



UNIVERSIDAD DE TALCA
MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

**FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL USO DEL
OZONO USANDO TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA EN LA AGRICULTURA**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR
EL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**

ALUMNO: EDUARDO ARAVENA MARTÍNEZ

PROFESOR GUÍA: ERNESTO LABRA LILLO

PROFESOR CO-GUÍA: DIOGENES HERNÁNDEZ ESPINOZA

TALCA, CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2020

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
SUMMARY.....	6
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.1.2 Objetivo General	9
1.1.3 Objetivos Específicos	9
1.2 Justificación	9
2. ESTADO DEL ARTE	12
3. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	16
3.1 Vigilancia Tecnológica	16
3.2 Modelo de Negocios Canvas	16
3.3 Indicadores Clave de Desempeño (KPI).....	18
3.4. Indicadores de Evaluación VAN y TIR.....	18
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	21
4.1 Individualización de Beneficiario.....	21
4.1.1 Actores	21
4.2 Evaluación Económica	22
4.2.1 Inversión requerida del Proyecto de Riego.....	22
4.2.2 Financiamiento	23
4.2.3 Plan Operacional	23
4.2.4 Inversión requerida prototipo de riego.....	26
4.2.5 Gastos Sistema tradicional vs Implementación O ₃	27
4.2.6 Análisis de Flujos de Caja	29

4.3 Evaluación Técnica.....	29
4.3.1 Tipos de Riego	29
4.3.2 Sistema Fotovoltaico	30
4.4 Vigilancia Tecnológica Prototipo.....	31
4.5 Modelo de negocio basado en Canvas.....	34
4.6 Parámetros KPI del Proyecto	35
4.7 Comunicación y Difusión	36
4.8 Análisis de Resultados	37
5. CONCLUSIONES.....	40
6. BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	44
Anexo 1: Abreviaturas y Acrónimos.....	44
Anexo 2: Glosario	44
Anexo 3: Flujo de Caja	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de Riego	30
Ilustración 2. Panel fotovoltaico Policristalino	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generación Modelo de Negocios.....	17
Tabla 2. Resumen presupuesto	23
Tabla 3. Plan operacional	24
Tabla 4. Inversión inicial Caseta prototipo	26
Tabla 5. Inversión inicial Carro de Arrastre con Aspersores	26
Tabla 6. Sistema tradicional uso agroquímicos.....	27
Tabla 7. Modelo de negocio Canvas.....	34

Dedicatoria

Gabriela hija mía, eres mi orgullo y mi gran motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan, no siempre es fácil, pero tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas cosas.

Benjamín hijo mío, tú serás mi recompensa de tanta dedicación, tanto esfuerzo y fe en la causa misma.

Gracias a mis bebes.

RESUMEN

La interacción entre el agua con las plantas y seres humanos requiere de nutrientes libres de microorganismos para su subsistencia, por lo tanto, estas deben contar con los contaminantes mínimos para disminuir los efectos negativos y alargar la vida de las plantas.

En base a lo anterior, el presente proyecto conduce a una propuesta económica y eficiente donde su principal objetivo es el riego con uso de ozono, que apoyado con el uso de tecnología fotovoltaica, pretende dar autonomía al sistema de desinfección de agua utilizada para riego y fumigación.

Cumplidos los objetivos, se espera como resultado, una disminución importante en el consumo de agua para riego y del uso de plaguicidas. Para lograr estos resultados la iniciativa propone el desarrollo de prototipos automatizados utilizando tecnología fotovoltaica que serán instalados en predios agrícolas para la generación de ozono, cuyo gas será adaptado en los pulverizadores actuales de riego por goteo y atomizadores.

SUMMARY

The interaction between water with plants and humans requires nutrients free of microorganisms for their subsistence, therefore, they must have the minimum contaminants to reduce the negative effects and extend the life of the plants.

Based on the above, this project leads to an economic and efficient proposal where its main objective is the use of ozone irrigation, which, supported by the use of photovoltaic technology, aims to give autonomy to the water disinfection system used for irrigation and fumigation.

Once the objectives have been met, a significant decrease in the consumption of water for irrigation and the use of pesticides is expected. To achieve these results, the initiative proposes the development of automated prototypes using photovoltaic technology that will be installed in agricultural properties for the generation of ozone, whose gas will be adapted in the current drip irrigation sprayers and atomizers.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de innovación agrícolas deben ser capaz de impulsar las fuerzas productivas del país afrontando el desafío de la sostenibilidad y prestando especial atención a la inclusión social y equidad, con el fin de estimular procesos de sofisticación y agregación de valor a las actividades productivas tradicionales o nuevos emprendimientos.

La agricultura se describe típicamente como un sector relativamente maduro y de crecimiento lento, de negocio conservador en cuanto a las innovaciones. Sin embargo, recientes cambios en la naturaleza de la demanda de alimentos y abastecimiento de ellos, sumado a una creciente competitividad, han hecho de la innovación una actividad vital y necesaria para la agricultura.

Para Chile el sector agrícola es uno de los principales componentes de su economía, y se ha tornado fundamental para el desarrollo económico, social y ambiental, siendo unos de sus retos el de proporcionar suficiente alimento, recursos económicos y bienestar.

Los cambios tanto internos como externos empujan a la agricultura a hacer frente a los nuevos retos, necesitando para ello, encauzar las energías de manera inteligente, acorde con los principios de la economía social de mercado y la apertura de los mercados internacionales.

En general, la tecnología entrega las herramientas necesarias para mejorar la necesidad de los individuos de aumentar las capacidades de ofrecer y demandar productos de alto valor para el consumidor, toda vez que los mercados y los productos son cada vez más complejos.

