecuador.

La distribución de los productos se hará de forma directa por transporte terrestre y a futuro se considerará su distribución mediante puntos de venta o distribuidores autorizados.

En ocasiones, nuestros clientes también pueden convertirse en los proveedores de materia prima. Por ejemplo, empresas de alimentos y bebidas como Moderna, que consumen ácido cítrico y ácido succínico, producen residuos orgánicos derivados del trigo, que pueden ser aprovechados como materia prima dentro de la biorrefinería.

## 8. PLAN FINANCIERO

Se realizó un análisis de costos para determinar el valor total de la inversión necesaria para poner en marcha el proyecto. En la tabla 1 se puede observar el desglose de los costos. Para calcular el valor de la inversión total se tomó en cuenta el valor de la inversión única (o activos fijos), 18 meses de salarios y los respectivos derechos de ley, 3 meses de costos de variables y los costos fijos de entrada.

La inversión total requerida para levantar el proyecto es de \$2'792.190 dólares. Este fue financiado de la siguiente manera: 60% de la inversión fue financiado por las dos cofundadoras, dejando un 40% para financiamiento externo. A partir de la colaboración con la aceleradora IMPAQTO Lab y un acuerdo con Municipio Metropolitano de Quito, se obtuvo el 37,13% de la inversión restante. Finalmente, \$80.000 se obtuvieron a través de un concurso de emprendimientos. Utilizando de referencia que la industria de biorrefinerías está valorada en 46 billones de dólares (MarketWatch, 2020), se decidió valorar a Ouroboros en 5 millones, debido a su alto potencial de crecimiento, tanto en los segmentos de mercado a los que se puede acceder, como en el catálogo de productos que se pueden elaborar a futuro.

Los ingresos proyectados para el primer año se calcularon tomando en cuenta un rendimiento inicial de la planta del 40%, con una producción total de 612.000 kg de producto. Dentro del catálogo de productos se ofrecerán las presentaciones detalladas en la Tabla 2. También se puede ver un modelo de las presentaciones de venta al público en el Anexo B.

Al calcular el punto de equilibrio, se obtuvo que para que la empresa empiece a recibir ganancias debe obtener \$69.501,34 en ventas, lo que es igual a alrededor de 19.000 kilogramos de producto.

El retorno del capital invertido se logrará en 3,26 años. El pago a los inversionistas se iniciará a partir del segundo año de operaciones, como puede observarse en la Tabla 3.



## 9. CONCLUSIONES

Mediante lo expuesto anteriormente, la elaboración del plan de negocios de nuestra empresa emergente sin duda funciona como una guía factible para la creación de una planta de biorrefinería con proyección a escala industrial como lo es Ouroboros. Durante el desarrollo del proyecto se determinó la existencia de una problemática a nivel nacional en cuanto a la industria agrícola, acumulación y desperdicio de sus residuos orgánicos. Es así como se pensó en una solución innovadora biotecnológica orientada al aprovechamiento de dichos residuos. En este contexto, si fue posible desarrollar los puntos más importantes en cuanto a tecnología potencial, propiedad intelectual, análisis de mercado, alianzas estratégicas, plan operativo y plan financiero; los cuales, a su vez, resultaron ser pilares fundamentales para una adecuada estructura y éxito de una empresa emergente.

A pesar de que la creación de una biorrefinería es relativamente costosa y requiere de una suma elevada de inversión, la tasa de retorno para posibles inversores, así como también el impacto social y ambiental que representa su puesta en marcha en el país, convierten a la empresa en un proyecto totalmente rentable y con proyección a futuro.

