

**PROYECTO DE INVERSIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE
FRUTILLAS MEDIANTE UN SISTEMA HIDROPÓNICO RECIRCULANTE
SIN SUSTRATO (NGS)**

**JUAN MARTÍN LEO MURIAS
LUCIO FEDERICO DUDA SPILLER**



TRABAJO FINAL DE LA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

MAR DEL PLATA, DIA 30 DEL MES SEPTIEMBRE DEL AÑO 2022



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**PROYECTO DE INVERSIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE
FRUTILLAS MEDIANTE UN SISTEMA HIDROPÓNICO RECIRCULANTE
SIN SUSTRATO (NGS)**

**JUAN MARTÍN LEO MURIAS
LUCIO FEDERICO DUDA SPILLER**



TRABAJO FINAL DE LA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

MAR DEL PLATA, DIA 30 DEL MES SEPTIEMBRE DEL AÑO 2022

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Juan Martín Leo Murias

Lucio Federico Duda Spiller

EVALUADORES

Mg. Ing. Antonio Morcela

Ing. Guillermo Carrizo

DIRECTORA

Ing. Liliana Gadaleta

Universidad Nacional de Mar del Plata

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

AGRADECIMIENTOS

En este corto texto queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los responsables de llevarnos a ser las personas que hoy en día somos.

En primera instancia a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional de Mar del Plata que nos brindaron el espacio de estudio y formación a lo largo de todos estos años.

A los profesores de los distintos Departamentos y en especial a los del Departamento de Ingeniería Industrial que han sido nuestros educadores y nos han transmitido sus conocimientos.

A nuestra directora de tesis Liliana Gadaleta por brindarse con su tiempo para guiarnos en la producción de este trabajo final.

Finalmente agradecer a los tres pilares más importantes, nuestros compañeros, amigos y familia que nos apoyaron y motivaron en todo momento para alcanzar nuestras metas.

Gracias a todos por haber sido parte de nuestro proceso para convertirnos en Ingenieros Industriales.

Juan y Lucio

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
TABLA DE SIGLAS	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xii
RESUMEN	xiv
PALABRAS CLAVE	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Proceso de estudio de un proyecto	6
2.2. Segmentación	6
2.3. Localización	7
2.4. Fuerzas de Porter	7
2.5. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)	8
2.5.1. Metodología	8
2.5.2. Estructura	9
2.5.3. Evaluación del modelo	10
2.6. Inversión total	11
2.7. Costos de producción	12
2.8. Método de la línea recta	12
2.9. Rentabilidad	12
2.9.1. Flujo de caja	12
2.9.2. Valor presente	13
2.9.3. Tasa Interna de Retorno	13
2.9.4. Tiempo de repago	13
2.10. Análisis FODA	14
2.11. Estrategias genéricas de Porter	14
2.12. Evaluación del potencial innovador	14
3. DESARROLLO	17
3.1. Estudio de mercado	17
3.1.1. Definición del producto	17
3.1.2. Composición nutricional del fruto	17
	iv

3.1.3. Macro segmentación y mercado objetivo	17
3.1.4. Calidad del producto	18
3.1.5. Microsegmentación	20
3.1.6. Oferta	21
3.1.7. Demanda	22
3.1.8. Precio	24
3.1.9. Entorno	25
3.1.10. Comercialización	28
3.2. Ingeniería de procesos	29
3.2.1. Descripción del producto	29
3.2.2. <i>New Growing System</i>	30
3.2.3. Proceso productivo	31
3.2.3.1. Plantines	31
3.2.3.2. Plantación en multi banda	32
3.2.3.3. Riego	32
3.2.3.4. Podas	33
3.2.3.5. Polinización	34
3.2.3.6. Controles sanitarios	34
3.2.3.7. Cosecha	35
3.2.4. Selección del tipo de sistema NGS	36
3.2.5. Capacidad mínima requerida	37
3.2.6. Alternativas de ubicación	38
3.2.7. Capacidad instalada	40
3.2.8. Plan de producción	41
3.2.9. Tecnología y equipos	41
3.2.9.1. Invernáculo	41
3.2.9.2. Sistema de multi bandas	44
3.2.9.3. Riego	46
3.2.9.4. Sistema de nebulización	49
3.2.9.5. Control automático de clima	50
3.2.9.6. Sistema de frío	50
3.2.9.7. Grupo electrógeno	50
3.2.9.8. Balanzas digitales	51
3.2.9.9. Fotómetro multifunción	51
3.2.9.10. Refractómetro	51
3.2.9.11. Elementos de laboratorio	51

3.3. Requerimientos	51
3.3.1. Requerimientos de espacios	51
3.3.2. Requerimientos de materia prima	54
3.3.3. Requerimientos de envases	55
3.3.4. Requerimiento de mano de obra	56
3.3.5. Requerimiento de servicios	56
3.4. Análisis económico y financiero	57
3.4.1. Ingresos por ventas	57
3.4.2. Inversión total	58
3.4.3. Capital de trabajo	59
3.4.4. Costos	60
3.4.4.1. Costos variables	60
3.4.4.2. Costos fijos	61
3.4.4.3. Resumen costos	62
3.5. Análisis de rentabilidad	62
3.5.1. Flujo de fondos	62
3.5.2. Tasa de rentabilidad mínima aceptable	63
3.5.3. Estimación de la rentabilidad	64
3.5.4. Análisis de sensibilidad	65
3.5.5. Flujo de fondos del inversionista	66
3.5.6. Otras alternativas que aumenten la rentabilidad	69
3.6. Estrategia de marketing	69
3.7. Estudio del potencial innovador	70
4. CONCLUSIONES	76
5. BIBLIOGRAFÍA	79
6. ANEXOS	87
Anexo I: Alternativas técnicas de producción hidropónica	87
Anexo II: Proceso de evaluación de localización aplicando PAJ	90
Anexo III: Componentes directos de la inversión	94
Anexo IV: Costos	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de la flor de la planta de frutilla.....	2
Figura 2: Árbol de jerarquías.....	10
Figura 3: Interior de la frutilla de la variedad San Andreas.....	17
Figura 4: Estrategia de macro segmentación.....	18
Figura 5: Estrategia de microsegmentación “especialización de producto”.....	21
Figura 6: Proyección del crecimiento de la población de Argentina.....	23
Figura 7: Precios de frutilla mayorista en US\$.....	25
Figura 8: Fotografía de envase de 250 g de frutilla.....	28
Figura 9: Fotografía de envase de 500 g de frutilla.....	28
Figura 10: Fotografía de bandeja 2 kg de frutilla.....	28
Figura 11: Papel agro parafinado.....	28
Figura 12: Esquema de sistema cerrado <i>New Growing System</i>	36
Figura 13: Configuraciones para el sistema <i>New Growing System</i>	37
Figura 14: Árbol de jerarquías de evaluación de ubicación.....	39
Figura 15: Jerarquización final.....	39
Figura 16: Ubicación del terreno.....	39
Figura 17: Dimensiones del terreno.....	40
Figura 18: Esquema de invernáculo.....	42
Figura 19: Sistema reticulado del invernáculo.....	42
Figura 20: Sistema de ventanas.....	43
Figura 21: Pantalla térmica.....	44
Figura 22: Malla antihierba.....	44
Figura 23: Multi banda tipo dúo.....	45
Figura 24: Dimensiones de la multi banda.....	45
Figura 25: Rollo de multi banda.....	45
Figura 26: Celosía.....	46
Figura 27: Equipo de control de fertirrigación.....	48
Figura 28: Colector de riego.....	49
Figura 29: Layout oficinas.....	53
Figura 30: Layout cabezal de riego y zona de envasado.....	53
Figura 31: Layout invernáculo.....	53
Figura 32: Proporción costos variables.....	61
Figura 33: Proporción de costos fijos.....	62
Figura 34: Tiempo de repago.....	65
Figura 35: Análisis de sensibilidad.....	66

Figura I. 1: Esquema de sistema de raíz flotante.....	87
Figura I.2: Esquema de cultivo en sustrato.....	88
Figura I.3: Sistema Nutrient Film Technique.....	88
Figura I.4: Sistema Deep Flow Technique.....	89
Figura I.5: Sistema New Growing System.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de las variedades de frutillas disponibles en Argentina.....	3
Tabla 2: Escala fundamental de comparación por pares.....	10
Tabla 3: Exportaciones de frutilla.....	22
Tabla 4: Resultados censos nacionales.....	23
Tabla 5: Estimación de la población de Argentina.....	24
Tabla 6: Estimación de la demanda de frutillas.....	24
Tabla 7: Precios mayoristas de frutilla en US\$.....	24
Tabla 8: Soluciones nutritivas típicas.....	33
Tabla 9: Plaguicidas a utilizar.....	35
Tabla 10: Características terrenos.....	38
Tabla 11: Producción anual y mensual.....	41
Tabla 12: Dimensiones del invernadero.....	42
Tabla 13: Utilidad de cada uno de los tanques.....	48
Tabla 14: Requerimientos de espacio.....	52
Tabla 15: Requerimientos de nutrientes.....	54
Tabla 16: Requerimientos de plaguicidas e insecticidas.....	55
Tabla 17: Requerimientos de envases.....	55
Tabla 18: Requerimientos energéticos.....	57
Tabla 19: Ingreso por ventas.....	58
Tabla 20: Resumen componentes directos de la inversión fija.....	59
Tabla 21: Resumen componentes indirectos de la inversión fija.....	59
Tabla 22: Resumen costos variables.....	60
Tabla 23: Resumen costos fijos.....	61
Tabla 24: Flujo de caja.....	63
Tabla 25: Variación del VP y TIR por cambio en el IPV.....	66
Tabla 26: Amortización del préstamo.....	67
Tabla 27: Flujo de caja del inversionista con ingresos por ventas máximo.....	68
Tabla 28: Análisis FODA.....	70
Tabla 29: Requisitos para evaluación del potencial innovador.....	71
Tabla 30: Evaluación del potencial innovador.....	74
Tabla II.1: Matriz de Comparación de Criterios.....	90
Tabla II.2: Matriz de Comparación de Criterios normalizada.....	90
Tabla II.3: Vector Axp.....	91
Tabla II.4: Matriz de Comparación de Alternativas.....	92

Tabla II.5: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.....	92
Tabla II.6: Matriz de Comparación de Alternativas.....	92
Tabla II.7: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.....	92
Tabla II.8: Matriz de Comparación de Alternativas.....	93
Tabla II.9: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.....	93
Tabla II.10: Matriz de Comparación de Alternativas.....	93
Tabla II.11: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.....	93
Tabla II.13: Vector jerarquización.....	94
Tabla III.1: Equipos principales.....	95
Tabla III.2: Gastos en instrumentación y control.....	95
Tabla III.3: Gastos en construcción.....	96
Tabla IV.1: Resumen costos de materia prima.....	97
Tabla IV.2: Resumen costos de envases.....	97
Tabla IV.3: Resumen costos de mano de obra.....	98
Tabla IV.4: Resumen costos de servicios.....	98

TABLA DE SIGLAS

AABE: Agencia de Administración de Bienes del Estado

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

NGS: New Growing System.

PAJ: Proceso de Análisis Jerárquico.

R.V.: Revolución Verde.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abiótico: Que carece de seres vivos.

Aquenio: fruto seco que contiene una sola semilla, cuya envoltura externa no está soldada a la misma.

Biótico: Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos.

Cámbium vascular: Estrato celular de las plantas leñosas, responsable del engrosamiento de tallos y raíces. Es el culpable de hacer que una raicilla se convierte en raíz.

Corola: Segundo verticilo de las flores completas, situado entre el cáliz y los órganos sexuales, y que tiene por lo común vivos colores.

Estambre: órgano masculino de la flor y que en este caso se encuentra compuesto de dos partes: el filamento y la antera

Estigma: Cuerpo glanduloso, colocado en la parte superior del pistilo y que recibe el polen en el acto de la fecundación de las plantas.

Estilo: Columna pequeña, hueca o esponjosa, existente en la mayoría de las flores, que arranca del ovario y sostiene el estigma.

Estolón: Vástago rastroso que nace de la base del tallo y echa a trechos raíces que producen nuevas plantas, como en la fresa.

Herbácea: planta con ausencia de tallos leñosos, a diferencia de los arbustos y árboles.

Hermafrodita: Que reúne ambos sexos.

Híbrido: que procede de la unión de dos individuos de un mismo género pero de especies diferentes.

Infrutescencias: Fructificación formada por agrupación de varios frutillos con apariencia de unidad.

Pedúnculo: Pezón de la hoja, flor o fruto.

Pistilo: Órgano femenino vegetal que ocupa el centro de la flor.

Polinización: Proceso mediante el cual el grano de polen llega al estigma de una flor.

Receptáculo: es la parte de la flor sobre la que se encuentran las diversas partes de las misma.

Recirculante: la solución nutritiva sobrante de un riego es reutilizada para un siguiente riego.

Sépalo: pequeñas hojas de textura rugosa que se encuentran entre el tallo y los pétalos.

Sustrato: cualquier material, de origen natural o sintético, que reemplaza al suelo y cumple la función de sostén de la planta.

Verticilo: conjunto de tres o más ramos, hojas, flores, pétalos u otros órganos, que están en un mismo plano alrededor de un tallo.

Xilema: tejido vegetal compuesto por células muertas, rígidas y linfáticas que conducen la savia y sostienen la planta.

Yema: Brote embrionario de los vegetales constituido por hojas o por esbozos foliares a modo de botón escamoso del que se desarrollarán ramas, hojas y flores.

RESUMEN

El mercado nacional de frutilla en fresco cuenta con un crecimiento anual exponencial mayor al 1,12 % y una demanda actual insatisfecha mínima de 8300 t. Ante esta oportunidad de mercado, este proyecto de inversión tiene como objetivo analizar la factibilidad de la creación de un invernadero para la producción de frutilla con un sistema hidropónico denominado *New Growing System* en su configuración oscilante con multi bandas dúo. Se propone este sistema ya que permite maximizar la cantidad de plantas por hectárea y reducir notablemente el uso de químicos. A partir de la caracterización de la frutilla y las distintas variedades existentes, se selecciona la variedad San Andreas para la realización del proyecto. Luego, se realiza un análisis del mercado de frutilla, exportaciones, importaciones, oferta y demanda local. De esto se concluye que el intercambio de frutilla fresca con otros países es mínimo, principalmente por ser un bien perecedero con un alto costo logístico. También se concluye que en Argentina existe demanda insatisfecha. Luego, se realiza el análisis de factibilidad técnica para la producción de frutilla con el sistema antes mencionado. Se concluye que es viable y que el producto presenta mejores cualidades que el obtenido por medio de los denominados cultivos tradicionales e hidropónicos de otro tipo. Posteriormente, se evalúa el proyecto desde una mirada económica, resultando factible cuando se comercializa el producto al precio máximo del Mercado Central de Buenos Aires. Se logra una tasa interna de retorno del 24 % para una tasa de corte del 19,56 %. Sin embargo, al evaluar la rentabilidad para el inversionista, esta es menor a la mínima aceptable. Luego, se analizan las posibles causas y se concluye que la tasa de rentabilidad mínima aceptable es muy alta por estar transitando un contexto económico inestable. Esto genera que el riesgo país esté por encima de lo normal y por lo tanto ésta aumente. De este modo y para finalizar, se selecciona una estrategia de marketing por si en un futuro se puede ejecutar el proyecto. Por último, con todo el conocimiento creado, se realiza una evaluación del potencial innovador sistema estudiado.

PALABRAS CLAVE

Frutilla, Estudio de mercado, Hidroponia, *New Growing System*, Factibilidad técnica, Análisis económico y financiero.

1. INTRODUCCIÓN

La frutilla es el fruto comestible de un género de plantas pertenecientes a la familia de las rosáceas denominado *Fragaria*. En esta familia de plantas se encuentran otros tipos de frutas como la manzana, pera, durazno, cereza, etc. En la actualidad, la especie cultivada mundialmente es el híbrido *Fragaria x Ananassa*. El origen de esta hibridación se da en Francia en el año 1765 entre las especies salvajes “*Fragaria Chiloensis Europea*” proveniente de Chile y “*Fragaria Virginiana*” proveniente de Norteamérica. Este cruce produjo plantas hermafroditas perfectas, de modo que pueden polinizar sin la necesidad de crecer junto a plantas de diferentes especies. Este suceso fue una innovación radical que generó una especie de plantas fáciles de manipular y producir industrialmente (Fragaria Grupo, 2022).

La planta es del tipo herbácea de bajo porte ya que no posee tallos leñosos a diferencia de los arbustos y árboles. La altura de esta puede alcanzar los 50 cm y ocupar un diámetro de 45 cm aproximadamente (INTA, 2016). La misma presenta un sistema radicular fibroso que alcanza entre 30 a 50 cm de longitud compuesto por raíces y raicillas, que se pueden diferenciar, las primeras tienen cámbium vascular el cual contiene xilema en su interior (INTA, 2016). Las raicillas son ramificaciones laterales de las raíces que realizan prácticamente las mismas funciones que las raíces pero que poseen un periodo de vida corto, apenas unos pares de días.

Las raíces se encargan de realizar el anclaje de la planta, absorber agua y nutrientes, para su utilización o almacenaje para su posterior uso. El tallo está constituido por un eje cónico de 2 a 3 cm de longitud denominado corona del cual emergen las hojas y los distintos tipos de yemas (INTA, 2016). Estas son órganos reproductores que darán lugar a racimos florales cuando la planta se encuentre en estado reproductivo y estolones o coronas cuando se encuentre en estado vegetativo, formando así otra planta.

Las flores de la planta se pueden desarrollar a partir de la yema terminal (se ubican en la punta de una ramilla) o yemas axilares (se ubican debajo de las hojas). La inflorescencia de la planta puede ser basal o distal. En el primer caso, de la yema surgen varias flores de un porte similar, mientras que en el segundo, aparece una flor terminal de mayor tamaño con algunas flores de menor tamaño en sus laterales. Cada flor presenta un cáliz formado por cinco sépalos y una corola con cinco pétalos blancos que tienen numerosos estambres. Estos se encuentran dispuestos en tres verticilos insertos en la periferia de un receptáculo. En el extremo superior del receptáculo se encuentran los órganos femeninos o pistilos, dispuestos en espiral y en número muy variable. Los mismos están formados por el ovario, estilo y estigma, conteniendo un óvulo que, una vez fecundado, dará origen a un aquenio (fruto-

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

semilla). En la figura 1 se puede ver un esquema representativo de la flor con el detalle de sus partes.