El presente trabajo de investigación tiene como anhelo dar una solución económica y eficiente al uso del riego con ozono en la agricultura, que a su vez agregue valor

al medio ambiente disminuyendo los agroquímicos en las plantas y en el agua usando tecnologías renovables.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo General

- ✓ Desarrollar una propuesta de análisis técnico y económico para impulsar el riego con uso de ozono apoyado de tecnología fotovoltaica para su autonomía, que permita promover la calidad de los productos del sector agrícola.

1.1.3 Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el diseño técnico y económico de un prototipo autónomo para la generación de ozono sustentando por energía solar fotovoltaica.
- ✓ Definir indicadores de seguimiento para medir la efectividad del prototipo autónomo para la generación de ozono sustentando por energía solar fotovoltaica.
- ✓ Realizar levantamiento de equipos necesarios para el prototipo autónomo.

1.2 Justificación

En el sistema de cultivo tradicional donde son usados agroquímicos, se requieren considerables cantidades de insumos y materiales que se consumen en el proceso de producción, entendiendo por insumos aquellos elementos que se consumen tras su aplicación como, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, etc. En base a

lo anterior y teniendo en cuenta que la mayoría de estos productos son altamente tóxicos en cantidades concentradas, radica la importancia del presente estudio en fomentar el riego con uso de ozono, que será soportado con tecnología fotovoltaica para dar autonomía al sistema de riego. Para apoyar estos avances se elegirán algunas herramientas que se adapten a las necesidades de la agricultura actual, donde en algún caso será necesario tomar en consideración la experiencia local y la de otros países, para realizar ajustes necesarios de acuerdo con los requerimientos, que vayan en beneficio del usuario y/o cliente final.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

2. ESTADO DEL ARTE

El ozono (O_3) es una variante alotrópica del oxígeno que se encuentra en la atmósfera (Mellor, 1958), la cual fue descubierta por el científico holandés Von Marum en 1783.

En Europa el O_3 se ha utilizado para tratar el agua potable por más de 100 años (EPA, 1999), y en los Estados Unidos se ha utilizado para desinfectar el agua oxidando los patógenos y contaminantes del agua potable. En 1893 fue instalada la primera planta de tratamiento de agua potable a gran escala en Oudshoorn, Holanda, sin embargo, la utilización de O_3 como tratamiento de suelo para matar los organismos vivos es una solución relativamente nueva (Pryor, 1996).

El O_3 situado en la troposfera está considerado como un fitotóxico altamente nocivo debido a su capacidad oxidante. Existen estudios en los que se relaciona el ozono troposférico y la hospitalización por enfermedades respiratorias utilizando modelos de regresión no paramétrica (Schwartz, 1994).

Las altas concentraciones de O_3 troposférico ha causado en el pasado más daños a cultivos y bosques que cualquier otro contaminante atmosférico conocido (Bowler, Van Montagu, & Inze, 1992). El O_3 afecta al sistema respiratorio de los animales, entre ellos los humanos (EPA, 1998) siendo el tercer gas invernadero más importante, por detrás del CO_2 y el CH_4 (I.P.P.C, 1992). Sin embargo, el O_3 usado en cantidades óptimas es efectivo para el tratamiento del agua porque desinfecta muchos componentes que afectan su calidad, cumpliendo la función de germicida contra muchos tipos de organismos patógenos, incluidos virus, bacterias y protozoos (EPA, 1999).

El O₃ es un oxígeno triatómico, ya que, contiene tres átomos en lugar de dos. En 1997 un panel de expertos de la industria alimentaria lo calificó como un agente seguro en las aplicaciones que entran en contacto con los alimentos (USDA, 1997).

La característica principal del O₃ es su capacidad para reducir la flora microbiana en la superficie de los alimentos, ya que su descomposición en la fase acuosa es rápida y su acción antimicrobiana tiene muy escaso poder de penetración (Achen, 2000).

Como agente oxidante para la remoción de microorganismos patógenos, el O₃ es capaz de actuar como biocida natural eliminando bacterias, hongos y virus (Orta, Aparicio, López, & Díaz, 1998).

El ozono es un fuerte oxidante que ha sido utilizado con éxito en plantas potabilizadoras de agua, en países como Italia (Collivignarelli, C; Bertanza, C; Padrazzani, R, 2000), y Francia (Lazarova, V; Savoye, P; Janex, M.L; Blatchely III, E.R; Pommepeuy, P, 1999).

Los factores para lograr la dosis requerida dependen de la temperatura, pureza, el pH del medio, considerando la zona de contacto que promueven la transferencia eficiente del O₃ en el agua y la demanda inicial del mismo (Ponce Ochoa, 2005).

La ozonización es reconocida por ser una tecnología limpia, y su uso permite convertir componentes que no pueden ser degradados por acción biológica en biodegradables (Albuquerque, J; Domingos, J; Sant'Anna, G; Dezotti, M, 2008).

Para la producción de O₃ a partir de oxígeno, es necesario una descarga de energía eléctrica, siendo este principio perdurable en el tiempo por su eficiencia en cuanto a concentración de O₃ (Ponce & Arau, 2010), teniendo a uno de sus precursores de su uso a Ernst Verner Von Siemens en 1857, quien construyó el primer tubo de inducción para la destrucción de microorganismos.

Hoy en día una de las alternativa de energía limpia para producir estas descargas es la fotovoltaica, donde la misma y sus principios fueron observados por el físico francés Antoine César Becquerel, quien a partir de 1839 se basó en la interacción de los fotones luminosos con los electrones que pueden generar corriente eléctrica, siendo este efecto al día de hoy el único medio conocido para convertir directamente la energía luminosa en energía eléctrica.

La primera celda solar fue construida por el inventor norteamericano Charles Fritts el año 1883, utilizando como semiconductor el selenio. En tanto, hoy en día las celdas utilizadas son de silicio, siendo construidas a partir del año 1940 y patentadas por el inventor norteamericano Russel Ohl en el año 1946.

La energía solar puede ser usada en forma de energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, a través, de sistemas solares definidos como “un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y transformarla en utilizable” (Mendez & Cuervo, 2007).