## 10. TABLAS

**Tabla 1.** Análisis de inversión tomando en cuenta inversión única, costos fijos y variables.

<b>Inversión única</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Costo</b>
Planta de producción	\$ 1.800.000,00
Planta de envasado/ empaquetado	\$ 150.000,00
Construcción galpón/bodega	\$ 400.000,00
Muebles Oficina/estructura	\$ 60.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 2.410.000,00</b>

<b>Costos fijos (mensual)</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Costo</b>
Personal	\$ 14.449,50
Mantenimiento de Equipos	\$ 3.600,00
Seguro de Equipos	\$ 14.400,00
Seguridad Planta	\$ 10.800,00
Servicios Básicos	\$ 3.600,00
Publicidad	\$ 12.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 58.849,50</b>

<b>Costos Variables</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Costo</b>
Impuesto a la renta	\$ 300,00
Materiales oficinas	\$ 400,00
Materia prima	\$ 2.000,00
Insumos	\$ 1.500,00
Transporte	\$ 300,00
Empaquetado	\$ 900,00
Cursos-capacitaciones personal	\$ 2.000,00
Plataforma ventas	\$ 200,00
Servicios legales	\$ 6.000,00
<b>Total</b>	<b>\$ 13.600,00</b>
<b>Inversión</b>	<b>\$ 2.792.190,00</b>

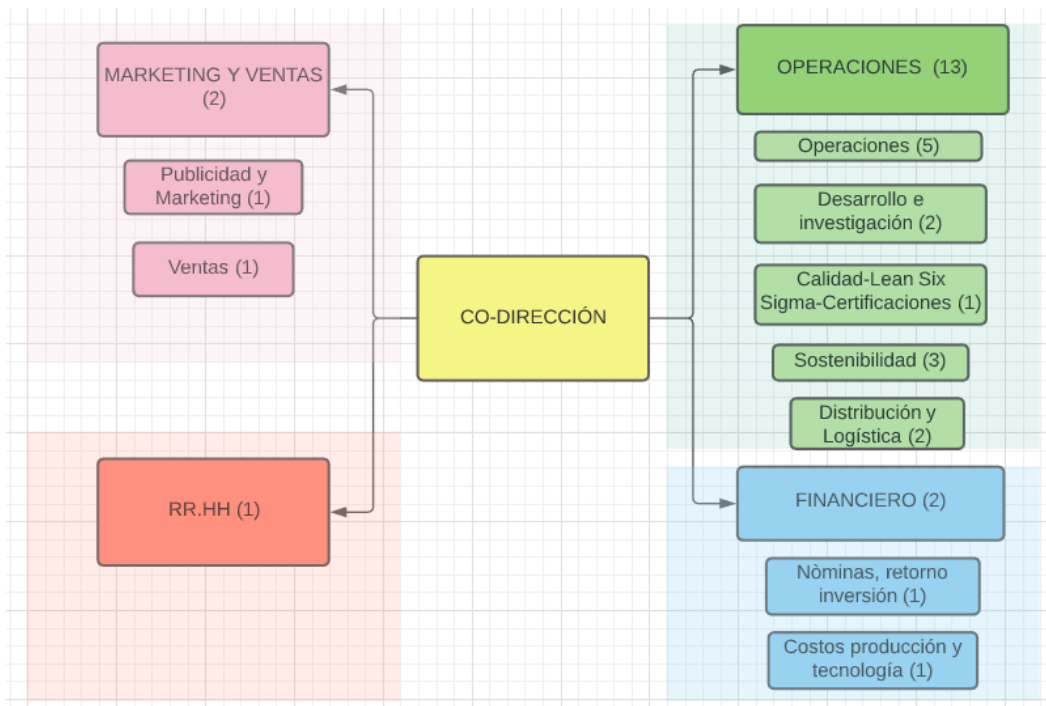
**Tabla 2.** Proyección de producción e ingresos del primer año de funcionamiento de la planta de biorrefinería.