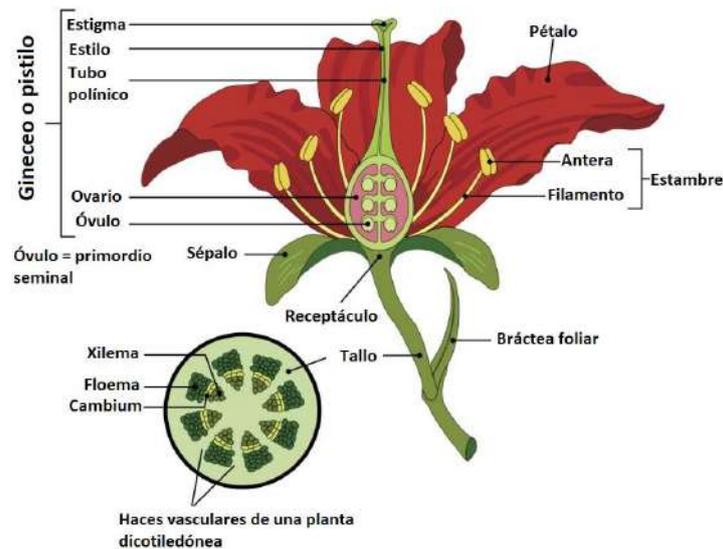


Figura 1: Esquema de la flor de la planta de frutilla.
Fuente: Imagen extraída de Sobre Esto y Aquello (2020).

La planta pertenece al grupo denominado infrutescencias ya que los frutos se desarrollan uno pegado al otro y al juntarse adquieren la apariencia de unidad (como comercialmente la conocemos). Generalmente el fruto tiene un peso medio que ronda entre los 25 a 30 g, sin embargo, se pueden encontrar ejemplares de 50 a 60 g (INTA, 2016).

En el mundo existen cientos de variedades de frutilla provenientes del híbrido *Fragaria x Ananassa*. Cada una de estas se adapta a distintos tipos de clima y fotoperiodos permitiendo así una producción en casi todo el mundo. Según la cantidad de horas luz o horas frío podemos dividir las distintas variedades en tres grupos, de día corto, neutro y largo.

Las variedades de frutilla de día corto tienen la capacidad de inducir la yema floral con menos de 14 horas de luz al día, y con una temperatura que se encuentre entre 8 y 24 °C. Si las temperaturas bajan mucho, serán necesarios días más largos para poder obtener una buena inducción floral. Dentro del grupo de día corto se destacan las variedades Camarosa, Festival, Fortuna, Palomar, Ventana, Sweet Charlie, Benicia, Merced, Oso Grande y Sabrosa, entre otras (INTA, 2015 a).

Las frutillas de día neutro o reflorecientes no dependen del fotoperíodo para que se lleve a cabo el proceso de inducción floral, sólo requieren que la temperatura que se encuentre entre los 8 y 25° C. Este grupo presenta una producción y calibre de fruto más homogéneo a lo largo de la temporada. Son variedades con muy buena aptitud para el mercado fresco, que además representan una excelente alternativa comercial para la producción fuera de temporada a través del cultivo forzado en túnel o invernadero. Se destacan las variedades

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Monterrey, Selva, Santa Andrea, Aromas, Albión, Fern, Portolas, Diamante, Seascape, Cristal y Sweet Ann, Whitney, entre otras. (Portal Frutícola, 2017).

Finalmente, en las frutillas de día largo la inducción floral sucede con periodos de luz superiores a las 14 horas. Las principales variedades son Earligrow, Annapolis, Honeoye, Delmarvel, Seneca, Jewel, Kent, Allstar, Ostara y Rabumda (Escobar Tovar Alejandra, 2017).

Dentro de Argentina, las principales variedades producidas son San Andreas, Frontera, Albion, Petaluma y Monterrey (Revista InterNos, 2021). En la tabla 1 se resumen sus principales características.

Variedad	Tipo	Características
San Andreas	Día neutro	Posee potencial para cultivo en suelo y en hidroponía. Sus frutos son homogéneos y muy resistentes a enfermedades. Tiene muy buena aptitud para el mercado fresco.
Albion	Día neutro	Puede desarrollarse en suelo, sustrato o hidroponía. Tiene una excelente aptitud para el mercado fresco. Su fruto es firme, de calibre uniforme y cuenta con una excelente vida post cosecha.
Monterrey	Día neutro	Muy buena aptitud para el mercado fresco ya que es una variedad que produce frutos de un sabor sobresaliente en dulzor.
Fronteras	Día corto	Variedad con potencial para producción precoz, con frutos de calibre homogéneo y adecuada post cosecha.
Petaluma	Día corto	Producción precoz con frutos de tamaño estándar. Posee buen rendimiento post cosecha y excelente comportamiento ante cambios climáticos.

Tabla 1: Características de las variedades de frutillas disponibles en Argentina.
Fuente: Elaboración propia en base a Agrícola Llahuen (2022).

Hoy en día, la frutilla se comercializa mundialmente y se ha convertido en una de las frutas más populares a nivel mundial. Esto se debe principalmente a su atractivo color rojo intenso, fragancia y gusto. Su consumo se puede realizar en fresco o congelado pero también se utiliza industrialmente para crear un amplio rango de productos comestibles como yogures, mermeladas y jugos hasta productos no comestibles como jabones, cremas, etc. En Argentina el consumo anual per cápita es de 1 kg mientras que a nivel mundial el promedio asciende a los 1,24 kg (ADBlick, 2020).

En el mundo, la demanda de alimentos no ha parado de crecer y tanto las frutas como las hortalizas no se han visto exentas a este cambio (FAO, 2002). Al igual que en todas las áreas industriales, el rubro agrícola se ha apoyado en los avances tecnológicos y productivos para suplir con la demanda creciente de sus productos. La producción de los cultivos se incrementó marcadamente entre los años 1940 y 1970, debido a un aumento en los rendimientos por unidad de superficie como consecuencia del proceso denominado Revolución Verde (R.V.) (INTA, 2011)

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Se considera que la R.V. fue la evolución más grande en el rubro agrícola. Este cambio fue fomentado por el paso de la segunda guerra mundial. Las grandes industrias, sobre todo en Estados Unidos, desarrollaron una enorme acumulación de innovación tecnológica militar que no tuvo un mercado inmediato al término del conflicto bélico. De este modo, surgió la conversión rápida de innovaciones bélicas a usos civiles. Se fabricaron tractores a partir de la experiencia en el diseño de tanques de combate y se elaboraron agroquímicos como producto colateral de una pujante industria químico biológica dedicada a la fabricación de armas de este tipo. (Ceccon, 2008)

El beneficio proveniente de la R.V. fue notable, la producción de frutas y hortalizas se vio incrementada en un promedio del 200 % anual. Las nuevas técnicas de cultivo lograron aumentar el rendimiento de algunos cultivos en hasta un 1000 % por hectárea producida. El aumento en la producción logró reducir el hambre a nivel mundial. Mientras que en la década del 60 el 56 % de la población mundial consumía menos del requerimiento calórico diario recomendable, para mediados de los 90 ese porcentaje se había reducido a tan solo el 10 %, a pesar del aumento poblacional (Láñez E., 2005).

Si bien la mayoría de los cambios producidos fueron benéficos, también se mostraron algunos que fueron un tanto indeseables. Para lograr alcanzar el máximo rendimiento de los cultivos, se necesitaron determinados insumos como abonos especiales químicos, herbicidas para eliminar las malas hierbas que compiten por la tierra, pesticidas para combatir plagas y asegurar el regadío externo. Este método de cultivo requiere niveles tan altos de agroquímicos que no solo degradan el suelo, si no también favorecen a la predisposición de enfermedades tales como el cáncer. Además, realiza un uso excesivo de agua como método de riego para poder cultivar y este consumo cada vez es mayor (Sarandón y Flores, 2014).

Como se mencionó anteriormente, en su momento la R.V. resultó esencial para solventar problemas críticos en el planeta tierra. Sin embargo, las prácticas provenientes de la misma, hoy en día no logran aumentar la producción al ritmo que lo hace el consumo. La tasa de incremento en la productividad se ha frenado en los últimos tiempos (Láñez E., 2005). Por otra parte, la disponibilidad de suelos para producción es ya muy escasa y habría que preparar zonas para el cultivo que hoy en día tienen un alto valor ecológico y que sustentan la biodiversidad. Por último, la mayoría de las tierras cultivadas hoy en día son irrigadas externamente produciendo un consumo excesivo de agua potable. Esto es generado por el aumento de la temperatura en el planeta tierra que hace que las mismas se sequen más rápido, disminuyendo así su fertilidad y por consecuencia su productividad.

Finalmente, hace ya unos años, se lograron obtener avances tecnológicos en los denominados “cultivos hidropónicos”. Este método se basa en cultivar plantas sin tierra y si

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

bien parece moderno las primeras investigaciones comenzaron en el siglo XVII. Hoy en día comenzó a popularizarse ya que logra solventar varios problemas de los cultivos tradicionales y permite mayor producción por hectárea. Todo indica que este método de cultivo es el futuro (PSCI, 2020).

Este método innovador permite el cultivo de todo tipo de plantas sin tierra. Existen varios sistemas diferentes, algunos utilizan sustratos y otros no. Sin embargo, todos tienen algo en común, los nutrientes que requiere la planta son mayormente diluidos en agua y luego aplicados a las raíces de las plantas.

Las ventajas que trae este método de cultivo frente al tradicional son muchas, no utiliza tierra, se reduce el uso de agroquímicos, se reduce el consumo de agua, permite cultivos más cercanos a las zonas de consumo reduciendo así la huella de carbono creada por el transporte de la mercadería, minimiza el riesgo productivo, permite mayor uniformidad en el producto, y logra rendimientos hasta 10 veces mayor que en los cultivos tradicionales (Beltrano J. y Gimenez D., 2015).

Tras la llegada de este novedoso método de cultivo a nivel industrial, los productos que más éxito han tenido son las verduras de hojas verdes como la lechuga, rúcula, espinaca y albahaca, entre otras. Sin embargo, existe otro rubro que ha tenido auge en los últimos años que es el de frutas finas como la frutilla, arándano, mora, frambuesa, etc (Jeannot, 2019).

En el mundo, la demanda de las frutas finas es creciente e insatisfecha. Luego es interesante estudiar el método de producción para este tipo de cultivos, en especial el de la frutilla que es la fruta que mayor demanda presenta entre las mencionadas anteriormente (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2014).

Luego, este trabajo tiene como objetivo analizar la factibilidad de crear una empresa que produzca frutilla hidropónica con un sistema en particular, el cual es recirculante y no utiliza sustrato, denominado “*New Growing System*”¹. Para lograr esto, se comenzará el trabajo con un análisis del mercado de la frutilla incluyendo dentro de este la oferta y la demanda existente. Tomando en consideración el mismo, se realizará la estimación de la capacidad productiva de la empresa. Luego, se estudiará la factibilidad técnica del NGS en la Argentina. Posteriormente, se definirá la ubicación en la cual se instalará la empresa; y los equipos necesarios para la producción. Seguido a esto, se realizará una evaluación económica y financiera para analizar la viabilidad del proyecto. Finalmente, y con toda la información recabada, se seleccionará una estrategia de marketing y se evaluará el potencial innovador del sistema comparándolo con otros métodos.

¹ Nuevo sistema de cultivo

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Proceso de estudio de un proyecto

En el siguiente proyecto de inversión se evalúa la instalación de un invernadero de frutillas hidropónicas.

Para recomendar la aprobación de cualquier proyecto, es preciso estudiar un mínimo de dos viabilidades que condicionarán el éxito o el fracaso de una inversión: la viabilidad técnica y la económica. Cualquiera de ellas que llegue a una conclusión negativa determinará que el proyecto no se lleve a cabo. La viabilidad técnica busca determinar si es posible, física o materialmente, la realización del proyecto. La viabilidad económica busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la inversión que demanda su implementación. (Sapag Chain, 2007).

2.2. Segmentación

La segmentación de mercados consiste en dividir la población total de clientes en un número variable de grupos homogéneos, con base en ciertos tipos de comportamientos de sus miembros.

Uno de los conocimientos claves en la segmentación de mercados industriales es el reconocimiento de que los clientes son organizaciones, que la unidad de toma de decisiones está formada por varios individuos que interactúan dentro de un contexto formal y que, además, juegan un rol muy concreto en el desempeño de su labor profesional. Por lo tanto, el proceso de segmentación de mercados industriales debe considerar dichas particularidades. A partir de esta realidad, se proponen los conceptos de micro y macro segmentación.

Los macrosegmentos están formados por organizaciones con características similares, y que tienen una relación directa con los esfuerzos de marketing realizados por el proveedor. Representan los segmentos de mercado tradicionales, basados en variables como el tipo de industria, sector, tamaño, etc. (Mesonero y Alcaide, 2012).

Por otro lado, los microsegmentos son grupos homogéneos de compradores dentro de los macrosegmentos. En este caso las variables de segmentación son comportamentales, que ayudan a definir a los miembros que participan en los procesos de compra. Por lo tanto, dentro de un macrosegmento definido por el sector al que pertenece, los microsegmentos pueden definirse atendiendo a la composición del centro de compra, los criterios de compra empleados y el nivel de riesgo percibido. (Mesonero y Alcaide, 2012).

2.3. Localización

La localización de una instalación es el proceso de elegir un lugar geográfico entre varios para realizar las operaciones de una empresa. En las decisiones sobre localización hay que elegir entre sitios múltiples en donde los criterios, por lo general, se circunscriben a cuestiones de costo, rentabilidad, tiempos de respuesta, cercanía a determinados lugares o algún otro de acuerdo a las características de la empresa o actividad llevada a cabo.

La importancia de las decisiones sobre localización de instalaciones viene justificada por dos razones principales. En primer lugar estas decisiones entrañan una inmovilización considerable de recursos financieros a largo plazo, pues las instalaciones son generalmente costosas, sobre todo si se trata de sofisticadas plantas de fabricación. Una vez construidas, la inversión efectuada no es recuperable sin sufrir graves perjuicios económicos (algunos de los costos en que se incurre no son realizables), además del tiempo y el esfuerzo empleados. Por tanto, se trata de una decisión rígida que compromete a la empresa durante un largo período de tiempo; no obstante, en algunos casos, la compañía puede optar por instalaciones menos costosas o por alquilarlas, lo cual permite restar rigidez a esta decisión. En segundo lugar, son decisiones que afectan a la capacidad competitiva de la empresa; así, una buena elección favorecerá el desarrollo de las operaciones de forma eficiente, mientras que una incorrecta impondrá considerables limitaciones a las mismas (Carro Paz y Gonzalez Gomez, 2012).

Para elegir la correcta ubicación de la organización, se utilizará un método de selección de alternativas denominado PAJ, que será analizado en el apartado 2.5.

2.4. Fuerzas de Porter

El modelo de las cinco fuerzas de Porter es muy utilizado para desarrollar estrategias desde el análisis competitivo. Según esta teoría, la competitividad en una industria se compone de cinco fuerzas (Porter, 1979):

1. Rivalidad entre las empresas competidoras: Es, por lo general, la más poderosa de las cinco fuerzas competitivas. Para una corporación será más difícil competir en un mercado donde los competidores estén muy bien posicionados y sean muy numerosos, ya que estará constantemente enfrentada a guerras de precios, campañas publicitarias agresivas, aumento en la calidad, nuevas características en los productos, entre otros.

2. Ingreso potencial de nuevos competidores: El mercado es atractivo dependiendo de si las barreras de entrada son fáciles o no de franquear por nuevos participantes que puedan llegar con nuevos recursos y capacidades para apoderarse de una porción del mercado. Las barreras de ingreso incluyen la necesidad de lograr rápidamente

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

economías de escala, reconocimiento de la marca y relaciones estrechas con los clientes, entre otras.

3. Desarrollo potencial de productos sustitutos: La presencia real o potencial de productos sustitutos establece un límite de precio antes de que los consumidores prefieran adquirir un bien alternativo.

4. Capacidad de negociación de los proveedores: Cuando los proveedores estén muy organizados gremialmente, tengan fuertes recursos y puedan imponer sus condiciones de precio y tamaño del pedido, menos atractivo será el mercado. La situación será aún más complicada si los insumos que suministran son clave para la empresa, no tienen sustitutos o son pocos y de alto costo. También, no será conveniente cuando al proveedor le interese integrarse hacia adelante.

5. Capacidad de negociación de los consumidores: Un mercado no será atractivo cuando los clientes están muy organizados, el producto tiene varios o muchos sustitutos, el producto no es muy diferenciado o es de bajo costo para el cliente, lo que permite que pueda hacer sustituciones por igual o a muy bajo costo. A mayor organización de los compradores mayores serán sus exigencias en materia de reducción de precios, de mayor calidad y servicios y por consiguiente la corporación tendrá una disminución en los márgenes de utilidad. La situación se hace más crítica si a las organizaciones de compradores les conviene estratégicamente integrarse hacia atrás.

2.5. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

2.5.1. Metodología

El PAJ, propuesto por Thomas Saaty en 1980, es un método cuantitativo que está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado del PAJ es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. En un ambiente de certidumbre, el PAJ proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos relativos a las alternativas de decisión, adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos pero que pueden ser relevantes en algunos casos. El PAJ, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar. El PAJ es una herramienta metodológica que ha sido

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

aplicada en varios países para incorporar las preferencias de actores involucrados en un conflicto y/o proceso participativo de toma de decisión. (Saaty, 1980)

2.5.2. Estructura

Una de las partes más relevantes del PAJ, consiste en la estructuración de la jerarquía del problema, etapa en la cual el grupo decisor involucrado debe lograr desglosar el problema en sus componentes relevantes.

La jerarquía básica está conformada por una meta y objetivo general, criterios y alternativas. Los pasos a seguir para la estructuración del modelo jerárquico son:

1. Identificación del problema: Es la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas de las que se dispone o la priorización (ranking) de ellas. Dichas alternativas serán comparadas unas con otras mediante la evaluación de criterios establecidos que permitan conocer los pro y los contras incorporados en cada una de ellas. Normalmente se requiere invertir varias horas para identificar el problema real y principal, lo cual puede darse después de una serie de discusiones en las que se han listado muchos problemas y es necesario priorizarlos y decidir cuál se seleccionará para su análisis. (Toskano Hurtado, 2005).

2. Definición del objetivo: Un objetivo es una dirección identificada para mejorar una situación existente. El mismo está en un nivel independiente y los otros elementos de la jerarquía que serán los sub-objetivos o criterios, subcriterios y alternativas apuntan en conjunto a la consecución del mismo. Hay objetivos de largo, mediano y corto plazo y esta diferenciación influirá directamente en la construcción del modelo jerárquico. Serán establecidos por el grupo decisor involucrado. Vale la pena tener en cuenta que la definición de objetivos puede ser una tarea difícil porque algunas veces serán contrapuestos entre las personas. No obstante, estos deben representar las necesidades e intereses generales. (Toskano Hurtado, 2005)

3. Identificación de criterios: Son las dimensiones relevantes que afectan a los objetivos y deben expresar las preferencias de los implicados en la toma de decisión. Se deben incluir aspectos cuantitativos y cualitativos a tener en cuenta al momento de decidir. Normalmente hay aspectos cualitativos que pueden incidir fuertemente en la decisión, pero que no son incorporados debido a su complejidad para definirles algún esquema de medición que revele su grado de aporte en el proceso de toma de decisión.