Un sistema fotovoltaico es un dispositivo que, a partir de la radiación solar genera electricidad, este proceso es considerado como la generación de energía no contaminante, gratuita y hasta el momento considerado inagotable (Domingo, 2000).

CAPÍTULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO

3. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

Para construir este estudio se darán a conocer las herramientas que aportarán al progreso de este trabajo.

3.1 Vigilancia Tecnológica

Se entiende a la vigilancia tecnológica, como un proceso organizado de selección de datos y análisis de información, sobre algún tema estudiado para conocer su estado científico y tecnológico, siendo este un esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos relevantes para la misma (Palop & Vicente, 1999).

Se espera que, con la información recolectada de las bases de datos soportadas en metabuscadores como Espacenet y usando como criterio de búsqueda palabras claves referentes al uso del riego con uso de ozono en inglés “Ozone Irrigation”, con un rango de fecha de 10 años a la fecha, sean de utilidad para conocer los oferentes tecnológicos por categoría, tipos de servicios, distribución geográfica, condiciones, entre otros.

3.2 Modelo de Negocios Canvas

El modelo es una herramienta que busca facilitar la forma de presentación de una idea negocio. Este modelo está pensado para explicar de forma simple el proyecto y como el mismo obtendrá ingresos (Osterwalder & Pigneur, 2011). Para el caso del proyecto, se analiza con el modelo la inclusión de este desinfectante natural como

es el ozono, en su uso el riego tradicional del cultivo de berries en base a la tecnología a utilizar, en 9 áreas claves propuestas por esta herramienta:

- ✓ Segmento de clientes.
- ✓ Relación con los clientes.
- ✓ Canales.
- ✓ Propuesta de valor.
- ✓ Socios clave.
- ✓ Actividades clave.
- ✓ Recursos clave.
- ✓ Estructura de costos.

Tabla 1. Generación Modelo de Negocios

Fuentes de ingreso	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
Socios Claves	Recursos Clave		Canales	
Estructura de Costos		Fuentes de Ingresos		

Fuente: Elaboración propia en base al modelo de Alexander Osterwalder

3.3 Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Los KPI, son indicadores clave de desempeño, que sirven para la toma de decisiones, donde la finalidad es poder medir, comparar y decidir qué tipo de acciones son las mejores para cumplir los objetivos del proyecto. Los autores (Tsai & Cheng, 2011) aseveran que el resultado de las operaciones de negocios es el rendimiento y, al ser los KPIs una herramienta de evaluación de rendimiento, la misma permite gestionar de forma sencilla y clara los objetivos que se persiguen alineando todos los esfuerzos del equipo en una misma dirección. Los parámetros de medición del proyecto de riego con uso de ozono, se basan principalmente en indicadores objetivos del tipo costos, tareas y tiempos definidos por el mismo.

3.4. Indicadores de Evaluación VAN y TIR

El VAN y el TIR son herramientas financieras que nos permiten efectuar una adecuada evaluación teniendo claros los objetivos propuestos del proyecto, donde se puede medir la progresión hacia las metas planteadas.

En el caso del VAN (Valor Actual Neto), se mide la rentabilidad luego de recuperar toda la inversión, calculando el valor actual de todos los flujos futuros de caja, restándole la inversión total en el periodo cero. Es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos (Sapag, Proyectos de inversión: Formulación y evaluación. Primera Edición, 2007).

Fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

En el caso del TIR (Tasa Interna de Retorno), se mide la rentabilidad como porcentaje, proporcionando en una sola cifra el valor que resume los méritos de un proyecto (Sapag & Sapag, Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición, 2003) .

Fórmula:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

El proyecto contempla evaluar el costo del actual sistema tradicional que consiste en la aplicación de agroquímicos e insumos necesarios para el cultivo de berries vs la implementación del sistema de riego con uso de ozono, en un periodo de 5 años a una tasa de interés anual del 3%.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y ANÁLISIS

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Individualización de Beneficiario

Para los efectos de individualización del cual serán parte los beneficiarios directos e indirectos del proyecto postulado por la Universidad de Talca conocido con el nombre de “Uso de ozono, para el tratamiento de aguas de regadío y suelos en berries” con aporte del Fondo FIC, se ha considerado un análisis estructural en cuanto a su infraestructura y sus principales funciones.

4.1.1 Actores

✓ *Usuario / Cliente final*

Los Usuarios / Clientes potenciales son agricultores tradicionales de berries específicamente arándanos, frambuesas y frutillas como además propietarios de invernaderos o cooperativas que tengan riego tecnificado subterráneo (entre 30 a 40 cm de profundidad).

✓ *Infraestructura*

Se presenta una infraestructura física e investigativa articulada principalmente por programas y actividades de formación de I+D y acciones de financiamiento

provenientes principalmente desde actores estatales, existiendo una escasa participación privada.

✓ **Programas**

Debido a la importancia de potenciar los programas, el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y la Universidad de Talca en conjunto realiza talleres y capacitaciones, donde se busca dar a conocer los beneficios y resultados que se logran con esta nueva tecnología en la agricultura.

4.2 Evaluación Económica

En este apartado se presenta la evaluación económica del proyecto, a través, de un cuadro de financiamiento que posibilita estimar el financiamiento y plan operacional necesario para así entender la viabilidad del proyecto desde el punto de vista económico, como también la inversión requerida.

4.2.1 Inversión requerida del Proyecto de Riego

Se identificaron los recursos necesarios para iniciar el proyecto de uso de ozono, para el tratamiento de aguas de regadío y suelos en berries, considerando los ítems de gastos de operación, inversión, difusión, administración, recursos humanos.

En cuanto a los fondos presupuestados para el proyecto, vale decir que, en su mayor parte es beneficiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad FIC y solo un 5% del total de la iniciativa corresponde al aporte pecuniario de otra entidad.