Producto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
<b>Bioetanol (96%)</b>	1 L	6.000	\$ 1,50	\$ 9.000,00
	4 L	6.000	\$ 5,00	\$ 30.000,00
	20 L	6.000	\$ 16,00	\$ 96.000,00
<b>Ácido succínico (96%)</b>	250 gr	6.000	\$ 10,00	\$ 60.000,00
	1 kg	6.000	\$ 6,00	\$ 36.000,00
	25 kg	6.000	\$ 150,00	\$ 900.000,00
<b>Ácido cítrico</b>	1 kg	6.000	\$ 4,00	\$ 24.000,00
	25 kg	6.000	\$ 50,00	\$ 300.000,00
<b>Total</b>		<b>48.000</b>		<b>\$ 1.455.000,00</b>

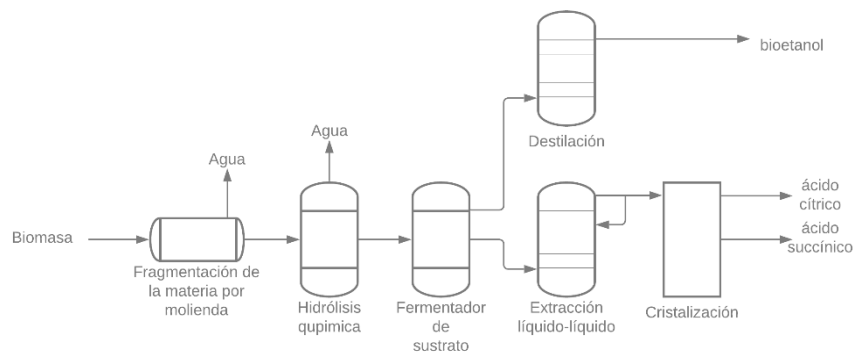
**Tabla 3.** Periodo de recuperación del capital financiado por inversionistas. El porcentaje de capital total en poder de los inversionistas es 40%.

Inversión	\$ 2.792.190,00		Porcentaje de capital		
				40%	
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	\$ 1.455.000,00	\$ 1.673.250,00	\$ 1.924.237,50	\$ 2.212.873,13	\$ 2.544.804,09
Costos Variables	\$ 13.600,00	\$ 15.640,00	\$ 17.986,00	\$ 20.683,90	\$ 23.786,49
Costos fijos	\$ 58.849,50	\$ 58.849,50	\$ 58.849,50	\$ 58.849,50	\$ 58.849,50
Rentabilidad	\$ 1.382.550,50	\$ 1.598.760,50	\$ 1.847.402,00	\$ 2.133.339,73	\$ 2.462.168,11
<b>Pago a inversionistas</b>	-	\$ 639.504,20	\$ 738.960,80	\$ 853.335,89	\$ 984.867,24

## 11. FIGURAS



*Figura 1: Estructura organizacional Ouroboros. Se muestran las 4 principales áreas de trabajo de la empresa: Marketing y Ventas, Recursos humanos, Operaciones y Financiero. Se muestra también (entre paréntesis) el número de empleados por área, donde se tiene un valor aproximado de 20 empleados en total. Obtenido en LucidChart. Elaboración propia*



*Figura 2: Diagrama de flujo. Se muestra el proceso de producción de Ouroboros para la elaboración de ácido cítrico, ácido succínico y bioetanol a partir de biomasa obtenida de residuos orgánicos. Fuente: (Li, et. al., 2016; Cheng, et. al., 2012). Obtenido en LucidChart. Elaboración propia*



*Figura 3: Diagrama de la cadena de suministro de Ouroboros. Obtenido en Canva. Elaboración propia.*