4. Identificación de alternativas: Corresponden a propuestas factibles mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general. Cada una de las alternativas presenta características con pro y contras.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

El problema puede ser representado gráficamente a través de un árbol de jerarquías (figura 2).

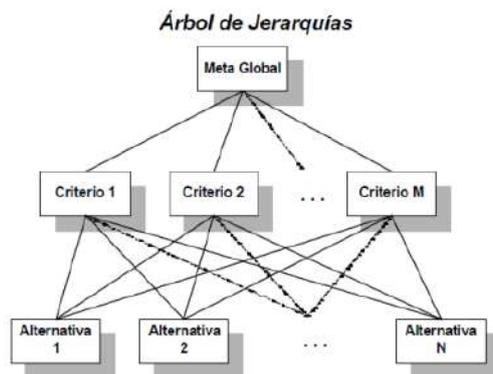


Figura 2: Árbol de jerarquías.
Fuente: Toskano Hurtado (2005).

2.5.3. Evaluación del modelo

En la evaluación se examinan los elementos del problema aisladamente por medio de comparaciones binarias utilizando la base matemática del PAJ que se describe en el Anexo II.

En primer lugar se establecen las prioridades. Se debe seleccionar una preferencia con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Se utilizan comparaciones binarias para establecer medidas de prioridad tanto para los criterios como para las alternativas de decisión. Las comparaciones binarias son las bases fundamentales del PAJ. Se emplea la escala de Saaty con valores de 1 a 9, que se muestra en la tabla 2, para calificar las preferencias relativas de los dos elementos.

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Tabla 2: Escala fundamental de comparación por pares.
Fuente: Elaboración propia en base a Saaty (1980).

Estas valoraciones se presentan en las matrices de comparaciones binarias de manera tal de desarrollar las prioridades de las alternativas en términos de cada criterio de

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

selección y también para fijar las prioridades para la totalidad de los criterios en términos de la importancia que cada uno tiene al contribuir al objetivo o meta global.

En segundo lugar, se realiza la sintetización. Una vez que se elaboran las matrices de comparaciones binarias se puede calcular lo que se denomina prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. El proceso matemático preciso que se requiere para realizar tal sintetización implica el cálculo de valores y vectores característicos. Estos vectores proporcionan las prioridades relativas de las alternativas de decisión respecto a cada criterio y también las prioridades relativas de los criterios respecto al objetivo o meta global.

Una vez terminada la sintetización, se confecciona el análisis de consistencia. Una consideración importante en términos de la calidad de decisión final se refiere a la consistencia de juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. La consistencia perfecta es difícil de lograr ya que los juicios son realizados por personas. Si el grado de consistencia es aceptable, se puede continuar con el proceso de decisión. Si el grado de consistencia es inaceptable, quién toma las decisiones debe reconsiderar y modificar sus juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis. En el Anexo II se explican en profundidad los pasos para la evaluación del modelo.

Luego de realizar la totalidad de comparaciones se obtiene el resultado final. Este resultado está basado entonces, en las prioridades, en la emisión de juicios y evaluación hecha a través de las comparaciones de los componentes del modelo jerárquico, llevada a cabo por los actores. (Toskano Hurtado, 2005)

2.6. Inversión total

La inversión total es la cantidad de dinero necesaria para poner un proyecto en operación. Dicha inversión se puede integrar por capital propio, créditos de organismos financieros nacionales o internacionales, y de proveedores. La inversión total requerida para realizar y operar el proyecto se compone de dos partes: inversión fija total y inversión en capital de trabajo.

La inversión fija total es la cantidad de dinero necesaria para construir totalmente una planta de proceso, con sus servicios auxiliares y ubicarla en situación de poder comenzar a producir. Es la suma del valor de los activos tangibles (maquinaria, terreno, edificios, instalaciones auxiliares) e intangibles (patentes, conocimientos técnicos, gastos de organización).

Para la estimación de la inversión fija se aplicará la metodología desarrollada por Chilton. La misma posibilita extrapolar la inversión de un sistema completo con un error de entre un 10 % y un 15 %. Este método pondera el valor de los costes de la instalación con una serie de factores a partir del valor total de los equipos (Martínez Galera S., 2015).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Por otra parte, la inversión en capital de trabajo comprende las disponibilidades de capital necesario para que una vez que la planta se encuentre instalada y puesta en régimen normal de operación, pueda operar a los niveles previstos en los estudios técnico-económicos. Es el capital adicional con el que se debe contar para que comience a funcionar el proyecto, esto es financiar la producción antes de percibir ingresos por ventas (FAO,1999).

2.7. Costos de producción

Los costos de producción o costos de operación son los gastos involucrados en mantener un proyecto, operación o una pieza de un equipo en producción. Los costos de producción pueden dividirse en costos variables (proporcionales a la producción) y costos fijos (independientes de la producción). (FAO,1999).

2.8. Método de la línea recta

La depreciación es la disminución en el precio o valor de un bien conforme al paso del tiempo. El procedimiento más utilizado para calcularla es el método de la línea recta.

Este método utilizado para calcular la depreciación considera que el activo se gasta o deteriora uniformemente con el paso del tiempo sin importar la medida con la que es usado. La fórmula utilizada para su cálculo se muestra en la ecuación 1. (Chamba Escobar, M.E., 2019)

$$Depreciación = \frac{\text{Costo del activo} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida útil}} \quad (1)$$

Donde:

- Costo del activo: Valor pagado por el activo en la fecha de adquisición del mismo.
- Valor de salvamento: Monto que la empresa puede recuperar si vende el activo al final de su vida útil.
- Vida útil: Tiempo de vida o uso del activo fijo.

2.9. Rentabilidad

La rentabilidad es la relación que existe entre el beneficio obtenido por la actividad y la inversión realizada en la misma.

2.9.1. Flujo de caja

El flujo de caja es el movimiento de dinero hacia o desde una empresa. Se define como la diferencia entre los ingresos por ventas y los costos operativos (sin los costos de depreciación), y descontando el pago de impuestos.

2.9.2. Valor presente

El valor presente es la cantidad de dinero requerida al comienzo del proyecto, además de la inversión total, que, invertida a una tasa de interés pre-asignada, pueda producir ingresos iguales a, y al mismo tiempo que, los flujos de caja del proyecto. La fórmula utilizada para su cálculo se muestra en la ecuación 2.

$$VP = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - IT \quad (2)$$

Donde:

- FC= Flujo de caja de cada año.
- IT= Inversión total del proyecto.
- i= tasa de interés.

2.9.3. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno constituye la tasa de interés a la cual se debe descontar los flujos de efectivo generados por el proyecto a través de su vida económica para que estos se igualen con la inversión (Canales Salinas Ricardo, 2015). Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor presente, hace que este sea igual a 0. Su cálculo se indica en la ecuación 3.

$$0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - IT \quad (3)$$

2.9.4. Tiempo de repago

El tiempo de repago se define como el tiempo exacto que requiere una empresa para recuperar su inversión inicial en un proyecto. (Canales Salinas Ricardo, 2015)

En caso de que los flujos de caja del proyecto sean uniformes, el tiempo de repago se puede calcular utilizando la ecuación 4.

$$\text{Tiempo de repago} = \frac{IF-L}{FC} \quad (4)$$

Donde:

- IF= Inversión fija.
- L= Valor residual.
- FC= Flujo de caja.

Si los flujos de caja varían año a año, el tiempo de repago se debe determinar gráficamente.

2.10. Análisis FODA

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Las fortalezas y debilidades son referidas a la organización. Las oportunidades y amenazas, en cambio, son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas.

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. (Ponce Talancón, 2006)

Thompson y Strikland (1998) establecen que el análisis FODA estima el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es, las oportunidades y amenazas.

2.11. Estrategias genéricas de Porter

Porter (1980), identifica tres estrategias genéricas, las cuales pueden ser usadas individualmente o en combinación, para crear una posición defendible a largo plazo y sobresalir por encima de los competidores en el sector industrial. Estas tres estrategias se diferencian en función de la ventaja competitiva que generan y el ámbito en el que compiten, y se conocen como : liderazgo en costos, diferenciación y enfoque o segmentación.

Por un lado, liderar en costos supone para una empresa la capacidad de reducir costos en todos los eslabones de la cadena de valor, para luego trasladar este ahorro al precio final del producto. La segunda estrategia genérica (diferenciación) consiste en diferenciar el producto o servicio que se ofrece, creando así algo que en la industria entera se percibe como único. Por último, el enfoque o segmentación radica en focalizarse sobre un grupo de compradores en particular, en un segmento de la línea del producto, o en un mercado geográfico.

2.12. Evaluación del potencial innovador

Para que un producto sea innovador, debe ser creativo y tener éxito en el mercado. Uno de los principales problemas que tienen las empresas es que hasta que no venden su nuevo producto, no saben si el mismo tendrá éxito o no. Para evitar dicho problema, es necesario hacer una evaluación del potencial innovador.

Un proceso genérico de desarrollo de un producto consta de 5 fases. La primera fase es la de detección de oportunidades en el mercado, esta finaliza con la redacción de las

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

especificaciones que el producto debe cumplir. A partir de esas especificaciones se generan y seleccionan los conceptos de producto que mejor cumplen las especificaciones (fase 2), y de esos conceptos de producto (bocetos) se realiza el diseño del producto y del proceso (fase 3). Una vez diseñado en conjunto el producto se optimiza y valida el diseño, para después de diseñar nuevamente el producto y obtener los planos en detalle con los que se realiza la industrialización y venta del producto. El método de evaluación determina el potencial innovador de un producto en la fase de diseño conceptual. Esta técnica cuenta de tres fases:

1. Selección de requisitos de diseño innovadores
2. Valoración del grado de novedad de los diseños conceptuales
3. Evaluación y selección del potencial innovador de los diseños conceptuales

En la primera fase se pretende incidir en el posible éxito del producto en el mercado. Así, se clasifican los requisitos de diseño en requisitos esperados, unidimensionales y de sobre satisfacción. Un requisito esperado es aquel que el cliente siempre espera del producto. Por otra parte, un requisito unidimensional proporciona mayor satisfacción al usuario cuanto mayor es su nivel de aparición y viceversa. Por último, un requisito de sobre satisfacción es inesperado por el usuario, y en caso de encontrarlo supone una gran complacencia. Luego de clasificar los requisitos, se extraen aquellos a los que el cliente les da mayor importancia. Se supone que los requisitos básicos siempre se cumplen en los conceptos de producto, y por tanto, se seleccionan los requisitos de diseño que correspondan con los dos últimos tipos (unidimensional y sobre satisfacción), ya que se podrá conseguir más éxito en el mercado si se innova en ellos. Si el cliente los encuentra en el producto final estará más satisfecho, y como consecuencia hablará bien del producto, y este se venderá mejor.

En la segunda etapa, se establece el tipo de innovación de producto que se origina con el diseño conceptual. La innovación puede ser de 3 tipos:

- Innovación radical: Implica una ruptura con lo ya establecido.
- Innovación incremental: Se trata de pequeños cambios que, aisladamente son poco significativos, pero acumulativamente constituyen una base de progreso.
- Innovación moderada: Aquellas modificaciones que añaden novedades en el producto, la marca o los métodos de producción, sin promover un cambio muy brusco.

En la tercera y última etapa, se evalúa el diseño conceptual para determinar su potencial innovador. Como se mencionó anteriormente para que un producto sea innovador debe ser creativo y tener éxito. El éxito del producto se considera con las variables: tipo de requisito de diseño (unidimensional o de sobre-satisfacción) y las variables de influencia (comparación con el mercado, eficiencia económica, evaluación comercial y la estrategia de

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

la empresa). La novedad o creatividad del diseño se tiene en cuenta con las variables: tipo de innovación y patentabilidad. (Justel Lozano, 2006)

3. DESARROLLO

3.1. Estudio de mercado

3.1.1. Definición del producto

Este proyecto se centrará en el estudio de la variedad “San Andreas” (figura 3), ya que posee potencial para ser cultivada mediante hidroponía, sus frutos son homogéneos y es muy resistente a enfermedades. Además, al ser una frutilla de día neutro, puede producirse fuera de temporada a través de cultivo forzado.

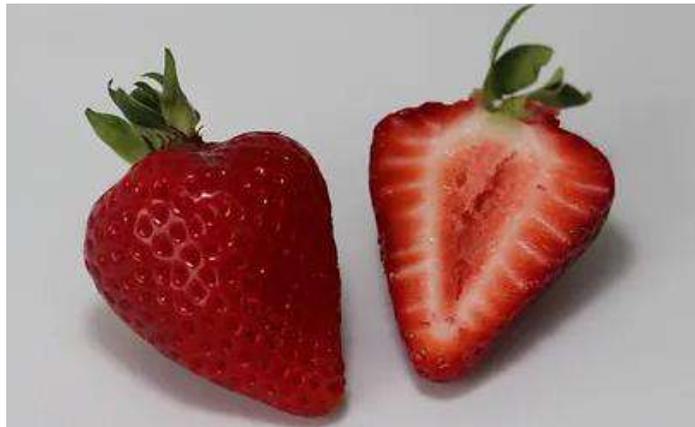


Figura 3: Interior de la frutilla de la variedad San Andreas.
Fuente: Agrícola Llahuen (2022).

3.1.2. Composición nutricional del fruto

La frutilla es conocida por ser una fruta rica en vitamina C, betacarotenos, minerales y antioxidantes. La misma cobró popularidad en este último tiempo gracias a una transformación cultural hacia una dieta más saludable por considerarse un alimento sano. Además, es un buen protector contra enfermedades como el cáncer, la gota, artritis y la anemia (INTA, 2015 a).

En una porción de 100 g el fruto aporta 134,1 Kcal y está compuesto por 90,1 % de agua. Provee un total de 563 mg entre proteínas y aminoácidos, 6,86 g de carbohidratos, 0,36 g de grasas, 212,7 mg de minerales y 60,3 mg de vitaminas siendo la más predominante la tipo C con un total de 58,8 mg (Nutrition Data, 2022).

3.1.3. Macro segmentación y mercado objetivo

Para la comercialización de la frutilla se definen dos productos y dos mercados distintos: frutilla fresca o congelada para la venta en el mercado interno o para exportación. Los mercados de fruta congelada quedan exentos en este trabajo ya que la empresa se dedicará a la producción primaria y a la comercialización en fresco. En lo que respecta al fruto

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

fresco se descarta el mercado de exportaciones ya que se han realizado pruebas en el pasado para la venta a países limítrofes y esta no ha tenido éxito (Topinfo, 2020). Esto se debe principalmente a que se produce mucha merma por ser un producto perecedero. Por lo tanto, queda definido como mercado objetivo el argentino de frutilla fresca. El tipo de segmentación que queda definida es de mercado-producto (figura 4) ya que se ofrecerá un producto idéntico (frutilla fresca) a un grupo de clientes específico (mercado interno) con el mismo tipo de tecnología (hidroponía NGS).

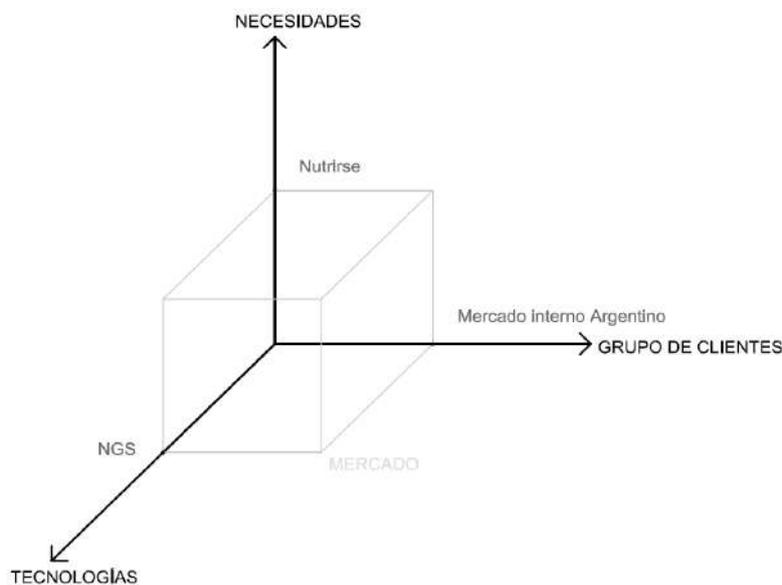


Figura 4: Estrategia de macro segmentación.

Fuente: Elaboración propia en base a Mesonero y Alcaide (2012).

3.1.4. Calidad del producto

Los clientes que se encuentran dentro de este mercado buscan una fruta de calidad. La exigencia con respecto a esta se ha elevado en virtud del aumento de la información disponible y la diversificación de la oferta.

En la Resolución N° 866 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2012) se establecen los siguientes requisitos mínimos para la condición del fruto puesto a la venta.

Requisitos específicos:

Madurez:

El color deberá ser rojo característico, y estar como mínimo en el 75 % de la superficie del fruto, sin presencia de punta verde (se determina visualmente).

Firmeza:

La frutilla deberá ser firme al tacto. No se acepta la presencia de fruta sobremadura.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Tamaño:

Serán clasificadas según el diámetro transversal.

- Tamaño grande o clase 1: Frutillas con diámetro mayor a 25 mm.
- Tamaño mediano o clase 2: frutillas con diámetro mayor a 15 mm y menor a 25 mm

Para la comercialización de frutos de tamaño “grande” la diferencia entre el diámetro entre la fruta más grande y la menor no podrá exceder los 10 mm dentro de un mismo envase.

A su vez, para ambas clases se admite hasta un 15 % de unidades no pertenecientes al calibre y el número de envases que no cumplan con la tolerancia de tamaño no podrá exceder el 20 % del número de muestras.

Sabor:

Tanto la fruta fresca debe tener un sabor característico de la variedad y estar libre de sabores extraños. Este atributo surge de la relación entre el valor de sólidos solubles (contenido de azúcares, índice de refracción) y la acidez titulable. Para un sabor aceptable se recomienda un mínimo de 7% de sólidos solubles, cómo se mencionó anteriormente y/o un máximo de 0,8 % de acidez titulable.

- Determinación de sólidos solubles según método N° 8B, 1968, de la FIJUG.
- Determinación de ácido titulable (ácido total) según método N° 3, 1968, de la FIJUG.