4.2.2 Financiamiento

La inversión inicial, para el proyecto de riego con uso de ozono, es de M\$ 149.189.790, que será apoyado en su mayor porcentaje por el programa FIC con M\$ 99.935.245, en tanto la diferencia del total será dada por aportes valorizados y pecuniarios tal como lo muestra la tabla 2:

Tabla 2. Resumen presupuesto

Ítem	Fondos FIC (\$)	% del aporte FIC	Aporte Pecuniarios (\$)	Aporte Valorizados (\$)	TOTAL (\$)	% del total del Proyecto
Recursos Humanos	29.497.584	29,5		15.754.545	45.252.129	30,3
Gastos de Operación	35.500.000	35,5	5.500.000	3.500.000	44.500.000	29,8
Gastos de Inversión	22.437.661	22,5		24.500.000	46.937.661	31,5
Gastos de Difusión	7.600.000	7,6			7.600.000	5,1
Gastos de Administración	4.900.000	4,9			4.900.000	3,3
TOTAL	99.935.245	100	5.500.000	43.754.545	149.189.790	100

Fuente: Elaboración en base a postulación Fondo de Innovación para la Competitividad

4.2.3 Plan Operacional

Considerando que el cometido del proyecto es brindar una solución integral de calidad, se han capturado los gastos de operación necesarios para llevar a cabo el proyecto. En la tabla 3 se muestran los ítems imprescindibles para la realización del prototipo:

Tabla 3. Plan operacional

Gastos de Operación					
Ítem	Descripción de la inversión	Total FIC	Aporte Pecuniario	Aporte Valorizado	Total
Paneles fotovoltaicos	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	2.208.600			2.208.600
Baterías	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	932.900			932.900
Inversores	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	838.000			838.000
Controladores	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	500.000			500.000
Generadores de Ozono	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	2.700.000			2.700.000
Arduinos	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	122.000			122.000
Bombas de agua de elevación	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	1.855.900			1.855.900
Mangueras y otros	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	1.000.000			1.000.000
Cables y otros	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	1.000.000			1.000.000
Estanques	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	600.000			600.000
Fierro y aluminios	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	1.300.000			1.300.000
Soldadura, tornillos, clavos, otros	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	300.000			300.000
Material de laboratorio y otros	Para realizar ensayos de laboratorio sobre concentraciones requeridas en función de las cargas de microorganismos.	2.942.000			2.942.000
reactivos y otros	Para realizar ensayos de laboratorio en función de las	2.500.000			2.500.000

	reacciones químicas en los distintos procesos analíticos.				
Medios de cultivo	Para realizar ensayos de determinación de las concentraciones de ozono en función de la carga de microorganismos.	4.000.000			4.000.000
Cemento	Para el desarrollo, construcción e instalación de prototipos en terreno.	100.600			100.600
Pasajes y viáticos	Pasajes y viáticos para salidas a terreno	1.800.000			1.800.000
Combustible	Corresponde al gasto de combustible para salidas a terreno	3.200.000			3.200.000
Arriendo de vehículo	Para realizar la instalación, toma de muestras y muestreo de suelo y agua de los sistemas en operación.	6.000.000			6.000.000
Confirmación de ensayos	Envió a hacer muestras de ensayo a laboratorios externos a Utalca para confirmar resultados.	1.600.000			1.600.000
Aporte UTalca	Aporte valorizado por uso de laboratorio equipado.			3.500.000	3.500.000
Empresa Sol y mar	Aporte en dinero pecuniario para materiales de consumo (específicamente paneles solares, estanques de almacenamiento de agua y baterías)		5.000.000		5.000.000
Empresa Gustavo Hernández	Aporte en pecuniario para materiales de consumo (mangueras y paneles solares)		500.000		500.000
TOTAL		35.500.000	5.500.000	3.500.000	44.500.000

Fuente: Elaboración en base a postulación Fondo de Innovación para la Competitividad

4.2.4 Inversión requerida prototipo de riego

Se identificaron los recursos necesarios para iniciar el proyecto de riego con uso de ozono, considerando la caseta donde se instalarán los paneles y el generador de O₃ que darán autonomía en la inyección O₃ en el agua de riego y un carro de arrastre para realizar la acción de aspersión en la cosecha.

Tabla 4. Inversión inicial Caseta prototipo

Caseta	
Materiales	Valores
Paneles fotovoltaicos	736200
Baterías	310967
Inversores	279333
Controladores	166667
Generadores de Ozono 20 g/hora	675000
Mangueras y oxígeno (10 m3)	328080
Cables y otros	184667
Fierro, aluminios y zinc	166667
Soldadura, tornillos, clavos, otros	20000
Cemento	20000
Total	\$ 2.887.581

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Inversión inicial Carro de Arrastre con Aspersores

Carro con Aspersores	
Materiales	Valores
Bateria 250 A	318920
Inversores	279333
Generadores de Ozono	675000
Bombas de agua expulsión	40000
Mangueras y oxígeno	150000
Cables y otros	50000
Estanques	100000
Fierro, aluminios y zinc	50000
Soldadura, tornillos, clavos, otros	20000
Carro Arrastre	190000
Total	\$ 1.873.253

Fuente: Elaboración propia

En base a la Tabla 4 y 5 la inversión inicial para la implementación de la caseta incluido el carro de arrastre con el equipamiento necesario es de M\$ 4.760.834. Un elemento importante a considerar es que los usuarios / clientes, pueden elegir si la implementación en sus campos incluye la caseta, el carro de arrastre o ambos, el cual será monitoreado durante los próximos meses y años con más alternativas de servicio.

4.2.5 Gastos Sistema tradicional vs Implementación O₃

En el sistema de cultivo tradicional donde son usados los agroquímicos, adicional a la mano de obra en la agricultura se requieren considerables cantidades de insumos y materiales que se consumen en el proceso de producción.