## 12. REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (2020). *Autorización para importar / exportar medicamentos que contengan sustancias catalogadas sujetas a fiscalización*. Obtenido el 03 de noviembre 2020 de <https://www.controlsanitario.gob.ec/autorizacion-para-importar-exportar-medicamentos-que-contengan-sustancias-catalogadas-sujetas-a-fiscalizacion/#>
- Agrolab (2018, January 12). *Acidulantes fundamentales en la industria alimentaria*. Agrolab Group. Obtenido el 07 de diciembre 2020 de <https://www.agrolab.com/es/actualidades/1390-acidulantes-fundamentales-en-la-industria-alimentaria.html>
- Alibaba (2020). Obtenido el 21 de septiembre 2020 de <https://spanish.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=products&CatId=&SearchText=precio+de+%C3%A1cido+citrico&selectedTab=products&viewType=GALLERY>
- Calderón, L., Andrade, F., Lizarzaburu, L., & Masache, M. (2017). *Valoración económica de los cobeneficios del aprovechamiento energético de los residuos agrícolas en el Ecuador*. CEPAL.
- Cheng, K.-K., Zhao, X.-B., Zeng, J., Wu, R.-C., Xu, Y.-Z., Liu, D.-H., & Zhang, J.-A. (2012). Downstream processing of biotechnological produced succinic acid. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 95(4), 841–850.
- Ciriminna, R., Meneguzzo, F., Delisi, R., & Pagliaro, M. (2017). Citric acid: emerging applications of key biotechnology industrial product. *Chemistry Central Journal*, 11, 22.
- CNC (2019). *Informe sobre mapeo de actores generadores de información a nivel territorial e identificación de fuentes de información de la competencia de desechos sólidos* (1ra edición). Consejo Nacional de Competencias (CNC). Obtenido el 19 de noviembre 2020 de <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2019/07/Manejo-desechos-solidos.pdf>
- Los Derechos de Autor (Propiedad Intelectual) en relación a la Ley Orgánica de Comunicación y a la Ley Orgánica de Control de Poder del Mercado*. (s.f). Obtenido el 28 de septiembre 2020 de [https://www.derechosintelectuales.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/7\\_estudio\\_derechos\\_de\\_autor\\_frente\\_la\\_ley\\_org\\_comunicaci%C3%83%C2%B3n\\_y\\_la\\_lorcpm.pdf](https://www.derechosintelectuales.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/7_estudio_derechos_de_autor_frente_la_ley_org_comunicaci%C3%83%C2%B3n_y_la_lorcpm.pdf)
- Freiremejia (2020). *Freire mejía cia.ltda*. Obtenido el 07 de diciembre 2020 de <http://freiremejia.com/>
- Gaibor, J. (2015). *Análisis de factibilidad para la creación de una fábrica de ácido cítrico*. (Tesis de pregrado). Universidad Internacional del Ecuador.
- Hernández, E. (2019). *CONACYT*. Obtenido el 07 de diciembre 2020 de <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=31>

- IEPI (s.f). *Inventando el futuro. Introducción a las Patentes dirigida a las Pequeñas empresas y Medianas Empresas*. Obtenido el 07 de diciembre 2020 de [https://www.wipo.int/export/sites/www/sme/en/documents/guides/translation/inventin\\_g\\_future\\_ecu.pdf](https://www.wipo.int/export/sites/www/sme/en/documents/guides/translation/inventin_g_future_ecu.pdf)
- INEC (2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Gestion\\_Integral\\_de\\_Residuos\\_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Gestion_Integral_de_Residuos_Solidos/2016/Presentacion%20Residuos%20Solidos%202016%20F.pdf)
- INEC (2020a). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos 2018* (No. 1). Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2018/Residuos\\_solidos\\_2018/PRESENTACION%20RESIDUOS\\_2018.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2018/Residuos_solidos_2018/PRESENTACION%20RESIDUOS_2018.pdf)
- INEC (2020b). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf)
- Li, Q.-Z., Jiang, X.-L., Feng, X.-J., Wang, J.-M., Sun, C., Zhang, H.-B., Xian, M., & Liu, H.-Z. (2016). Recovery Processes of Organic Acids from Fermentation Broths in the Biomass-Based Industry. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(1), 1–8.
- MarketWatch. (2020, October 19). *Biorefinery Market 2020: Detailed Analysis of Current Industry Figures with Top Countries Data, Market Size, Forecasts Growth and Emerging Trends 2020-2026*. MarketWatch. Obtenido el 10 de diciembre 2020 de <https://www.marketwatch.com/press-release/biorefinery-market-2020-detailed-analysis-of-current-industry-figures-with-top-countries-data-market-size-forecasts-growth-and-emerging-trends-2020-2026-2020-10-18>
- MercadoLibre. (2020). *Combustible Bioetanol*. Mercado Libre. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de <https://listado.mercadolibre.com.ec/hogar-y-muebles/combustible-bioetanol>
- Orejuela, L. (2018). Biorefinería: un modelo de negocios de productos de alto valor agregado a partir de desechos agrícolas e industriales y promotora de desarrollo sustentable en el contexto de la bioeconomía. *Memorias Y Boletines De La Universidad Del Azuay*, 1(XIV), 199–214.
- Pacheco, M. (2019a). El Gobierno propone incluir más bioetanol en las gasolinas del país. *El Comercio*. Obtenido el 03 de noviembre 2020 de <https://www.elcomercio.com/actualidad/petroleo-bioetanol-gasolinas-derivados-negocios.html>