Defectos:

- Ausencia de cáliz: no se aceptan frutos sin cáliz.
- Ausencia de agua sobre el fruto.
- Materias extrañas: no se aceptará la presencia de ninguna materia extraña (polvo, hojas, piedras, etcétera).
- Pedúnculo: de 2 mm a 3 mm verde no deseado. No se aceptan frutos sin pedúnculo.
- Frutos podridos: ausencia, se determina visualmente.
- Frutos dañados (por pájaros, cicatrices, heridas, quemaduras leves de sol, magulladuras, daños por congelación, daños por insectos): Tolerancia de 5 %. Cantidad de frutos dañados cada 100 unidades.
- Frutos deformes: Tolerancia del 5 %. Cantidad de frutos deformes cada 100 unidades.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Frutos manchados: Se considera defecto cuando supere el 10 % de la superficie de la fruta. Tolerancia de 5 %. Cantidad de frutos manchados cada 100 unidades.

Tolerancia: la sumatoria de defectos mencionados (que poseen tolerancia) no debe superar el 10 % del total de unidades por envase. No obstante no podrá presentarse en un mismo envase la totalidad de los defectos detallados.

Vida útil:

La vida útil del producto es de 7 días, contados desde la cosecha hasta la comercialización, bajo las siguientes condiciones de almacenamiento:

- Temperatura óptima: Entre 0° y 1° C.
- Humedad Relativa óptima: Entre 90 a 95 %.

Agroquímicos

Se deberá demostrar el uso de productos aprobados por el organismo oficial competente, encontrándose los mismos dentro de los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos para este cultivo en la citada Resolución N° 934/2010 “Requisitos en límites máximos de residuos nacionales que deben cumplir los productos y subproductos agropecuarios para el consumo interno”.

3.1.5. Microsegmentación

Dentro del mercado local se puede encontrar dos tipos de consumidores. Por un lado encontramos un grupo de clientes que busca una fruta de excelencia y que estaría dispuesto a pagar una diferencia de precio para recibir un producto de mayor calidad. En este grupo, también encontramos a las personas que prefieren obtener un producto “más limpio”, con menos agroquímicos, pesticidas, herbicidas y que contamina menos hasta llegar a las manos del cliente. Por otro lado, encontramos a los clientes que si bien buscan una fruta de calidad, no son tan exigentes con respecto a la misma ya que tienen mayor sensibilidad al precio que a la calidad. Es por esto que, se decide micro segmentar el mercado interno argentino de fruta fresca en dos a partir de los tópicos antes mencionados.

Si bien la producción de frutilla hidropónica en este tipo de sistemas es homogénea y de gran calidad, se pueden dividir por frutos de diferentes características. Por un lado los frutos con características ideales ya sea de tamaño grande o mediano, y por otro lado los frutos que presenten algún tipo de cualidad que merme la calidad. Las características que pueden tener este tipo de frutillas de calidad inferior son: quemaduras leves por el sol,

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

magulladuras, daños por congelación (heladas), daños por insectos, deformidades o manchas.

Tras esta diferenciación, podemos crear dos grupos de productos que estarán enfocados a los dos tipos de sectores diferentes. Por esto, se comercializará el producto de mejor calidad en contenedores de 250 g y 500 g en los que se pondrá la marca y los beneficios provenientes de la producción hidropónica en una etiqueta con el fin de que la empresa cree una identidad propia. Por otra parte, la frutilla de menor calidad, se comercializará a granel ya que la misma al llegar a la frutería se vende sin información de la empresa productora lo que no permite generar una atracción semejante del consumidor final para con la marca. Cabe aclarar que, si bien el producto a granel será de menor calidad, este deberá poseer la calidad mínima requerida que fue mencionada anteriormente.

Se realizará por lo tanto una microsegmentación de especialización de producto (figura 5). Es decir, que existe un producto producido con el mismo tipo de tecnologías pero clasificado para dos mercados diferentes.

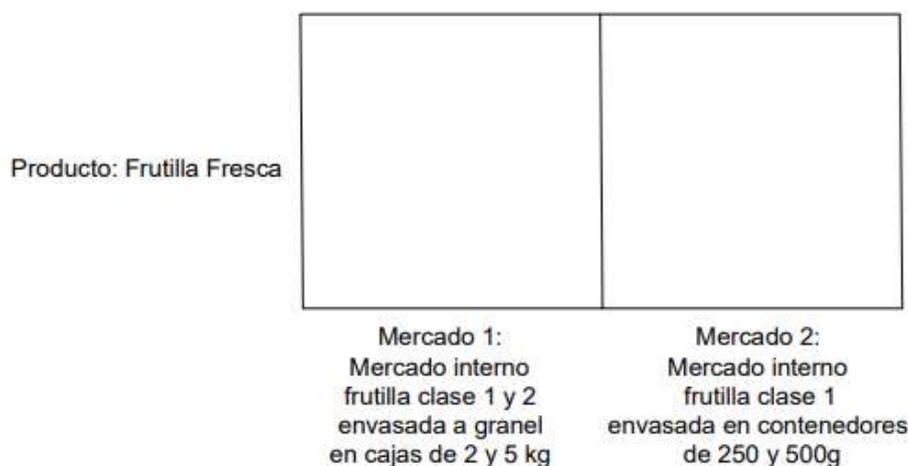


Figura 5: Estrategia de microsegmentación “especialización de producto”.
Fuente: Elaboración propia en base a Mesonero y Alcaide (2012).

3.1.6. Oferta

En la Argentina hay 1.300 hectáreas dedicadas a la producción de frutillas (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2017), las cuales se reparten entre las provincias de Tucumán (40 %), Santa Fe (30 %), Buenos Aires (15 %), Neuquén (8 %), Río Negro (8 %) y Mendoza (1 %). Sabiendo que los rendimientos promedios son de 25.000 a 30.000 kg/ha (INTA, 2015 a), se obtiene una producción anual que ronda entre las 32.500 y 39.000 t.

En cuanto al intercambio comercial, Argentina exporta principalmente frutillas congeladas del tipo IQF (congelado rápido por unidad). Además, una parte de la exportación se realiza dentro de otros productos como jabón, yogur, cremas cosméticas, etc. En lo que

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

respecta a la fruta fresca, el intercambio no es significativo. Esto se debe al corto periodo de caducidad del producto y a que su transporte se debe realizar en frío generando un incremento notable en los costos. En la tabla 3 se puede observar la cantidad de toneladas de frutillas exportadas año a año.

Año	Cantidad (t)
2013	4450
2014	5510
2015	4010
2016	3081
2017	3134
2018	377
2019	5880
2020	7720
2021	7030
2022	2819

Tabla 3: Exportaciones de frutilla.

Fuente: Elaboración propia en base a Scavage (2022).

En relación a las importaciones, Argentina no suele adquirir frutillas provenientes de otros países.

3.1.7. Demanda

El consumo de frutilla fresca en Argentina es de 1 kg por habitante al año (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2017). Considerando que los resultados del censo realizado en el mes de mayo del 2022 indican que en el país habitan alrededor de 47.300.000 de personas, se puede estimar una demanda anual de 47.300 t de frutillas frescas.

Teniendo en cuenta que la oferta de frutillas es de alrededor de 39.000 t anuales, y que un porcentaje de dicho valor se exporta, se puede afirmar que existe demanda insatisfecha. Además, como consecuencia de los cambios en los hábitos de consumo (preferencia por una dieta más saludable) y la mayor concentración de población en los centros urbanos, se espera que el consumo de frutillas se incremente fuertemente en los próximos años. En cuanto a la frutilla hidropónica, este crecimiento también puede verse empujado por la tendencia hacia un consumo sostenible que se caracteriza por un uso adecuado de los recursos, la minimización de desechos y la reducción de la contaminación.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Se efectúa una estimación de la demanda de frutillas para los próximos 5 años. Para ello se utilizan los valores de población obtenidos en los censos realizados en el país que se pueden observar en la tabla 4.

Año	Población
1869	1.877.490
1895	4.044.911
1914	7.905.502
1947	15.803.827
1960	20.013.793
1970	23.364.431
1980	27.949.480
1991	32.615.528
2001	36.260.130
2010	40.117.096
2022	47.327.407

Tabla 4: Resultados censos nacionales.

Fuente: Elaboración propia en base al Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022).

Para estimar la población se utilizó una curva de tendencia polinómica de segundo grado. De esta manera se obtiene un valor de coeficiente de determinación (R^2) de 0,9993 (figura 6). Esto significa que el modelo seleccionado se ajusta correctamente a la variable analizada.

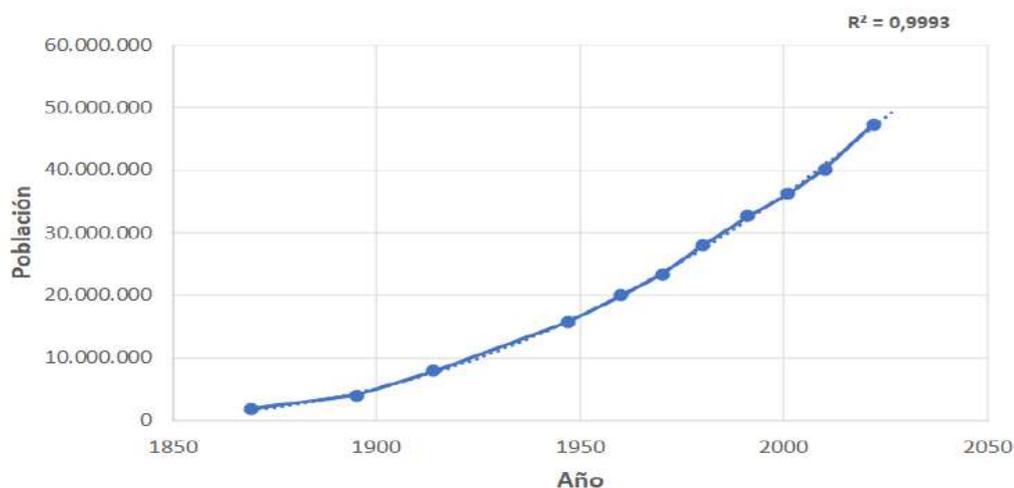


Figura 6: Proyección del crecimiento de la población de Argentina.

Fuente: Elaboración propia en base al Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022).

A partir del análisis se obtienen los valores de población para los próximos 5 años (tabla 5).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Año	2023	2024	2025	2026	2027
Población (cantidad de habitantes)	47.498.000	48.030.228	48.565.490	49.103.786	49.645.116

Tabla 5: Estimación de la población de Argentina.

Fuente: Elaboración propia en base al Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022).

Conociendo el valor de consumo de frutilla fresca (1 kg por habitante) se puede estimar la demanda para los periodos analizados. Estos se pueden observar en la tabla 6.

Año	2023	2024	2025	2026	2027
Demanda (t/año)	47.498	48.030	48.565	49.103	49.645

Tabla 6: Estimación de la demanda de frutillas.

Fuente: Elaboración propia en base al Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022); y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2017).

En conclusión, se estima que para el 2027 la demanda aumente como mínimo en un 4,5 %.

3.1.8. Precio

Se realizó un relevamiento del precio promedio de la frutilla en el Mercado Central de Buenos Aires entre los años 2018 y 2021, este se puede observar en la tabla 7.

Mes	Precio 2018 (US\$)	Precio 2019 (US\$)	Precio 2020 (US\$)	Precio 2021 (US\$)	Promedio (US\$)
enero	3,48	1,92	2,47	3,03	2,73
febrero	5,31	2,37	2,06	3,98	3,43
marzo	4,39	2,84	2,56	3,42	3,30
abril	3,93	2,7	2,34	2,08	2,76
mayo	5,52	2,73	2,12	3,31	3,42
junio	5,63	4,48	5,31	6,11	5,38
julio	4,69	3,96	4,27	8,96	5,47
agosto	3,88	1,96	4,28	3,91	3,51
septiembre	2,65	1,86	3,82	2,93	2,82
octubre	1,29	1,74	2,27	1,72	1,76
noviembre	1,52	1,59	1,52	2,18	1,70
diciembre	1,74	1,37	1,57	2,08	1,69

Tabla 7: Precios mayoristas de frutilla en US\$.

Fuente: Elaboración propia en base al Mercado Central de Buenos Aires (2022).

Como se observa en la figura 7, el precio de la frutilla posee estacionalidad. En los meses de junio y julio en donde la cantidad ofertada es escasa, se observan los precios máximos. Allí se presenta una ventana de oportunidad para el cultivo hidropónico. Al poder

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

adelantar la producción con respecto al cultivo tradicional, es posible comercializar el producto en épocas donde la oferta es mínima.

Al analizar las distintas curvas, se deduce que el valor de la frutilla no presenta tendencia al alza ni a la baja. Esto se debe a que el precio del fruto no depende solamente del comportamiento de los consumidores, sino que también está relacionado con factores aleatorios como por ejemplo los factores climáticos a los que se ve expuesta la planta, o el rinde de la misma.

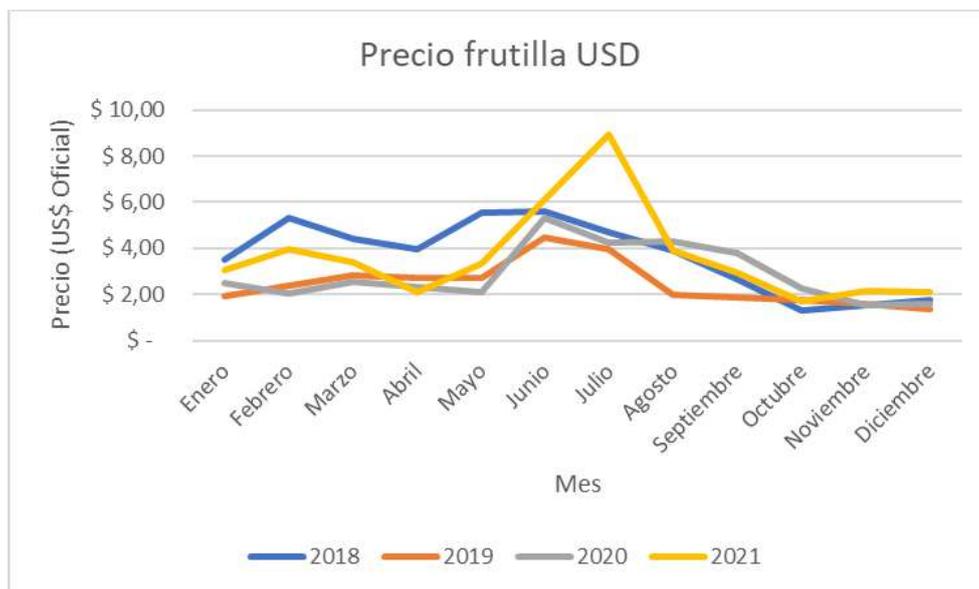


Figura 7: Precios de frutilla mayorista en US\$.

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del Mercado Central de Buenos Aires (2022).

3.1.9. Entorno

El análisis del micro entorno empresarial se realiza a partir del modelo de las cinco fuerzas de Porter.

- Amenaza de los nuevos competidores

La posibilidad de aparición de nuevos competidores genera una posible amenaza a cualquier empresa y en este sector la misma puede provenir de productores de frutilla tanto en suelo como hidropónicos. Es por esto que, se debe construir una barrera de entrada para que la amenaza proveniente de la aparición de uno se reduzca.

En relación a una posible aparición de un nuevo productor en suelo, se identifica una gran diferencia entre el producto final a vender, debido a que el fruto hidropónico presenta mejores características. En el caso de un nuevo productor hidropónico, la brecha entre una empresa nueva y una con experiencia en la producción es considerable. El *know how*² para

² Conocimiento práctico para realizar una actividad.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

producir es más alto en relación con los cultivos tradicionales, y a medida que se realizan más temporadas de cosecha se gana mayor experiencia respecto a las diferentes tipos de variedades, niveles de riego y fertilizantes, etc. Esto también genera que, al decidir producir se asuman mayores riesgos de una “mala campaña productiva”. Por último y no menos importante, la inversión inicial que se debe realizar para este tipo de cultivos es mayor que los cultivos a campo abierto, esto surge por los costos de la infraestructura que se debe realizar.

Finalmente, se concluye que la amenaza de productores en suelo es moderada y la de hidropónicos es alta. Sin embargo, la probabilidad de aparición de un competidor que produce en suelo es mayor que la aparición de uno hidropónico, que es más bien baja por lo mencionado anteriormente respecto al *know how* y la alta inversión inicial que se debe realizar.

- Rivalidad en la industria

Dentro de la industria productora de frutilla fresca existe una alta rivalidad entre competidores. Esto se debe principalmente a que hay una gran cantidad de productores y los picos productivos de las diferentes zonas se superponen en varios momentos durante el año. Sin embargo, gracias a la producción hidropónica se pueden lograr anticipar y extender los periodos de cosecha pudiendo así comercializar el producto en fechas donde la oferta es escasa y por lo tanto el precio mayor.

Por otra parte, la cantidad de producto hidropónico es sumamente inferior en comparación al gran volumen de frutillas cultivadas de forma tradicional. Luego se evita competir con este tipo de cultivos, por los consumidores que deseen obtener los beneficios de la hidroponía.

- Amenaza de productos sustitutos

Los productos que pueden sustituir a la frutilla, nutricionalmente hablando, son muchos. En general, la mayoría de las frutas se pueden sustituir por otra manteniendo una dieta saludable y obteniendo los mismos beneficios.

Se distinguen principalmente como frutas sustitutas por excelencia a la mayoría de los frutos rojos que se comercializan en Argentina, como los arándanos, cerezas, frambuesas, moras y en menor medida las ciruelas. Sin embargo, casi todas se caracterizan por tener un precio de venta mayor al de las frutillas, exceptuando las ciruelas, lo que hace que la frutilla sea un producto más popular y asequible para un rango más amplio de clientes.

La frutilla se caracteriza por tener un índice glucémico bajo en comparación a sus principales productos sustitutos. Esto le brinda una ventaja frente a las otras frutas, principalmente en el consumo por parte de personas diabéticas.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Poder de negociación de los proveedores

Para la producción de frutilla se pueden distinguir tres grupos de proveedores: los proveedores de plantines, los de nutrientes y los que otorgan los químicos para que la planta crezca y se produzca de manera correcta.

En lo que respecta a los proveedores de plantines, se encuentran mayormente ubicados en el sur de nuestro país en las provincias de Neuquén y Río Negro. Estas empresas se encargan de manipular plantas madres importadas generalmente de Estados Unidos y España para la producción de plantines que luego se comercializan a las empresas productoras de frutilla. Si bien el número de empresas productoras no es tan acotado, la posibilidad de negociación de la empresa será baja ya que los volúmenes productivos no serán altos en comparación a otros productores que ya se encuentran en la industria.