Entendemos por insumos aquellos elementos que se consumen tras su aplicación como, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas etc. Estos elementos son aplicados por la mano de obra como parte de los procedimientos técnicos propios del cultivo y por esta razón, para efectos de gasto en las labores, sus costos deben sumarse al costo total de la labor que lo aplicó. La Tabla 6 presenta el consumo de insumos y mano de obra en ¼ de hectárea.

Tabla 6. Sistema tradicional uso agroquímicos

Tabla N° 6: Considera consumo insumos y mano de obra en 1/4 de hectárea.

Item Gasto	Costo mensual (1)	Cantidad	Periodo Análisis	
			Meses	1 Año (2)
Agroquímicos	\$ 200.000	1	5	\$ 1.000.000
Trabajadores	\$ 300.000	1	5	\$ 1.500.000

Total Consumo Anual	\$ 2.500.000
----------------------------	---------------------

- (1) Corresponde a costo mensual por insumo y mano de obra uso agroquímicos.
- (2) Corresponde a la multiplicación del costo mensual por la cantidad y los meses de uso agroquímicos.

Fuente: Elaboración propia

Para obtener un flujo de caja que muestre el costo entre ambos planteamientos hay que considerar, para el caso de la implementación del O₃, el prototipo de la caseta con carro de arrastre como inversión inicial incluyendo los Ítems Reposición Oxígeno, Reposición Baterías, y Mantenición Anual. En el caso del Ítem Ahorro este considera el valor total anual expresado en la tabla 6 por temporada, donde se consideran los insumos y mano de obra por ¼ de hectárea con un horizonte de 5 años, cuyos valores son mostrados y detallados en el flujo de caja que se encuentra disponible en el anexo 3, donde además se consideran los siguientes puntos:

- ✓ Ahorro es reajustado en 3% calculado con interés simple, de acuerdo con el valor del IPC anual.
- ✓ Mantenición anual es reajustado en 3% calculado con interés simple, de acuerdo con el valor del IPC anual.
- ✓ Los gastos por reposición de batería son reajustados en un 9% calculado con interés simple, de acuerdo con el valor del IPC proyectado cada 3 años.
- ✓ Los gastos por reposición de oxígeno son reajustados en un 3% calculado con interés simple, de acuerdo con el valor del IPC anual.
- ✓ El VAN es calculado con una tasa de descuento del 3% anual, lo que representa el costo de oportunidad si este dinero fuera depositado en cuenta de ahorro del Banco.
- ✓ Inversión incorpora caseta prototipo y carro de arrastre correspondiente a la suma de los valores totales de las tablas 4 y 5 respectivamente.

4.2.6 Análisis de Flujos de Caja

La tabla 6 donde se considera el consumo con el sistema tradicional y el flujo de caja presentado en el anexo 3 muestran que con la implementación del sistema de riego con uso de O₃ sin financiamiento del Estado, el análisis del VAN muestra que los flujos antes expuestos, representan un ahorro por el concepto gasto en la compra de insumos y mano de obra usados con el método tradicional, teniendo en cuenta a su vez que solo se proyectó ¼ de hectárea, por ello se estima que a mayor cantidad de terreno, mayor es el ahorro que se puede generar con esta tecnología.

4.3 Evaluación Técnica

4.3.1 Tipos de Riego

Para la captación y repartición del agua, los sistemas de riego usados para el proyecto son:

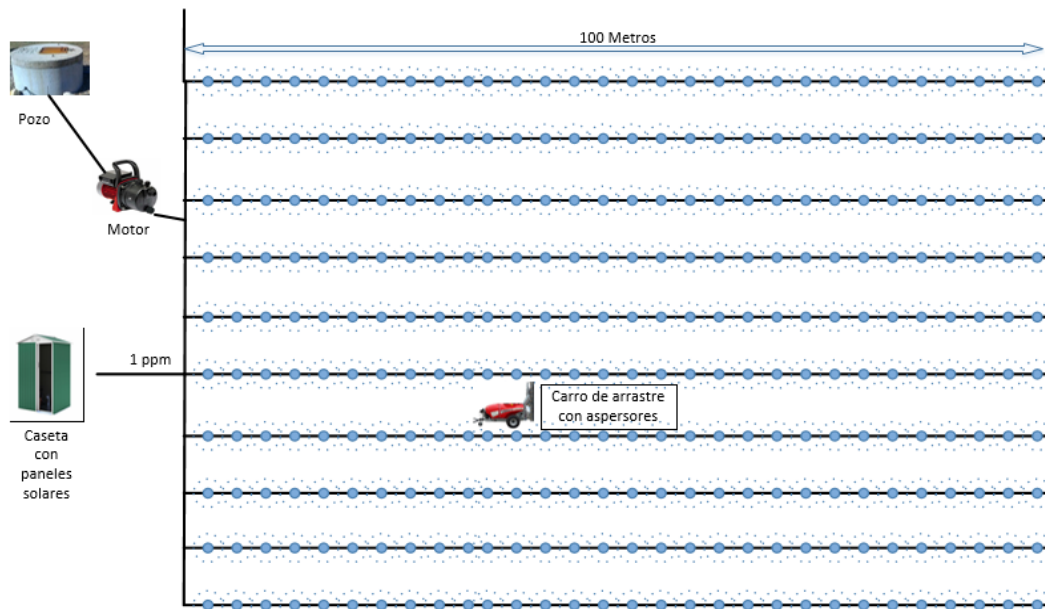
Aspersión: El agua es distribuida a través de aspersores, los cuales producen gotas de agua de diferentes tamaños, muy similar a una lluvia dada de forma natural.

Goteo: El agua es proporcionada de manera localizada, por gotas, a través de goteros instalados en mangueras de goteo, pequeños estanques o plansas de distribución.

Para el sistema de riego por aspersión, es necesario utilizar un carro de arrastre para transportar el equipamiento necesario para el riego con aspersores mostrado en la ilustración 1, donde se necesita garantizar el riego en el cultivo de berries en un terreno de ¼ de hectárea que será utilizado una vez por mes en la temporada.