- Pacheco, M. (2019b). La compra de etanol local para producir la ecopaís se retoma. *El Comercio*. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de <https://www.elcomercio.com/actualidad/etanol-ecopais-ministerio-energia-biocombustible.html>
- Quimpac (2020). Obtenido el 21 de septiembre 2020 de <http://www.quimpac.com.ec/>
- Sadh, P. K., Duhan, S., & Duhan, J. S. (2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresources and Bioprocessing*, 5(1). doi:10.1186/s40643-017-0187-z
- Saxena, R. K., Saran, S., Isar, J., & Kaushik, R. (2017). 27 - Production and Applications of Succinic Acid. In A. Pandey, S. Negi, & C. R. Soccol (Eds.), *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (pp. 601–630). Elsevier.
- SENADI (s.f). *¿Como registro una marca?* Obtenido el 28 de septiembre 2020 de <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/como-registro-una-marca/>
- SICE (2020). *Derechos de propiedad intelectual*. Obtenido el 28 de septiembre 2020 de [http://www.sice.oas.org/int\\_prop/nat\\_leg/ecuador/1320a.asp](http://www.sice.oas.org/int_prop/nat_leg/ecuador/1320a.asp)
- Vásconez, L. (2020, June 24). Emgirs declara la emergencia en relleno sanitario de El Inga; operadores se encargarán de construir otro cubeto y del tratamiento de lixiviados. *Diario El Comercio, Actualidad*. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de <https://www.elcomercio.com/actualidad/emgirs-emergencia-relleno-sanitario-inga.html>
- Venegas Representaciones (s.f). *Productos*. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de <http://www.venegasrepresentaciones.com/ciencias-vida.html>
- Verduzco-Oliva, R., & Gutierrez-Urbe, J. A. (2020). Beyond Enzyme Production: Solid State Fermentation (SSF) as an Alternative Approach to Produce Antioxidant Polysaccharides. In *Sustainability* (Vol. 12, Issue 2, p. 495).
- Williams, S. (2017, January 17). 7 Types of Organizational Structures (+ org charts for implementation). *LucidChart*. Obtenido el 05 de octubre 2020 de <https://www.lucidchart.com/blog/types-of-organizational-structures>
- Yamamoto, H. (2017). An Analysis of Supply and Demand Strategy of Bioethanol Using an Agent-based Global Energy Model. *Journal of the Japan Institute of Energy*, 96(7), 239–249.
- Zion Market Research. (2019). *Citric Acid Market: Global Industry Perspective, Comprehensive Analysis, and Forecast, 2018-2025* (No. ZMR-4383). Zion Market Research. Obtenido el 08 de diciembre 2020 de <https://www.zionmarketresearch.com/report/citric-acid-industry>



### 13. ANEXO A: LOGO DE LA EMPRESA



## 14. ANEXO B: PRESENTACIÓN FINAL DE LOS PRODUCTOS