Por otro lado, los productores de fertilizantes no se encuentran conglomerados en ningún lugar del país. Si bien la empresa comprará un alto volumen de fertilizantes, ya que se deben suplementar todos los nutrientes que la planta necesite, el poder de negociación será de nivel medio, dado que existe una gran cantidad de productores de frutilla en todo el país.

Finalmente, se encuentran los proveedores de sustancias químicas necesarias para la producción. La mayoría de estos se ubican en Argentina pero puede haber ciertos químicos que deban ser importados. Por lo tanto, la oferta de químicos necesarios es amplia. Sin embargo, los volúmenes requeridos son mínimos en comparación a la producción en suelo, reduciendo así el poder de negociación. De todas maneras, se considera que la dependencia hacia este tipo de proveedores es muy baja y no presenta un riesgo para la empresa.

- Poder de negociación de los clientes

Si bien hay una gran oferta de frutilla en la Argentina, la demanda se encuentra insatisfecha en muchas provincias. Además, hay temporadas de cosecha de frutillas en tierra a la intemperie, que tienen mucha merma en su producción generando que la oferta se reduzca y haya mayor brecha entre oferta y demanda. Esto genera que el cliente deba aceptar los lineamientos del productor para obtener el producto, por eso se considera que tienen un bajo poder en la negociación.

Además, cada vez más gente decide optar por alimentos sanos y con menor cantidad de químicos. De hecho, como se mencionó anteriormente, la cantidad de industrias hidropónicas es menor en comparación a las tradicionales, por lo que, aún más el cliente que busca esas cualidades tiene que adaptarse a lo establecido por el productor.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

3.1.10. Comercialización

El producto se comercializará de dos formas diferentes, en envases plásticos de polietileno reciclable (PET) y a granel en cajas de cartón corrugado.

Las presentaciones en envases plásticos serán de 250 g (figura 8) y 500 g (figura 9) dentro de bandejas de cartón corrugado reforzado de 2 y 5 kg. Es decir, serán cuatro productos distintos, 8 envases de 250 g en bandejas de 2 kg totales, 4 envases de 500 g en bandejas de 2kg, 20 envases de 250 g en bandejas de 5 kg y 10 envases de 500 g en bandejas de 5 kg.



Figura 8: Fotografía de envase de 250 g de frutilla.
Fuente: Imagen extraída de Zempre (2022).



Figura 9: Fotografía de envase de 500 g de frutilla.
Fuente: Imagen extraída de Zempre (2022).

Por su parte, las presentaciones en granel serán en las mismas bandejas de cartón corrugado de 2 y 5 kg (figura 10), en las que se comercializan los envases plásticos, con un papel de seda parafinado (figura 11) en la parte superior que tendrá como fin proteger a la frutilla.



Figura 10: Fotografía de bandeja 2 kg de frutilla.
Fuente: Imagen extraída de Caicor Envases (2022).



Figura 11: Papel agro parafinado.
Fuente: Imagen extraída de Multienvases (2022).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

La producción será destinada al mercado interno, ya que el producto fresco no puede trasladarse grandes distancias. Esto se debe a que es un producto perecedero y a que su transporte debe realizarse en frío, lo que genera que el costo logístico sea alto y complicado. Es por esto que se decide comercializar el total de la producción en la provincia de Buenos Aires donde se sitúa la mayor cantidad de personas.

Se estima que en Argentina el 20% del volumen de frutas es comercializado a través de los supermercados, mientras que el 80% restante se comercializa a través de mercados concentradores y comercios minoristas (Viteri, 2019). Se decide comercializar el total de lo producido dentro del Mercado Central de Buenos Aires, el cual se encarga de la recepción, almacenamiento, comercialización, preparación y entrega de pedidos, simplificando el proceso de venta en gran medida. Se descarta vender el producto a cadenas de supermercados ya que suelen exigir a sus proveedores un volumen de producción muy elevado que permita abastecer a todas sus tiendas, lo que puede generar un problema en pequeños y medianos productores (FAO,2003).

La venta de productos dentro del centro concentrador frutihortícola se puede realizar de dos maneras, por licitación y renta de puesto de venta o por venta a un puestero que luego lo revende a productores mayoristas o minoristas dependiendo del puesto. Al producir únicamente frutilla, se decide vender a los puesteros quienes se llevan por la comercialización aproximadamente un 15 % del precio de venta en el mercado central (Gallardo Rafael, com. pers., 2022).

Por ser el costo del envase en presentaciones plásticas mayor y por tener menor demanda, se comercializará un 90 % de la producción a granel y el 10 % restante en envases plásticos. Además, la producción a granel se dividirá en dos presentaciones, 50 % en cajas de 2 kg y 50% en cajas de 5 kg. Por otro lado, la producción en envases plásticos se dividirá 50 % en la presentación de 250 g y 50 % en la de 500 g, ambas divididas en partes iguales entre las cajas de 2 kg y 5 kg.

También se deja abierta la posibilidad de comercializar el producto a empresas mayoristas como supermercados o empresas que deseen procesar la frutilla para agregar valor al fruto fresco siempre y cuando se consiga un mayor beneficio neto.

3.2. Ingeniería de procesos

3.2.1. Descripción del producto

El producto que se va a comercializar es el fruto de la planta de frutilla en su estado fresco en presentaciones envasadas y a granel. Para la primera, se utilizará la frutilla clase 1

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

(mayor a 25 mm de diámetro) sin ningún defecto envasada en contenedores de 250 y 500 g los cuales se pondrán dentro de cajas de cartón de 2 y 5 kg. Para la segunda, se utilizará cualquier tipo de frutilla clase 1 y clase 2 (entre 15 y 25 mm de diámetro) envasada en cajas de cartón de 2 o 5 kg.

3.2.2. New Growing System

Si bien para este proyecto se centra en el análisis de la factibilidad del sistema NGS, en el Anexo I. se explican las razones por las cuales se seleccionó para la producción de frutilla.

El sistema *New Growing System* (NGS) fue creado y patentado por la empresa española cuyo nombre es igual al del sistema. El flujo de riego es recirculante de forma laminar y se realiza intermitentemente con goteros ubicados en cada una de las plantas.

El sistema resulta innovador gracias a sus bandas de riego flexibles con niveles en forma de cascada, que permiten la auto oxigenación de la solución nutritiva durante el riego, generando una mejor absorción de agua y nutrientes por parte de la planta.

Dentro del invernadero, las bandas se colocan una pegada a la otra y se cuelgan a un cilindro de acero. Este se encuentra sujeto a la estructura y puede rotar, permitiendo que las mismas se puedan subir o bajar. Al momento de realizar las tareas pertinentes en los cultivos, se levantan la mitad de las bandas de manera intercalada, permitiendo que un operario circule por el medio de las mismas. Esto mejora la posición para que los empleados manipulen los cultivos y se reducen notablemente los tiempos de trabajo. De esta manera, se logran producciones de 200.000 a 300.000 plantas por hectárea, una cantidad mucho mayor a los de los cultivos tradicionales que alcanzan las 50.000 unidades (NGS, 2018).

Otros de los beneficios que encontramos frente a los otros métodos, es la posibilidad que tiene de ser utilizado sin ningún tipo de sustrato. Esto permite que, a la hora del riego, se otorgue a la planta, la cantidad de agua y nutrientes exactos. De esta manera, se reduce el estrés hídrico por exceso o falta de hidratación, situación que sufren otro tipo de cultivos en los que hay que esperar que filtre la solución o que están continuamente en contacto con la misma. Es así que, se reducen los costos por el no uso de sustrato, se reducen las limpiezas del circuito cerrado y mejora la calidad de la planta. (NGS, 2018).

Por último, si comparamos este tipo de sistemas con los tradicionales encontramos los siguientes beneficios (Gallardo Rafael, com. pers., 2022):

- Se reduce el uso de agua en un 90 % (menor huella hídrica).
- Se reduce el uso de fertilizantes en un 45 %.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Se reduce el uso de fungicidas en un 70 %.
- Se reduce el uso de insecticidas en un 50 %.
- Se reduce en totalidad el uso de herbicidas.
- Se reduce en un 100 % el uso de bromuro de metilo, un químico cancerígeno que en los cultivos tradicionales se utiliza para la desinfección del suelo antes de plantar.
- No se necesita realizar movimientos de suelo.
- Previsibilidad y homogeneidad del cultivo.
- Cultivos en un 98 % de primera calidad.
- Producción cerca del punto de consumo. Se reduce la huella de carbono y mejora el estado de la fruta al momento de llegar al cliente.
- No hay contaminación de los suelos.
- Se evita depender de las condiciones climáticas y se puede generar las condiciones adecuadas dentro del invernáculo.
- Mayor duración del fruto post cosecha.
- Bajos costos de producción.

Como se puede observar existe una amplia lista de ventajas en comparación con los cultivos tradicionales y realiza mejoras considerables respecto a los hidropónicos. Por todo lo mencionado anteriormente, este es el sistema seleccionado para este proyecto.

3.2.3. Proceso productivo

3.2.3.1. Plantines

La producción de frutilla comienza una vez que nacen los plantines a partir de un estolón de otra planta. Es por esto que, normalmente, las empresas productoras del fruto no se ocupan de la producción de los plantines y los compran a otras.

En Argentina, los cultivares más grandes se ubican principalmente en la región nor patagónica, en las provincias de Chubut y Rio Negro. Estas empresas producen dos tipos de plantines denominados frescos y frigo. Los frescos, son aquellos que se cosechan finalizando el verano entre los meses de marzo a mediados de mayo. Su denominación proviene por ser cosechados para el uso de manera inmediata, o hasta 20 días luego de su cosecha, almacenados a una temperatura entre 0 y 2 °C. Los frigo son aquellos que se cosechan más tarde, durante los meses de junio y julio, pero que a diferencia de los frescos no se plantan inmediatamente luego de su extracción. Estos pasan periodos de 6 a 8 meses en cámaras frigoríficas en temperaturas de -1,1 °C a -2,2 °C hasta su comercialización, con el fin de plantar en diferentes épocas del año. La principal diferencia entre estas es que los plantines frigos presentan mayor vigor tras su plantación logrando frutos más precoces (INTA, 2015 a).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

El sistema NGS logra cultivos más precoces que los sistemas tradicionales e hidropónicos, logrando desestacionalizar la oferta, permitiendo vender en momentos en los que el precio es mayor. Por lo tanto, se decide utilizar plantines frigo de la especie San Andreas para fomentar los beneficios antes mencionados.

3.2.3.2. Plantación en multi banda

Los plantines se transportan en cámaras de frío a una temperatura entre los 0 a 2 °C y una vez que llegan al invernadero se plantan en cada uno de los orificios de la multi banda (INTA, 2015 a). Este es un proceso manual, que se realiza en grupos de dos personas, en el que se debe colocar el plantín y acomodar el gotero de tal forma que se encuentre en la posición correcta para un riego adecuado.

Cabe aclarar que, antes de colocar la planta, es recomendable realizar una correcta limpieza del circuito cerrado para la remoción de cualquier raicilla muerta o basura acumulada del cultivo previo. También se puede realizar una desinfección de todo el sistema utilizando peróxido y luego dejando que este se evapore.

3.2.3.3. Riego

Una vez que todas las plantas se encuentran en la banda, se da comienzo al riego. Para que la planta tenga un crecimiento adecuado, los primeros días, se debe regar únicamente con agua hasta que la planta comience a producir raicillas. Es en este momento en el que se debe comenzar a suministrar la solución nutritiva, empezando con un tercio de los nutrientes recomendados e ir aumentando diariamente estos hasta alcanzar el ideal.

En los cultivos tradicionales se utiliza un total de 0,7 a 1 l/día de agua por planta. En cambio, en el sistema elegido, el consumo se reduce a un total de 0,1 l/día por planta en promedio (ADBlick, 2020). Esta cantidad se suministra en un total de 5 riegos por hora. De esta manera, se busca que la planta se acerque lo más posible al potencial hídrico de absorción óptimo. Con esto se logra que la planta sufra menos estrés hídrico por escasez o exceso de agua como sucede con los cultivos tradicionales y en sustrato. Es por esto y por el riego en cascada que se produce un mejor crecimiento de la planta (Oliva Martínez A, 2018).

En el agua que se le brinda a la planta deben disolverse los nutrientes que el fruto necesita para crecer y desarrollarse correctamente. Si la solución no es la adecuada, se pueden generar deficiencias de nutrientes o problemas de toxicidad por exceso de estos. Además, se deben controlar constantemente la conductividad eléctrica, el pH y la concentración de oxígeno de la solución.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Existen distintas composiciones nutricionales recomendadas por diversos autores. La gran diferencia entre las mismas proviene de que existen diferentes tipos de variedades de frutilla y de la región donde sean plantadas. En la tabla 8 se detallan algunas de las soluciones nutritivas más utilizadas a nivel mundial expresadas en partes mg/l.

Nutriente	Hoagland y Arnon (mg/l)	Long y Heweit (mg/l)	Heweit (mg/l)	Cooper (mg/l)	Benians (mg/l)	Steiner (mg/l)
NO3	196	168	70	210	46	168
H2PO4	31	40	40	84	0,12	31
SO4	64	48	112	64	8,6	112
K	234	156	156	331	10	273
Ca	160	160	160	168	133	180
Mg	48	36	36	48	22	48
Na+	-	30	30	-	23	-
NH4+	14	-	70	-	1,7	-

Tabla 8: Soluciones nutritivas típicas.
Fuente: Elaboración propia en base a Smithers Oasis (2015).

3.2.3.4. Podas

La poda es una práctica agrícola en la que se corta, de una manera precisa, cierta parte de una planta con el fin de incrementar el rendimiento de la misma o tratarla contra algún tipo de plaga.

La primera poda se da generalmente a los 30 días de haber plantado, cuando empiezan a aparecer los primeros ramilletes florales. La misma, se realiza haciendo un corte lo más cerca de la corola como sea posible y se puede utilizar la uña si recién se está manifestando o una tijera de poda. Esta tiene como fin fortalecer el desarrollo radicular de la planta, permitiendo un buen anclaje y lograr frutos de mejor calidad en un estadio posterior.

Otra de las podas que se debe realizar es cuando aparece algún estolón en la planta. Estos no otorgan ningún beneficio en los cultivos comerciales. Estos generan una demanda de energía, agua y nutrientes que va en detrimento directo con la productividad y tamaño de las frutillas durante toda la temporada productiva (INTA, 2015).

Al igual que la anterior poda, si se observa alguna hoja o flor que presenta debilidad se debe cortar. Estas al igual que los estolones, pueden reducir la capacidad productiva de la planta. Por otro lado, estas pueden caer sobre o dentro de la banda aumentando la probabilidad de tener que realizar una limpieza del sistema.

3.2.3.5. Polinización

Existen 2 procesos de polinización: los abióticos y los bióticos. En el caso del abiótico, la polinización sucede sin el uso de otros organismos. Por el contrario, los bióticos requieren de un organismo polinizador.

Si bien la flor de frutilla posee cierto grado de autopolinización, se recomienda fomentarla para lograr la cantidad de frutos requeridos en una producción comercial. Si la polinización es defectuosa, no sólo se obtendrá un rinde menor, sino que también disminuirá la calidad de la fruta cosechada. Para que la frutilla tenga un tamaño y forma adecuada, deben fecundar al menos el 90% de sus óvulos. Caso contrario algunos aquenios no se desarrollarán y ocasionarán un crecimiento diferencial, dando origen a una fruta deforme y/o de tamaño pequeño que tendrá un bajo valor comercial. (Gerardo Gennari, 2014).

Por lo tanto, se realizará un venteo manual en época de floración con una máquina del tipo barre hojas. Esta tarea se realiza con ciertos parámetros específicos, temperaturas de 15 a 20 °C y humedades relativas de 65 a 70 % que tendrán que ser controlados (INTA, 2015 a).

Por otro lado, se utilizará como agente polinizador biótico, abejas *Apis Mellifera*, las cuales son una de las especies de mayor distribución en el mundo y más fácil de conseguir en Argentina. Se recomienda utilizar entre 2 a 3 colmenas por hectárea implantada, en cultivos tradicionales, para una correcta polinización (Orlando Valega, 2022). Las colmenas son proveídas por el apicultor gratuitamente, con la condición de que produzcan 25 kg miel y en caso de no lograrlo ya sea por poca polinización o por muerte de las abejas el productor se hace cargo del costo de la miel faltante (Leonardo Dorsch, com. pers., 2022).

3.2.3.6. Controles sanitarios

Si bien los cultivos de invernadero están menos expuestos al ataque de plagas que los cultivos a cielo abierto, es necesario recurrir a diversos medios de control para evitar o aminorar los daños que los agentes externos pueden causar.

Se utilizará una combinación de fungicidas, los cuales son usados para controlar los hongos causantes de enfermedades en las plantas, e insecticidas, empleados para controlar insectos. Las características de los plaguicidas a aplicar se observan en la tabla 9.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Plaguicida y pesticidas	Plaga/peste	Aplicación
Captan	Quemadura de hoja (<i>Diplocarpon earlianum</i>) y viruela de la frutilla (<i>Ramularia tulasnei</i>)	Se aplica una sola vez en el momento en el que se reciben los plantines
Cercobin	Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	Antes de cada floración
Thiram	Antracnosis de la frutilla (<i>Colletotrichum acutatum</i>)	Se realizan 3 tratamientos equiespaciados durante el periodo de floración
Amistar	Viruela de la hoja (<i>Mycosphaerella fragariae</i>) y podredumbre (<i>Phytophthora spp.</i>)	Se realizan 3 tratamientos por campaña a partir del periodo de floración
Fyfanon	Acaro, arañuela, pulgones, trips	Se aplica en primavera en intervalos de 10 a 15 días (periodo de mayor probabilidad de aparición)

Tabla 9: Plaguicidas a utilizar.

Fuente: Elaboración propia en base a Malarczuck Walter, com. pers. (2022).

3.2.3.7. Cosecha

La frutilla es un fruto, que al igual que la mayoría de los berries, es muy frágil y delicado, difícil de manipular en cualquiera de sus etapas de cosecha y postcosecha. Es por esto que se debe tener cuidado en la extracción del fruto de la planta y en el transporte.

Para el cultivo de frutilla se recomienda realizar cosechas espaciadas por 2 o 3 días por semana. Este proceso comienza aproximadamente a los 60 días de haberse plantado el cultivo ya que la primera floración se desecha.