En el caso del sistema de riego por goteo, este cuenta con 3 emisores por cada metro de línea de distribución en un largo de 100 metros por hilera lo que da un consumo de 66 litros por hora, con un riego definido de 5 horas semanales.

Ilustración 1. Plano de Riego



Fuente: Elaboración propia plano riego O₃

4.3.2 Sistema Fotovoltaico

La energía solar fotovoltaica es obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, siendo esta una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable. Entre sus componentes principales se encuentra el Módulo Fotovoltaico que está hecho en base a la unión eléctrica de las celdas que generan el voltaje y corriente requeridos por la carga.

Un módulo podrá estar compuesto de uno o más grupos de celdas acopladas en serie o paralelo, estando cada grupo de un cierto número de celdas también conectadas entre sí en serie o paralelo.

En tanto el tipo de panel solar a utilizar es el Policristalino que está formado por pequeñas partículas cristalizadas, siendo el panel más estándar del mercado, tiene un rendimiento por metro cuadrado de 120 Wp/m². Su utilización es en zonas donde la incidencia solar es normal.

Ilustración 2. Panel fotovoltaico Policristalino



Fuente: Elaboración Propia panel fotovoltaico usado en proyecto

4.4 Vigilancia Tecnológica Prototipo

Se utilizó como metodología la vigilancia tecnológica para la búsqueda de patentes similares al prototipo del proyecto, por medio de metabuscadores que indaguen en base de datos nacionales e internacionales, que pueden ser afines con el proyecto en cuestión.

Es conveniente para el proyecto verificar la factibilidad técnica en caso de realizar futuras protecciones que permitan contar con una patente que proteja este modelo de utilidad, evitando que esfuerzos económicos y de tiempo realizados por unos sean utilizados por otros.

Para la búsqueda se utilizó la base de datos de patentes europea Espacenet bajo la temática de tratamiento de Ozono y Riego. La estrategia combina los diferentes campos de búsqueda con palabras claves para encontrar un número de documentos manejable con la temática mundial solicitada.

Se definió la siguiente estrategia de búsqueda con las palabras claves como título: “Ozone Irrigation”, con un rango de fecha de 10 años a la fecha.

En el caso de la búsqueda se detallan las siguientes 3 patentes por su afinidad con respecto al proyecto en cuestión:

Patente 1:

Publicación	ES1169408
Nº de Solicitud	201631167
Título	Sistema de inyección de ozono en sistema de riego en explotación agrícola.
Fecha Publicación	11.11.2016
Solicitante	Cosemar ozono S.L.
Persona Inventora	Sereno Marchante Angel Manuel.
Descripción	El modelo de aplicación realizado permite una mezcla altamente eficiente del ozono en el agua de riego, con presión ya determinada y con su posterior aplicación en sistemas agrarios. El objeto es aplicar el sistema para una ozonización total y por lo tanto regar con agua 100% ozonizada.

Patente 2:

Publicación	CN202603293
Nº de Solicitud	201220069213
Título	Sistema de pulverización de agua por goteo con Ozono en invernadero agrícola.
Fecha Publicación	19.12.2012
Solicitante	Beijing Wangye Zhenghan Tecnología de Protección Ambiental Co., Ltd.
Persona Inventora	Du Zhizhong.
Descripción	La presente invención del cultivo agrícola, posee equipos para proceder al riego por goteo de agua de ozono en invernadero agrícola, con sistema de pulverización.

Patente 3:

Publicación	CN101757657
Nº de Solicitud	200810240200.9
Título	Fuente de oxígeno de ozono líquido desinfectante con presión de aire para desinfección de cuarentena agrícola.
Fecha Publicación	30.06.2010
Solicitante	Beijing Yujiaming Tri-State Ion Research Institute Co., Ltd.
Persona Inventora	Qiu Jianfeng, Qiu Jianmei, Qiu Jinming, Jiao Qinghua.
Descripción	La invención se refiere a una fuente de oxígeno para generar ozono con ayuda de una máquina de fluido desinfectante, con un flujo de chorro con presión de aire.

4.5 Modelo de negocio basado en Canvas

Finalmente, para el desarrollo del proyecto de riego con uso de ozono se utiliza la metodología del modelo de negocio Canvas, la cual es una herramienta para crear y diseñar modelos de negocio de forma sencilla, simple y organizada. En esencia la siguiente tabla nos muestra en 9 bloques como el proyecto de riego tradicional con uso de ozono nos presenta la viabilidad tecnológica y su relación con el entorno.

Tabla 7. Modelo de negocio Canvas

<p>Socios Clave</p> <p>Alianza con Proveedores</p> <p>Asesor de implementación de nueva tecnología</p>	<p>Actividades Clave</p> <p>Investigación más Desarrollo</p> <p>Encargarse del diseño y reproducción del prototipo</p> <p>Adecuación del producto.</p>	<p>Propuesta de Valor</p> <p>Ofrecer un producto que bajará el uso de químicos en la agricultura, usando energía ilimitada, mejorando así la producción, calidad y vida útil de las plantas.</p>	<p>Relación con Clientes</p> <p>Producción personalizada</p> <p>Atención personalizada</p>	<p>Segmentos de Clientes</p> <p>Clientes del sector agrícola en general</p> <p>Empresas que nos encargan pedidos</p>
<p>Recursos Clave</p> <p>Equipo Humano</p> <p>Materias primas</p> <p>Maquinaria, equipo y servicios</p>		<p>Canales</p> <p>eCommerce</p> <p>Departamento Universidad de Talca</p>		
<p>Estructura de Costos</p> <p>Personal</p> <p>Fabricación de equipos</p> <p>Transporte</p>		<p>Fuente de Ingresos</p> <p>Ingresos por ventas directas de los clientes.</p> <p>Ingresos secundarios por venta a distribuidores, a través, de los canales de distribución.</p>		