Para realizar la cosecha se recomiendan horarios matutinos y vespertinos donde las temperaturas son inferiores, reduciendo así la degradación del fruto hasta ser envasado y refrigerado para su transporte. En este sistema, lo que se realiza es elevar las multi bandas de manera intercalada, para permitir el paso de una persona para que realice la extracción de los frutos. Esto permite que la persona que coseche, lo haga a la altura de su cadera, mejorando así la ergonomía durante este proceso. El corte se realiza lo más próximo a la parte superior del cáliz de la frutilla y se puede realizar con la uña o con una tijera de poda. Una vez que se tiene el fruto se coloca directamente en una bandeja plástica en la cual entran 2 o 5 kg de frutilla para su posterior clasificación.

Con los cultivos tradicionales se logran producciones de hasta 1 kg al año por planta, sin embargo, muchas veces esta producción se ve ampliamente reducida por problemas climáticos. Tras varias pruebas realizadas con el sistema NGS, en diferentes lugares, siempre se han alcanzado producciones de aproximadamente 1,35 kg/ al año por planta (ADBlick, 2020).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

3.2.3.8. Clasificación y envasado

Este proceso se realiza normalmente en un galpón aislado al invernadero en el que se recomienda una buena ventilación. La clasificación se realiza tomando el fruto de la bandeja plástica y colocándolo directamente en el envase correspondiente dependiendo de su clase. El envase debe encontrarse puesto en una balanza en la cual se controlará el peso total del producto. Se recomienda al igual que en la cosecha, el uso de guantes para mantener la inocuidad del alimento. Este tipo de cultivos permite que la frutilla dure entre 12 a 15 días luego de la cosecha en condiciones apropiadas para su venta, mientras que, los provenientes de cultivos tradicionales, duran aproximadamente 5 días (Gallardo Rafael, com. pers., 2022).

3.2.4. Selección del tipo de sistema NGS

Como se mencionó anteriormente, el sistema NGS se encuentra compuesto por cuatro componentes principales, una cisterna, una sala de mezcla y bombeo, tubos para la circulación de la solución nutritiva y el sistema de multi bandas (figura 12). Sin embargo, para aprovechar todos los beneficios se requiere un quinto elemento, un invernadero.

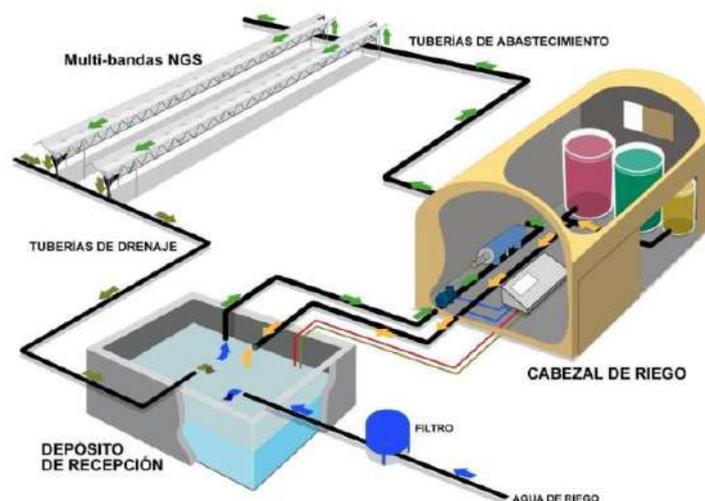


Figura 12: Esquema de sistema cerrado *New Growing System*.
Fuente: Imagen extraída de NGS (2022).

Antes de seleccionar el invernadero se debe elegir la configuración del sistema NGS a utilizar. Existen cuatro tipos de configuraciones (figura 13): fijo, mixto, oscilante, oscilante + suspendido.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

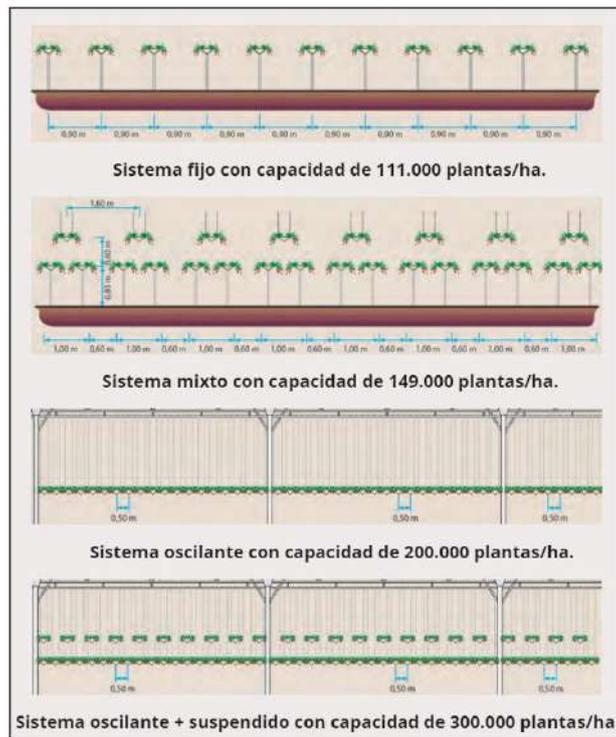


Figura 13: Configuraciones para el sistema *New Growing System*.
Fuente: Elaboración propia en base a NGS (2018).

Para la selección, los dos primeros sistemas se excluyen dado que son recomendados por NGS principalmente para instalaciones existentes que ya cuentan con una estructura de sostén fija. En lo que respecta a las dos restantes, se selecciona el oscilante ya que el rinde es de 1,35 kg por planta, mientras que el oscilante + suspendido es de 0,8 kg por planta (Gallardo Rafael, com. pers., 2022). De esta manera se estaría produciendo prácticamente una misma cantidad por ha pero a una inversión mayor. De esta forma, se selecciona el sistema oscilante que permite producir un total de 200.000 plantas/ha.

3.2.5. Capacidad mínima requerida

Como vimos anteriormente la oferta de frutilla varía entre 32500 y 39000 t anuales mientras que la demanda alcanza las 47300 t dejando así una brecha de demanda insatisfecha. Considerando el peor de los casos, en el que la oferta anual es la mayor esperada, quedarían un total de 8300 t que no son abastecidas al mercado. Esta cantidad representa un 17,6 % de la demanda total de frutilla.

Si bien al comienzo del proyecto se había propuesto producir toda la demanda insatisfecha del mercado, esta es muy grande. Para satisfacer la misma se necesitaría un invernadero de una envergadura muy grande, aproximadamente 70 ha, que haría que los costos de inversión sean muy altos. Teniendo en cuenta que la propuesta se realiza en un país de alta inestabilidad económica se haría muy difícil conseguir la financiación necesaria

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

para el mismo. Es por esto que se decide tomar un porcentaje del 5 % de la demanda insatisfecha que existe en el mercado, esto representaría un total de 415 t anuales.

3.2.6. Alternativas de ubicación

En primera instancia para la selección de las distintas alternativas de ubicación se define un requerimiento mínimo de hectáreas a producir. En base al sistema NGS oscilante seleccionado y que la producción por planta es de 1,35 kg/año se establece un tamaño mínimo de 1,54 ha.

Las variables que se utilizarán para comparar alternativas son las siguientes:

- Conductividad del agua: Se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. La frutilla es muy sensible a este parámetro. Para valores de productividad cercanos a la unidad, la productividad del fruto disminuye.
- Costo del terreno: El valor de la parcela impactará en gran medida en la inversión directa del proyecto.
- Cercanía a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: La Ciudad de Buenos Aires es el mayor centro de consumo del país. La distancia a dicho lugar será directamente proporcional a los costos de transporte de la mercadería.
- Acceso a servicios: Para el desarrollo del invernadero es sumamente importante el acceso a los servicios de electricidad y agua.

Se obtuvo el presupuesto de 4 alternativas de ubicación que cumplen con el requerimiento mínimo de superficie. Las características de las mismas se detallan en la tabla 10.

Alternativa	Zona	Precio (USD)	Distancia a Bs. As. (Km)	Servicios	Conductividad (dS/cm)	Superficie (has)
Alternativa 1	Sierra de los Padres	350.000	420	Electricidad y agua de pozo	0,9	4
Alternativa 2	Pilar	245.000	50	Electricidad	0,76	3,7
Alternativa 3	Zárate	128.800	90	Electricidad y agua de pozo	0,7	3,5

Tabla 10: Características terrenos.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 se ubica el árbol de jerarquías del caso planteado.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”



Figura 14: Árbol de jerarquías de evaluación de ubicación.
Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo II se encuentran los cálculos utilizados para llegar al resultado final.

Se concluye que la mejor alternativa para la ubicación del invernadero es la Alternativa 3 ubicada en la ciudad de Zárate. El resultado final de la evaluación de alternativas se puede observar en la figura 15.

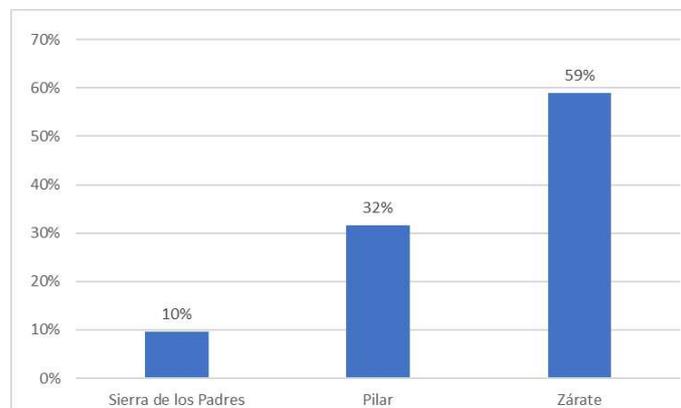


Figura 15: Jerarquización final.
Fuente: Elaboración propia.

El terreno se encuentra a 1 km de la Ruta Nacional 193 y ocupa un espacio de 3,5 hectáreas. La ubicación y las dimensiones del mismo se observan en las Figuras 16 y 17 respectivamente.



Figura 16: Ubicación del terreno.
Fuente: Imagen extraída de Google Earth (2019).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”



Figura 17: Dimensiones del terreno.
Fuente: Imagen extraída de Google Earth (2019).

3.2.7. Capacidad instalada

En base al terreno seleccionado, la capacidad mínima requerida y, como veremos posteriormente, las dimensiones de los módulos para construir el invernadero, se establece una capacidad instalada de 1,56 ha, es decir, 312.000 plantas. Al sumar los pasillos de circulación se alcanzaría un invernadero de 1,69 ha.

Al haber seleccionado como ubicación la ciudad de Zárate, ubicada en la provincia de Buenos Aires, la producción comenzará a finales de febrero. De esta manera se plantarán plantines frigo, que pasan un periodo de 7 meses en frío y que comenzarán a producir el mes de mayo. Finalmente, los mismos se sacarán de las bandas los primeros días de enero del siguiente año, donde se realizará una limpieza exhaustiva para comenzar con el siguiente cultivo.

En la tabla 11 se muestra la producción anual y mensual para el máximo de la capacidad instalada. De esta manera queda en evidencia que está, de 421,2 t, es mayor a la capacidad mínima establecida anteriormente, de 415 t.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Mes	Producción mensual por planta (g)	Producción mensual total (kg)
Enero	0,00	0,00
Febrero	0,00	0,00
marzo	0,00	0,00
abril	0,00	0,00
mayo	148,69	46.391
junio	156,52	48.834
julio	230,87	72.031
agosto	254,35	79.356
septiembre	234,79	73.253
octubre	164,35	51.277
noviembre	97,83	30.522
diciembre	62,61	19.532
Total anual	1.350,00	421.200

Tabla 11: Producción anual y mensual.
Fuente: Elaboración propia en base a ADBlick (2020).

3.2.8. Plan de producción

Si bien la capacidad instalada es de 312.000 plantas, es difícil alcanzar la producción y venta del 100 % de la frutilla en el primer año por falta de experiencia en esta tecnología hidropónica y por el ingreso paulatino del producto en el mercado. Por lo tanto, se establece un plan de producción comenzando el primer año con el 70 % del invernáculo, el segundo año el 85 % y finalmente a partir del tercer año alcanzar el máximo de la capacidad instalada.

3.2.9. Tecnología y equipos

3.2.9.1. Invernáculo

- Módulos

En el mercado existen diferentes tipos de invernaderos utilizados para diferentes tipos y sistemas de cultivo. Para el sistema NGS seleccionado, se necesita que el mismo tenga la resistencia suficiente para sostener las bandas de cultivo. Por lo tanto, el tipo de invernadero que se utilizará es del tipo Gótico ya que sus arcos ovalados otorgan mayor resistencia que los convencionales de arco redondo (Gogarsa, 2022).

El invernadero seleccionado es el GT 10-5 M del proveedor Gogarsa que trabaja en asociación con la empresa proveedora del sistema de bandas. Las dimensiones se pueden observar en la tabla de referencias 12 de la figura 18.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

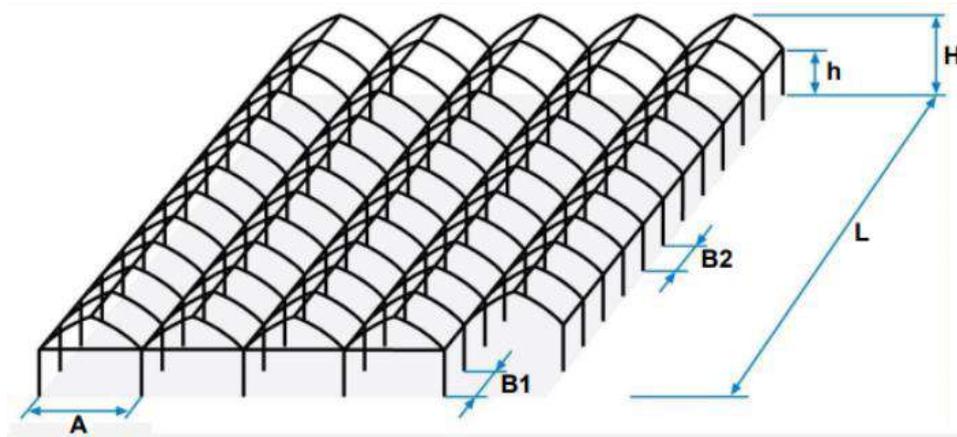


Figura 18: Esquema de invernáculo.
Fuente: Gogarsa, 2022.

A	B1	B2	h	H
10 m	5 m	2,5 m	4,5 m	7,2 m

Tabla 12: Dimensiones del invernadero.
Fuente: Elaboración propia en base a Gogarsa (2022).

Los postes del invernáculo están hechos de acero galvanizado de 80x60x3 mm de un largo de 5,2 m. Estos son cimentados en una base de 35 cm de diámetro y 1 m de profundidad hecha de hormigón. Es por esto que sólo quedan 0,7 m del poste en contacto directo con el hormigón para darle la resistencia necesaria.

Por otro lado, los tubos del arco son de 60 mm de diámetro con un espesor de 3 mm y de igual manera se encuentran hechos de acero galvanizado. Estos cuentan con tubos de refuerzos de 32 o 40 mm de diámetro y 1,5 o 3 mm de espesor como se muestran dispuestos en la figura 19. De estos se sujetan los tubos rotativos de los cuales colgarán las bandas y se utilizan igualmente de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor.

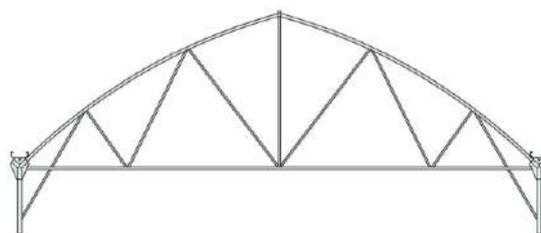


Figura 19: Sistema reticulado del invernáculo.
Fuente: Imagen extraída de Gogarsa (2018).

Otra de las estructuras fundamentales para un invernadero es la canaleta de evacuación de agua. La importancia de las mismas reside en evitar que se acumule una gran cantidad de agua en el techo del invernáculo que genere sobre esfuerzos en la estructura. Estas, se encuentran hechas de chapa galvanizada de un desarrollo de 450 mm y funcionan como pieza de unión entre los pilares logrando una mayor solidez en la estructura.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Para la cobertura del invernáculo, tanto para el techo como los laterales, se utiliza polietileno de larga duración térmica (LTD) de 200 μm y se une mediante perfiles plásticos encastrables. Este plástico también denominado agro etileno, genera una mayor difusión de la luz solar eliminando las zonas de sombra dentro del invernadero. De esta forma, favorece a la precocidad de los cultivos.

Por último y no menos importante, se encuentra la ventilación del invernadero. Esta tiene como función regular la temperatura interior. Este tipo de invernáculo cuenta con dos ventanas cenitales automáticas y ventanas perimetrales en todo el exterior. En la figura 20 se puede ver la disposición de las ventanas superiores que se denominan cenitales y que se mueven gracias a un motorreductor.

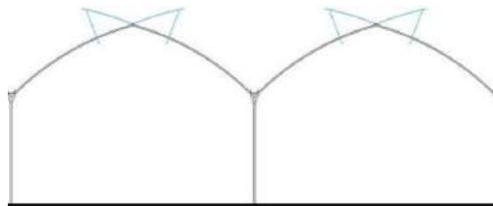


Figura 20: Sistema de ventanas.
Fuente: Imagen extraída de Gogarsa (2018).

En base a las características mencionadas, los valores de carga que soporta el invernadero son los siguientes:

- Nieve o granizo= 0,2 KN/m²
- Peso de las multibandas= 15 Kg/m²
- Vientos de hasta 110 km/h con las ventanas cerradas
- **Pantalla térmica**

Uno de los accesorios que se decide adquirir es una pantalla térmica para todo el techo interior. Esta permite controlar la temperatura, la humedad y la cantidad de luz dentro de los invernaderos, factores que permiten mejorar las condiciones de los cultivos al tiempo que suponen una reducción de los costos de producción. Se encuentra formada por una combinación de tejidos de poliéster, dotados de una fina capa de aluminio entretejido con hilo de un polímero absorbente.

La misma se puede desplazar horizontalmente como se muestra en la figura 21, de tal manera que cuando se encuentra cerrada completamente permite un sombreo del 50 %.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

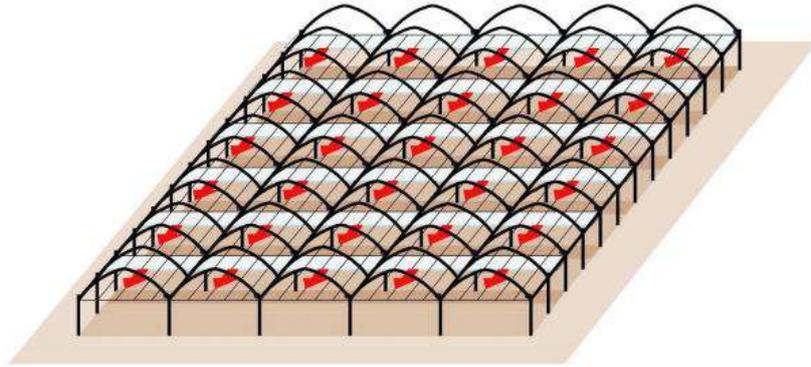


Figura 21: Pantalla térmica.
Fuente: Imagen extraída de Gogarsa (2018).

- **Malla antihierbas**

Otro de los accesorios a adquirir es una malla de suelo anti hierbas. Este es un elemento utilizado para evitar el contacto directo con el suelo, reduciendo la transpiración del mismo y evitando el nacimiento de plantas. Con esto se logra reducir las tareas de mantenimiento y la posible aparición de enfermedades del tipo fúngico. La misma está hecha de hilos de polietileno de alta densidad (figura 22) de 1,6 mm, que le otorgan un 98 % de sombra y un 2 % de porosidad que permite evitar encharcamientos de agua.



Figura 22: Malla antihierba.
Fuente: Imagen extraída de Gardenea (2022).

3.2.9.2. Sistema de multi bandas

- **Multi bandas**

La empresa NGS ofrece diferentes tipos de bandas que se utilizan dependiendo el tipo de cultivo. Para el caso de la frutilla se utiliza la multi banda denominada “duo” (figura 23) que permite mayor densidad de plantas. Es posible utilizar este tipo de bandas ya que el sistema radicular de la frutilla es corto en comparación a otras plantas de hojas verdes. Las especificaciones del tamaño de las bandas se pueden observar en la figura 24.

Esta banda dispone los agujeros espaciados cada 20 cm longitudinalmente y 10 cm horizontalmente en la capa superior. En la capa interna los agujeros se encuentran espaciados

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

de igual manera pero colocados inversamente para permitir un buen desarrollo radicular y el drenaje de la solución nutritiva.

Las bandas se transportan en rollos de 300 m lineales como se puede ver en la figura 25 por lo que al llegar a la empresa se puede cortar en el tamaño deseado. Por último, mencionar que la banda superior no se encuentra soldada a los laterales, esto permite que en el caso de querer verificar las raíces de la planta, se pueda hacer fácilmente.



Figura 23: Multi banda tipo dúo.
Fuente: Imagen extraída de NGS (2018).

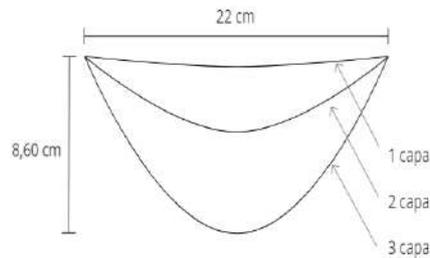


Figura 24: Dimensiones de la multi banda.
Fuente: Elaboración propia en base a NGS (2018).



Figura 25: Rollo de multi banda.
Fuente: Imagen extraída de NGS (2018)

Las multi bandas que se van a utilizar, están formadas por varias capas de polietileno con absorbentes UV, fabricadas con un aditivo totalmente negro en el interior y blanco en el exterior. Estas características permiten que la multi banda tenga buenas características mecánicas y una gran resistencia a la fotodegradación que se logra gracias a la opacidad y efecto reflectante de sus capas exteriores.

- Celosía

Para sostener y unir la multi banda se utiliza una viga reticulada de dos lados denominada por la empresa celosía. Dependiendo de la banda seleccionada, hay que elegir una celosía con el espacio suficiente para que entre la banda, que los lados tengan un tamaño adecuado para unir el lateral con la parte superior y tener la resistencia adecuada para soportar el peso de la banda junto a las plantas. La unión entre la banda y la celosía se realiza con una clip de plástico.

Las celosías se construyen de hierro y las dimensiones para la multi banda dúo se detallan en la figura 26, ancho de 22 cm y un lado de 14 cm. Por otra parte, las varillas estructurales que reposan longitudinalmente se utilizan de un tamaño de 5 m de longitud con un diámetro de 6 mm mientras que las que se usan para el reticulado son de 4 mm de diámetro.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

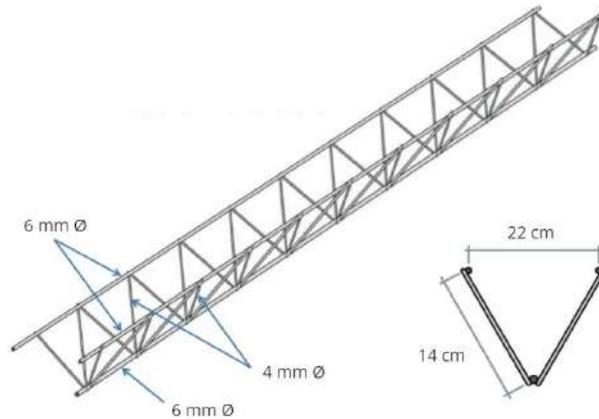


Figura 26: Celosía.

Fuente: Imagen extraída de NGS (2018).

- Sistema oscilantes

Las multi bandas se sostienen con ganchos del tipo S separados cada 5 m y enlazados por un cable de acero a un cilindro que se ubica a 4 metros de altura. Este cilindro se encuentra sostenido por varios ojillos que permiten la rotación del mismo y que van agarrados a la estructura del invernadero. Para poder girar hacia un lado y hacia el otro al cilindro, se utilizan motorreductores acoplados al cilindro. El peso que debe sostener y hacer mover este sistema es de 7 kg por metro lineal de banda.

3.2.9.3. Riego

- Cisterna para solución nutritiva

Para acumular la solución nutritiva se utiliza una cisterna de hormigón revestida con una membrana de pvc, que se debe construir bajo tierra en la parte más baja de la superficie disponible para realizar el invernáculo. Según recomendaciones, se sugiere que la misma tenga una capacidad para proveer dos o tres días de agua al cultivo, con el fin de prevenir faltantes en caso de algún corte en el suministro.

- Reservorio de agua de lluvia

Los cultivos de frutilla son muy sensibles a la conductividad eléctrica. Es por eso que es fundamental regular la misma para llevarla a valores aceptables que varían entre 1 y 2 dS/cm dependiendo la variedad. Los fertilizantes que se utilizan dentro de la solución nutritiva aumentan notablemente la CE, es por esto que se recomienda que el agua posea 0,5 dS/cm antes de mezclarlos.

En Argentina los valores de CE del agua son mayores a los 0,5 dS/cm. Luego, para disminuir este valor se pueden utilizar dos métodos, mezclar el agua con ácidos o con agua de menor CE. La segunda técnica se puede realizar con agua destilada pero también puede

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

ser realizada con agua de lluvia que posee una CE de 0,02 dS/cm. Es por esto que el agua de lluvia que caiga en el techo del invernadero, se juntará con la extraída de pozo para el cultivo, en un mismo reservorio.

- Tuberías

A los circuitos de conducción de la solución nutritiva se los puede dividir en tres redes diferentes. La red primaria es la que comienza en la cisterna, pasa por la bomba impulsora y finalmente llega a la válvula que permite el riego. Luego tenemos la secundaria que se divide en dos, bombeo y drenaje. Por un lado, las tuberías de bombeo son las que van desde la válvula de riego hasta la punta de las bandas. Por el otro lado, tenemos las tuberías de drenaje que recorren las bandas perpendicularmente y se encuentran ubicadas en la otra punta de las mismas con destino final a la cisterna. Ésta debe ubicarse bajo tierra, del lado más bajo de las bandas y se coloca con una pendiente de 2° para que drene por gravedad. La red terciaria o portaboquillas es la que pasa por cada una de las bandas y va desde la red secundaria de absorción hasta la de drenaje. Por último tenemos una cuarta red, que no tiene un nombre específico y permite la circulación de líquido entre la cisterna y el cabezal de riego que es donde se acumulan los nutrientes (INTA 2015 b).

Tanto para el cabezal de riego, como para la red primaria y secundaria se utilizan tubos de policloruro de vinilo comúnmente llamado pvc. En el cabezal de riego, red primaria y red secundaria de bombeo se utilizan tubos de 40 mm, mientras que para la red de drenaje al hacerlo por gravedad se usan de 80 mm. Para el resto de la instalación, mangueras de riego y de enlace, se utilizan mangueras de polietileno de baja densidad de 16 mm.

- Equipo de control de riego

Para el control y mezcla de la solución nutritiva se utiliza una computadora de riego. Esta consolida la información de varios sensores, mide diferentes variables como pH, conductividad eléctrica (CE), presión, entre otros; controla el suministro de fertilizantes y ácidos a la cisterna; programa y ejecuta limpiezas en los filtros; y suministra cantidades adecuadas de solución nutritiva a las plantas por tiempo o volumen.

Esta no sólo permite automatizar varias funciones si no que permite mantener un control exacto de muchas variables de interés. Estos sistemas cuentan con aplicaciones móviles en las que se puede tener control del cultivo en todo momento.

El equipo de control seleccionado (figura 27), cuenta con una estación con filtros de anillas autolimpiantes que permiten eliminar cualquier sólido en suspensión antes de suministrar la solución nutritiva, de este modo se evita que se tapen los goteros de riego.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”



Figura 27: Equipo de control de fertirrigación.
Fuente: Imagen extraída de Nutritec (2022).

- Tanques para fertilizantes

Para formular la solución nutritiva, se colocan los nutrientes en tanques para que la computadora suministre una proporción de cada uno. La mezcla de nutrientes no se realiza con un único tanque ya que hay algunos nutrientes que son incompatibles con otros pudiendo producir la precipitación de algún componente y que no sea suministrado finalmente a la planta. Es por eso que se utilizan 5 tanques de polietileno de alta densidad de 2000 l en los cuales se colocarán distintos tipos de nutrientes. En la tabla 13 se muestra el uso de cada uno de los tanques.

Tanque	Utilización
1	Sales a base de calcio
2	Sales a base de sulfatos y fosfatos
3	Regulación del pH con ácidos o bases.
4	Micronutrientes
5	Peróxido para desinfección en caso de ser necesario, nebulización o reemplazo.

Tabla 13: Utilidad de cada uno de los tanques.
Fuente: Elaboración propia en base a Gallardo Rafael (2022).

Cabe destacar que los nutrientes, como el nitrato de potasio, que no tengan incompatibilidad con el resto de los elementos pueden ser mezclados tanto en el tanque 1 como en el 2.

El tanque 5 puede tener diversos usos, para productos de desinfección, para dividir los reguladores del pH, como tanque para el sistema de nebulización o como tanque de reemplazo en caso de que se rompa alguno.

- Grupo de bombeo

Para el sistema de bombeo se utiliza una bomba para la impulsión de la solución nutritiva desde la cisterna a cada una de las plantas. La tubería de absorción en la cisterna debe contar con un sensor para evitar la puesta en marcha en vacío. Tanto el sensor como la

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

bomba se conectan al programador de riego que dará el comando para que la misma se accione en los momentos requeridos.

Para este sistema se utilizarán dos electrobombas centrífugas de 2,24 kW para evitar el corte del suministro en caso de rotura o mantenimiento de una de ellas.

- **Goteros**

Para este tipo de sistemas, la selección del gotero adecuado es algo crítico ya que será el que suministre la solución nutritiva necesaria a la planta. Es por esto que se utilizan goteros autocompensantes desarmables. Estos suministran siempre la misma cantidad de solución independientemente de la presión que tenga la red. Además, al ser desarmables, se pueden regular para suministrar exactamente la cantidad deseada y se les puede realizar un mantenimiento rápido. Se utilizarán goteros autocompensantes de 3 l/h en cada una de las plantas.

- **Colector de riego**

Las bandas deben tener una inclinación igual a la de la tubería de drenaje, 2°. Sobre el costado de la banda que se encuentra a menor altura se debe colocar un colector de riego plástico (figura 28) para que la solución nutritiva recircule dentro del sistema. El colector se puede colocar por encima de la celosía de hierro para que tenga un soporte o por debajo sostenido por una serie de precintos. Este tiene que tener una boca lo suficientemente ancha para que no se pierda solución nutritiva. La boquilla de salida se une a la tubería de enlace que conectará a este con la tubería de drenaje.



Figura 28: Colector de riego.
Fuente: Imagen extraída de NGS (2018).

3.2.9.4. Sistema de nebulización

Este es un sistema de pulverización, de líquido en el aire, en forma de gotas muy finas que al entrar en contacto con el ambiente, se evaporan por tener una tensión superficial menor a la del ambiente. De este modo, se convierte en un sistema de humidificación adiabática, es decir, permite evaporar agua sin aporte de calor.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

La principal utilidad de este sistema es la aplicación de varios tipos de tratamientos de prevención para la salud de los cultivos. Sin embargo, también puede ser utilizada para bajar la temperatura y aumentar la humedad relativa del ambiente.

Se compone de un sistema de compresores a pistón de 5,59 kW con tanques de aire de 300 l conectados a una red de tuberías de pvc para el transporte del aire. Ésta se divide con la misma nomenclatura que la red de solución nutritiva, tuberías primarias de 125 mm de diámetro, secundarias de 50 mm de diámetro y portaboquillas o terciarias de 40 mm de diámetro con boquillas de 0,8 mm de diámetro instaladas a una altura de 6,4 m. Este sistema controlado por el cabezal de riego se conecta a un tanque de 2000 l donde se vierte la solución a utilizar para el tratamiento. La cantidad de aplicaciones diarias pueden variar entre 2 y 4 y normalmente no duran más de 5’.

3.2.9.5. Control automático de clima

El sistema permite evaluar variables meteorológicas exteriores e interiores al invernadero. Para los parámetros exteriores se utiliza una estación meteorológica colocada por fuera del invernadero que se ocupa de medir variables como (dirección del viento, velocidad del viento, lluvia, radiación solar exterior, temperatura, entre otros). Para los parámetros interiores se utiliza un sensor de temperatura y humedad relativa.

Tanto la estación meteorológica como los sensores interiores se encuentran en comunicación directa con un sistema de control denominado *Mini SysClima* que regula la apertura de las diferentes ventanas cenitales, apertura de la pantalla térmica y regula el sistema de nebulización.

3.2.9.6. Sistema de frío

La cámara de frío tiene como fin refrigerar los plantines hasta ser colocados en la multi banda y almacenar la frutilla tras su envasado a la espera del transporte al punto de venta.

3.2.9.7. Grupo electrógeno

Para este tipo de sistemas, la pérdida de suministro eléctrico, generaría un corte en el riego. Si no se restituye rápidamente, se elevarían los niveles de estrés en la planta, que reducirían la productividad y podrían llegarle a ocasionar la muerte. Es por esto, obligatorio, contar con un grupo electrógeno a combustión, que funcione como elemento de seguridad para evitar interrupciones.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

3.2.9.8. Balanzas digitales

Para el envasado se necesitará 1 balanza por empleado en el sector de envasado. Se seleccionan del tipo “comercial” ya que poseen una bandeja con un gran área de pesado.

3.2.9.9. Fotómetro multifunción

El fotómetro multifunción se utilizará para medición de parámetros del agua, es uno de los equipos críticos para este tipo de sistemas. Permite medir, a partir de extracciones de solución nutritiva, en diferentes puntos del sistema, los niveles de minerales disueltos en el agua para una nutrición perfecta. Esta función no puede ser realizada por los sensores que utiliza el cabezal de riego y es imprescindible para un buen crecimiento de la planta.

3.2.9.10. Refractómetro

El refractómetro es un elemento para la medición de grados brix, es decir, sólidos solubles dentro del fruto. Este es uno de los parámetros a medir solicitados dentro de la Resolución N° 866.

3.2.9.11. Elementos de laboratorio

Para el otro parámetro a medir, acidez, se utilizan elementos básicos de laboratorio como vasos de precipitados, goteros, erlenmeyers, entre otros, sumado a los líquidos, hidróxido de sodio (valorante), fenolftaleína (reactivo) y agua destilada.

3.3. Requerimientos

Todos los requerimientos mencionados en este apartado son al 100 % de la capacidad por lo que serán menores durante los dos primeros años de producción exceptuando los de espacios.

3.3.1. Requerimientos de espacios

- Cisterna

Considerando un cultivo de 312.000 plantas que consumen 0,1 l por día cada planta se necesitan 31.200 l por día de agua. Por lo tanto, se necesitará un reservorio que almacene, al menos, 93.600 l de solución nutritiva. Luego, se construirá una cisterna bajo tierra de 5x5x4 m es decir 100 m³.

- Espacio de sistema de frío

Considerando un almacenamiento de la frutilla de hasta 4 días en frío, a la espera del transporte al distribuidor se establece un requerimiento de una cámara frigorífica de 3x7

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

x2,4 m. La misma contará con un motor de 5,22 kW permitiendo almacenar un total de 11.100 kg de frutilla aproximadamente. La misma se colocará dentro del galpón de envasado.

- Espacios para mano de obra

Para estos se considera el máximo de mano de obra que se alcanza al momento de realizar la plantación como se verá en el apartado 3.3.4. Luego en la tabla 14 se pueden observar los requerimientos de superficie.

Sector	Metraje mínimo (m2)	Superficie real (m²)
Invernadero	15600	Área a cultivar= 15.600 Área total con pasillos= 16.900
Cisterna (bajo tierra)	25 (5 x 5)	25
Cabezal de riego	25	106,9
Envasado	81,9 (9,1 x 9)	
Cámara de frío	21 (7 x 3)	
Oficina gerente	12	122,46
Oficina producción	3,25	
Oficina compra, venta y finanzas	3,25	
Oficina recursos humanos	3,25	
Sanitarios	47,88 (Hombres 3,8 x 6,3 - Mujeres 3,8 x 6,3)	
Comedor (12 personas)	18 (1,5 por persona)	

Tabla 14: Requerimientos de espacio.

Fuente: Elaboración propia en base a la Agencia de Administración de Bienes del Estado (2020) y NGS (2018).