Fuente: Elaboración propia en base al modelo de Alexander Osterwalder

4.6 Parámetros KPI del Proyecto

El proyecto se medirá con indicadores claves de desempeños (KPI), en el inicio del proyecto como también una vez finalizado el mismo, basándose en indicadores objetivos como también en opiniones subjetivas y juicio personal de los grupos de interés (equipo de trabajo, cliente y usuarios finales). En él se incluye la calidad, la funcionalidad del prototipo, y la satisfacción de todos los participantes, tales como los usuarios finales, los clientes, y los equipos de diseño. Dentro de los indicadores de resultados y proceso se controlarán los avances y progresos según el presupuesto, que consisten en los siguientes parámetros:

	Indicador	Definición	Fórmula
1	Costo de producción	Importancia de los costos de producción, sobre la facturación y sobre los costos totales.	Costo total de producción/Facturación
2	Productividad hora	Controlar la capacidad de producción del trabajador en cada hora.	Total trabajo producido/(Total minutos presencia/60)
3	Eficacia en la innovación	Relaciona los gastos de inversión en innovación respecto al total en la innovación.	Gastos en innovación / Total de facturación
4	Periodo de vida del producto	Tiempo medio de vida con que un producto se mantiene en el mercado.	Fecha retirada - Fecha de lanzamiento / Total producto
5	Publicidad	Indica relación con los gastos de publicidad e imagen con respecto a la facturación.	Gastos en publicidad e imagen / Facturación
6	Asistencia a ferias y eventos	Indica relación con los gastos que suponen la asistencia a feria y certámenes con respecto a la facturación.	Gastos participación en ferias / Facturación
7	Plazos de entrega	Días cumplidos desde la fecha del pedido y la fecha del servicio pedido completo.	Días de servicio - fecha solicitud / Total de pedidos
8	Costo de mantenimiento	Indica el costo que supone a la empresa el mantenimiento preventivo.	Costo mantenimiento preventivo / Unidades producidas

4.7 Comunicación y Difusión

En la generalidad un proceso innovador culmina con la introducción en el mercado de una nueva idea (ya sea producto, proceso o algún método). Para ir en pos de buenos resultados, el proyecto de riego con ozono considera pilares del tipo social, ambiental y económico, donde lo importante es que el mismo sea apoyado en el tiempo para consumir su sustentabilidad.

Por ello, el proyecto plantea el desarrollo de talleres y capacitaciones, donde se invitará a los agricultores, personas de gobierno, público en general y toda entidad y/o individuo que figure dentro de esta clasificación o que forme parte de los programas de INDAP o similares para dar a conocer los beneficios y resultados que se logran con esta nueva tecnología en la agricultura.

Se realizarán seminarios que contará con expertos que den su visión del potencial de usar estas tecnologías, una página web y material de apoyo como dípticos.

Al generar las instancias se pretende generar interés de parte de los agricultores, para lograr dar servicios o asesorías especializadas con asistencia en:

- ✓ Evaluación y formulación de proyectos.
- ✓ Nuevas capacitaciones.
- ✓ Estudios específicos de valorización y uso de estas tecnologías en otras áreas de la agricultura.

La difusión de los resultados se realizará a través de programas de radio, como también se publicará en la revista de un diario nacional una nota para dar a conocer esta instancia y los resultados que se lograron con estos nuevos desarrollos.

El rol articulador del proyecto caerá sobre la Universidad de Talca quien tendrá como misión la difusión de la información para potenciar las relaciones y canales de

comunicación, promoviendo eventos que aporten nuevas instancias de encuentro con los interesados.

4.8 Análisis de Resultados

Es importante mencionar que al ser los recursos escasos, las entidades políticas responsables de generar los espacios colaborativos necesarios con los diferentes actores, deben promover y gestionar los arreglos necesarios para establecer vínculos formales permanentes y sustentables que apoyen la transferencia tecnológica desde y hacia las personas con el fin de tener consistencia y coherencia transversal al sistema.

Si bien el análisis económico es esencial en todos los proyectos para medir la factibilidad de cambios en los sistemas productivo, para tener la aceptación por parte de usuarios / clientes, la implementación del O₃ al ser un sistema de riego amigable que cuenta con uno de los desinfectantes más efectivos por sobre los métodos tradicionales, priman también variables como inocuidad y calidad que favorecen de manera sustancial las exportaciones al tener un producto con un menor grado de agroquímicos.

La inversión inicial del equipamiento para el uso de O₃ es baja en comparación con los métodos tradicionales, donde luego de esa inversión los usuarios / clientes solo deben comprar insumos como el oxígeno por temporada y reponer las baterías cada dos años. En cambio el gasto que conlleva utilizar el método tradicional con agroquímicos hace que los usuarios / clientes deban considerar todos los años los costos de utilizar dichos insumos que no ayudan al medio ambiente ni a la calidad de los productos.

El O₃ permite reducir el aporte de fertilizantes al huerto en un 50%, bajando considerablemente el uso de productos químicos para la prevención de enfermedades.

Los pesticidas de base química son productos sintéticos que afectan negativamente a la calidad de la fruta, la salud de agricultores y consumidores, por ello el O₃ se revela como una opción libre de esta clase de inconvenientes.

El O₃ ofrece diversas soluciones que garantizan la seguridad alimentaria de las frutas en su cultivo, almacenamiento, manipulación, procesado, distribución, venta, conservación y consumo.

En cuanto al ahorro y generar mayores ganancias el uso de O₃ permite que los agricultores vendan a mejor precio sus productos, al ser parte de la agricultura ecológica.

En el caso de los árboles frutales el O₃ puede emplearse durante todo su ciclo de vida, concibiendo con ello un hábitat que sabrá defenderse, evitando así que los ataquen enfermedades letales.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

En base a las pruebas de aplicación en terreno del riego con uso de ozono para el tratamiento del agua, se puede decir que la misma presenta interesantes perspectivas al eliminar la carga de microorganismos en el agua, donde sus principales ventajas son que no deja residuos químicos y no confiere aromas u olores particulares al producto final, como ocurre con los agroquímicos. Además, tiene la ventaja de oxigenar el agua de riego, favoreciendo así la oxigenación de las raíces, mejorando el cultivo previniéndolo de las enfermedades, lo que reduce los costos económicos debido al ahorro en químicos, abono y agua de riego siendo este punto muy importante en especies susceptibles a la asfixia radicular como lo es el cultivo de berries.

En tanto para dar autonomía al sistema de riego con uso de ozono, la energía fotovoltaica presenta beneficios propios como el de ser un recurso inagotable, ya que, independiente donde se instalen los paneles fotovoltaicos siempre hay radiación solar por muy mínima que sea o el día esté oscuro, a su vez esta tecnología no contamina al no emitir gases de CO₂. La evolución tecnológica ha permitido que la demanda sea mayor en el último tiempo, teniendo como efecto la baja del precio de módulos fotovoltaicos, dando pie al desarrollo sostenible de las energías renovables.

Uno de los factores principales para el éxito del proyecto es la participación activa de actores privados. En la medida que la Universidad de Talca pueda canalizar y ofrecer servicios de calidad, la gestión será eficiente. Por ello es necesario crear instancias que permitan la difusión de esta tecnología realzando así un eventual aporte a la agricultura dado por las ventajas de realizar un cultivo exento de agroquímicos. Es importante enlazar las necesidades de los agricultores y los

recursos e instrumentos que tiene disponible el Estado para el desarrollo de la actividad privada.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Achen, M. (2000). *Efficacy of ozone in inactivating Escherichia coli O157:H7 in pure cell suspensions and on apples*. M.S. Thesis. The Ohio State University, Columbus.
- Albuquerque, J., Domingos, J., Sant'Anna, G., & Dezotti, M. (2008). Application of ozonation to reduce biological sludge production in an industrial wastewater treatment plant. *Water Science and Technology*, 58(10): 1971-6.
- Bowler, C., Van Montagu, M., & Inze, D. (1992). Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 276-287.
- Collivignarelli, C., Bertanza, C., & Padrazzani, R. (2000). A comparison among different wastewater disinfection systems. *Environmental Technology*, 21: 1-16.
- Domingo, E. (2000). *Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración*. Madrid, España: Instituto Nacional de Administración Pública (INAP).
- EPA, U. (1998). US Environmental Protection Agency.
- EPA, U. (1999). US Environmental Protection Agency.
- I.P.C.C. (1992). Climatic change, a scientific assesment. *International Panel Climatic Change*. PNUMA.
- Lazarova, V., Savoye, P., Janex, M., Blatchely III, E., & Pommepuy, P. (1999). Advanced wastewater disinfection technologies: Short and long term efficiency. *Water Science and Technology*, 203-213.
- Mellor, J. (1958). *Química inorgánica moderna*. El Ateneo.
- Mendez, J., & Cuervo, R. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid, España: FC Editorial.
- Orta, M., Aparicio, O., López, P., & Díaz, P. (1998). Detección y tratamiento de *Vibrio cholerae* O1 variedad. *XXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Lima. Perú.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Generación de modelos de negocio*.
- Palop, F., & Vicente, J. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: su potencial para la empresa española*. Madrid: Fundación COTEC.
- Ponce Ochoa, E. (2005). *Diseño de un tren de potabilizacion para una planta generadora de agua embotellada*.

- Ponce, M., & Arau, J. (2010). Tecnología para la desinfección de agua basada en la generación de ozono. *Unión de Morelos*, 34-35.
- Pryor, A. (1996). Method and apparatus for ozone treatment of soil to kill living organisms.
- Sapag, N. (2007). En *Proyectos de inversion: Formulación y evaluación. Primera Edición* (pág. 253). México D.F., México: Pearson.
- Sapag, N., & Sapag, R. (2003). Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. México D.F., México: Mc. Graw Hill, 2003.
- Schwartz, J. (1994). PM 10, ozone, and Hospital admissions for the elderly in Minneapolis. *Archives on environmental health*, (págs. 366-374).
- Tsai, Y., & Cheng, Y. (2011). En *Analyzing key performance indicators (KPIs) for E-commerce* (págs. 126-32). Archives of Gerontology and Geriatrics.
- USDA. (1997). Substances generally recognized as safe, proposed rule. Federal Register. 62-74.

ANEXOS

Anexo 1: Abreviaturas y Acrónimos

FIC : Fondo de Innovación para la Competitividad.
 INDAP : Instituto de Desarrollo Agropecuario.
 IPC : Índice de Precios al Consumidor.

Anexo 2: Glosario

Agroquímicos: Sustancias orgánicas destinadas a optimizar la actividad agrícola y ganadera.

Energía solar fotovoltaica: Energía solar que se transforma de manera directa en electricidad.

Metabuscadores: Sistema que localiza información en los motores de búsqueda más usados.

Pesticidas: Producto químico que destruye las plagas de animales y plantas.

Anexo 3: Flujo de Caja

Flujo de Caja

ÍTEMS	0	1	2	3	4	5
AHORRO		2.500.000	2.575.000	2.652.250	2.731.818	2.813.772
MANTENCIÓN ANUAL		-15.000	-15.450	-15.914	-16.391	-16.883
REPOSICIÓN OXIGENO		-20.000	-20.600	-21.218	-21.855	-22.510
REPOSICIÓN BATERIAS				-338.953		
INVERSIÓN	-4.760.834					
FLUJO NETO	-4.760.834	2.465.000	2.538.950	2.276.166	2.693.572	2.774.379

Tasa descuento	3%
VAN	\$ 6.894.995
TIR	44%