- Layout

Como se mencionó anteriormente, en base a la capacidad establecida y el tamaño del terreno se decide construir un invernadero de 13 módulos de 130 m de largo de tal forma que se aproveche el ancho total del terreno y se deje la posibilidad para una ampliación futura. En la figura 29 se muestra el layout de las oficinas, comedor y baños. En la figura 30 se muestra el layout del cabezal de riego, zona de envasado y zona de almacenado.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

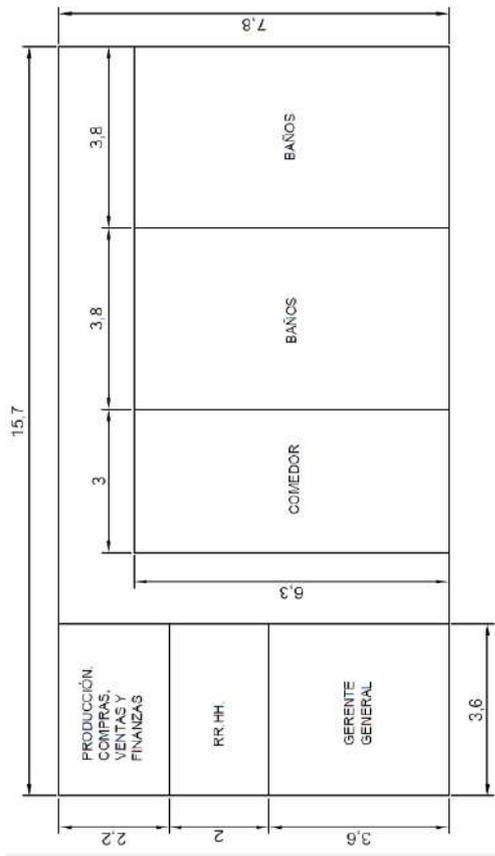


Figura 29: Layout oficinas.
Fuente: Elaboración propia en base a la Agencia de Administración de Bienes del Estado (2020).



Figura 30: Layout cabezal de riego y zona de envasado.
Fuente: Elaboración propia en base a la Agencia de Administración de Bienes del Estado (2020).

En la figura 31 se muestra el layout del invernadero.

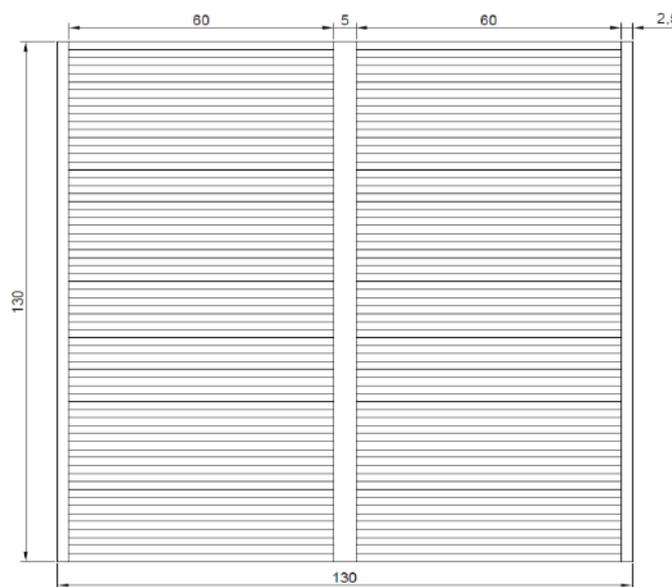


Figura 31: Layout invernáculo.
Fuente: Elaboración propia en base a NGS (2018).

3.3.2. Requerimientos de materia prima

- Plantines

Para este invernáculo se necesitarán un total de 312.000 plantas anuales de la especie seleccionada, San Andreas. Las mismas se venden en cajas de 1.000 unidades. Luego se necesitarán 312 cajas que serán compradas del tipo frigo. Estas se cosechan en el mes de agosto y pasan aproximadamente 7 meses almacenados en frío en la empresa proveedora.

- Solución nutritiva

Para el cálculo de los requerimientos de nutrientes anuales se realiza un promedio entre los diferentes valores expresados por los autores antes mencionados y se proyecta al consumo anual en la tabla 15. Sin embargo, debemos recalcar que estos son estimativos y variarán en la realidad.

Nutriente	Promedio entre autores (mg/l)	Consumo anual (kg)
NO3	143,00	13.384,80
H2PO4	37,69	3.527,47
SO4	68,10	6.374,16
K	193,33	18.096,00
Ca	160,17	14.991,60
Mg	39,67	3.712,80
Na+	27,67	2.589,60
NH4+	28,57	2.673,84

Tabla 15: Requerimientos de nutrientes.

Fuente: Elaboración propia en base a Smithers Oasis (2015).

- Plaguicidas y pesticidas

En la tabla 16 se mencionan las dosis por ha de los distintos plaguicidas e insecticidas y a partir de la cantidad de aplicaciones se calcula el requerimiento anual en kg.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Plaguicidas e insecticidas	Dosis (kg/ha)	Cantidad de aplicaciones	Requerimiento anual (kg)
Captan	8	1	12,48
Cercobin	3,2	8	39,936
Thiram	8	3	43,2
Amistar	3	3	16,2
Fyfanon	4	4	28,8

Tabla 16: Requerimientos de plaguicidas e insecticidas.
Fuente: Elaboración propia en base a Malarczuck Walter (2022).

- Requerimientos de abejas polinizadoras

Las recomendaciones recibidas para los sistemas NGS que cuadruplican la cantidad de cultivos por hectárea es de 8 colmenas. Para nuestro caso de 1,56 ha se utilizarán 13 colmenas durante toda la etapa de floración. Se colocarán 10 colmenas en el interior del invernáculo y 3 colmenas en el exterior para orientar a las abejas en el caso de que encuentren escape del invernáculo.

3.3.3. Requerimientos de envases

Para la venta de producto fraccionado en 250 g y 500 g se utilizará como envase primario estuches de plástico PET reciclable a los cuales se les colocará etiqueta y tendrá como envase secundario bandejas de cartón corrugado de 2 kg de 24x40x9 cm y de 5 kg de 60x40x9 cm. Para el producto a granel, se utilizarán las mismas bandejas recubiertas por un papel de seda parafinado. Los requerimientos se pueden observar en la tabla 17.

Resumen de requerimientos anual	Unidades
Envases PET 250 g	84.240
Envases Pet 500 g	42.120
Bandejas 2 kg	105.300
Bandejas 5 kg	42.120
Papel seda parafinado	85.293

Tabla 17: Requerimientos de envases.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe aclarar que cada unidad de papel de seda parafinado puede ser utilizado para una bandeja de 5 kg o para dos bandejas de 2 kg por el tamaño en el que se comercializa 40x60 cm.

3.3.4. Requerimiento de mano de obra

- Mano de obra directa

Para establecer los requerimientos de mano de obra se consideran los valores establecidos por el Índice de Mínimos Trabajadores (IMT) que se mencionan en la Resolución General 3851 (Administración Federal de Ingresos Públicos, 2016).

Luego, el personal que estará a cargo de las labores de producción se encontrará dividido en dos grupos, planta permanente y planta temporal. Por un lado, el grupo de planta permanente, compuesto por dos personas, se ocupará de todas las tareas que sean necesarias para que el cultivo se desarrolle en perfectas condiciones, incluyendo la aplicación de insecticidas, desflorado, podas, mantenimiento de las líneas de riego y tareas de limpieza. Por otro lado, el grupo de planta temporal se sumará al permanente en los periodos críticos, al momento de plantar y en los picos de cosecha. De esta manera se necesitará un total de 32 empleados temporales durante 10 días (plantación) y para los meses de mayo a diciembre un total de 12 empleados (8 para tareas de cosecha y 4 para tareas de envasado).

- Mano de obra indirecta

En lo que respecta a la mano de obra indirecta, se requiere una persona encargada del área de producción, una persona para el área de compras, ventas y finanzas una persona encargada del área recursos humanos y en la cabeza de la empresa un gerente general.

La persona encargada del área de producción debe ser ingeniero agrónomo con experiencia en cultivos hidropónicos, ya que será la persona encargada de decidir qué productos se le pondrán a las plantas. De todas maneras, el análisis de los productos a utilizar no lo realizará de manera solitaria, se trabajará a la par con un consultor de riego hidropónico perteneciente a la empresa NGS para la toma de decisiones en momentos críticos de producción.

3.3.5. Requerimiento de servicios

Se consideran únicamente los consumos del invernadero por ser los restantes insignificantes en comparación con estos.

- Agua

El terreno seleccionado cuenta con pozo de agua, por lo que no existirá un proveedor externo. Sin embargo, se considera un costo eléctrico de la bomba para la extracción del agua de 0,25 kW.h/m³ que será sumado al servicio de energía eléctrica.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Como mencionamos anteriormente el consumo de agua por planta es de 0,1 l/día. Con un invernadero de 312.000 plantas, el consumo diario será de 31.200 l.

- Energía eléctrica

En la ubicación seleccionada el proveedor de energía eléctrica es la Cooperativa de Electricidad de Zárate.

Para el cálculo del consumo eléctrico se consideran los equipos que tienen un gasto eléctrico significativo. Se considera un uso de la electrobomba y compresores de 10 meses mientras que el sistema de frío solo por 8 meses. En la tabla 18 se resumen los requerimientos energéticos.

Equipos	Potencia (kW)	Horas de uso diario (h)	Consumo anual (kW.h)
Extracción de agua de pozo	-	-	2.340
Electrobomba	2,24	12	8.054
Sistema de nebulización (6 compresores)	33,56	0,33	3.322
Sistema de frío	5,22	24	30.067
Total			43.782

Tabla 18: Requerimientos energéticos.
Fuente: Elaboración propia.

- Combustible

El único componente de la instalación que consume gasoil es el generador eléctrico. Considerando la compra de un generador a combustión de 95 HP con un consumo de combustible de 11 l/h y un total de 7 días anuales de corte de suministro el consumo anual de diesel será de 1848 l.

3.4. Análisis económico y financiero

Todo proyecto de inversión privada no solo debe ser factible desde el aspecto técnico, sino que también debe serlo desde el aspecto económico. Es por esto que se realiza este análisis económico para cuantificar la inversión para la instalación y puesta en marcha del invernadero, los costos de operación y los posibles ingresos de tal forma de otorgar una conclusión respecto a la viabilidad económica.

Para este análisis se utilizará como unidad monetaria el dólar estadounidense y se considera un valor de cambio de \$133,25 argentinos por cada dólar (Banco Nación, 2022).

3.4.1. Ingresos por ventas

Para el cálculo de los ingresos por ventas se multiplica el precio promedio mensual por la cantidad a producir, luego se suma para obtener el ingreso anual. Cabe destacar que

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

se le descuenta el 15 %, el costo del distribuidor que en este caso es el Mercado Central. En la tabla 19 se resumen los ingresos por ventas mensuales para la producción al máximo de la capacidad instalada.

Mes	Producción total mensual (kg)	Precio promedio por mes (US\$/kg)	Ingresos por ventas (US\$)
Enero	0	2,73	0
Febrero	0	3,43	0
marzo	0	3,30	0
abril	0	2,76	0
mayo	46.391	3,42	134.859
junio	48.834	5,38	223.423
julio	72.032	5,47	334.911
agosto	79.357	3,51	236.593
septiembre	73.253	2,82	175.276
octubre	51.277	1,76	76.493
noviembre	30.523	1,70	44.170
diciembre	19.533	1,69	28.059
Total anual	421.200		1.253.784

Tabla 19: Ingreso por ventas.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Inversión total

- Terreno

El valor del terreno presupuestado es de US\$128.800.

- Componentes directos de la inversión fija

En la tabla 20 se puede observar un resumen de todos los componentes directos de la inversión, la explicación de cada uno de ellos se encuentra en el Anexo III.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Componentes directos	Costo (US\$)
Gastos de estudio e investigaciones previas del proyecto	0
Equipos principales	756.380
Instalación de equipos	0
Cañerías	0
Instrumentación y control	17.709
Instalación eléctrica	51.448
Construcción	181.408
Servicios auxiliares	97.328
Terreno y mejoras del terreno	15.746
Gastos de puesta en marcha	0
Intereses durante la construcción	0
Total de los componentes directos	1.120.020

Tabla 20: Resumen componentes directos de la inversión fija.
Fuente: Elaboración propia.

- Componentes indirectos de la inversión fija

Para la estimación de los componentes indirectos se utiliza la estimación por el método de Chilton (1949). En la tabla 21 se detallan cada uno de los factores de Chilton (1949) seleccionados y el valor de la inversión indirecta.

Componentes indirectos	Factor experimental de Chilton	Costo (US\$)
Ingeniería y construcción: ingeniería inmediata	0,275	308.006
Factor de tamaño: unidad comercial grande	0,025	28.001
Contingencias: variaciones imprevistas	0,15	168.003
Total de los componentes indirectos		504.009

Tabla 21: Resumen componentes indirectos de la inversión fija.
Fuente: Elaboración propia.

Luego la suma de los componentes directos e indirectos de la inversión fija da un total de US\$1.624.029 y si a esto le sumamos el terreno, la inversión fija total asciende a los US\$1.752.829.

3.4.3. Capital de trabajo

Al haber seleccionado una variedad de frutilla reflorecente la misma producirá frutos siempre y cuando se encuentre dentro de las temperaturas adecuadas para la floración. Sin embargo, la primera floración cosechable comienza a los 60 días de haber plantado. De esta

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

manera se calcula un capital de trabajo para operar durante este periodo, en función de los costos de producción, sin incluir los costos de depreciación y considerando que la empresa trabaja los 365 días del año. Luego el capital de trabajo asciende a US\$85.512. Los diferentes costos de producción se detallan en el siguiente apartado.

Cabe aclarar que para el costo de capital de trabajo no se considera crédito a clientes ya que el pago del producto por parte del distribuidor, que en este caso es el Mercado Central, se realiza al momento de recibir el producto.

Finalmente la inversión total se calcula como la suma de la inversión fija total más el valor de la inversión en capital de trabajo dando un total de US\$1.838.341.

3.4.4. Costos

Los costos de cualquier industria los podemos dividir en dos grupos, los que son proporcionales a la producción denominados variables y los que son independientes de la producción denominados fijos.

3.4.4.1. Costos variables

En la tabla 22 se detallan los costos variables para el funcionamiento a una capacidad del 100 %. La explicación del cálculo de cada uno de ellos se encuentra en el Anexo IV.

Costos variables	Costos (US\$)
Materia prima	165.359
Envases	109.497
Mano de obra directa	65.737
Supervisión	16.434
Servicios	9.384
Mantenimiento	32.481
Suministros	4.872
Laboratorio	1.315
Total de costos variables	405.079

Tabla 22: Resumen costos variables.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 32 se detallan los porcentajes de los diferentes costos variables. Como se puede observar la mayor parte (84%) proviene de la materia prima (40,8 %), envases (27 %) y mano de obra directa (16,2 %).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

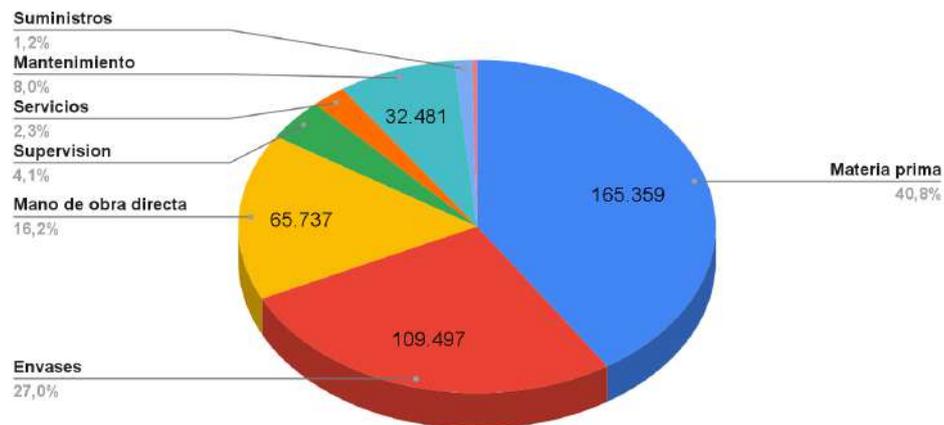


Figura 32: Proporción costos variables.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.2. Costos fijos

En la tabla 23 se detallan los costos fijos, el cálculo de cada uno de ellos se especifica en el anexo IV.

Costos fijos	Costo (US\$)
Depreciación	162.403
Impuestos	16.240
Seguros	8.120
Venta y distribución	31.345
Dirección y administración	46.016
Investigación y desarrollo	6.269
Total de costos fijos	270.393

Tabla 23: Resumen costos fijos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 33 se pueden observar los porcentajes de los diferentes costos fijos. Como se puede observar la mayor parte (77,1 %) proviene de la depreciación de los componentes de la inversión fija (61,6 %) y de la dirección y administración (17 %).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

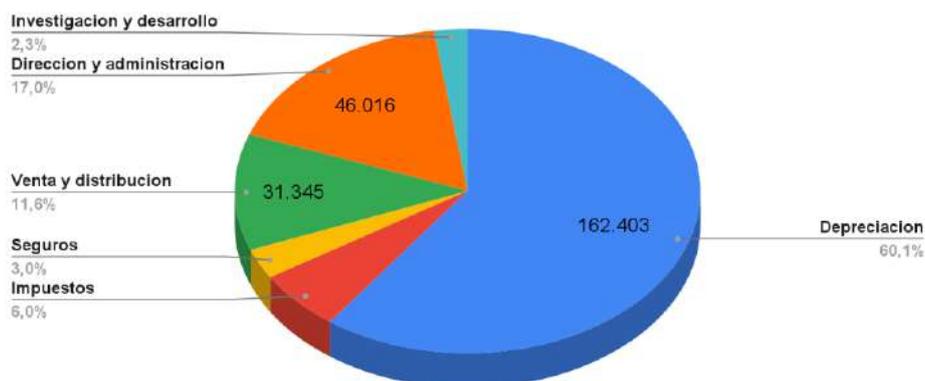


Figura 33: Proporción de costos fijos.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.3. Resumen costos

Finalmente, los costos totales anuales para la capacidad de diseño alcanzan un valor de US\$675.472, estando compuestos en un 60 % por los costos variables y un 40 % por los costos fijos aproximadamente.

3.5. Análisis de rentabilidad

3.5.1. Flujo de fondos

Para evaluar la rentabilidad económica del proyecto se confecciona en primera medida el cuadro de flujo de fondos. La incertidumbre asociada al contexto económico, que dificulta prever el comportamiento de las variables involucradas en la evaluación, motiva a realizar el análisis con un horizonte de 5 años y no en un período mayor. Se considera un valor de ingresos brutos de 0,75 % según lo establecido para la Provincia de Buenos Aires para cultivos de bulbos, brotes, raíces y hortalizas de fruto n.c.p. donde se incluye la frutilla (Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, 2022). Finalmente, se utiliza un valor del 35 % para el impuesto a las ganancias siendo este el máximo posible para la Provincia de Buenos Aires (AFIP, 2022). El flujo de fondos se puede observar en la tabla 24.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Capacidad de producción		70 %	85 %	100 %	100 %	100 %
Ingresos						
Ingreso por ventas		877.649	1.065.717	1.253.784	1.253.784	1.253.784
Ingresos brutos (0,75 %)		6.582	7.993	9.403	9.403	9.403
Total de ingresos		871.067	1.057.724	1.244.381	1.244.381	1.244.381
Egresos						
Inversión fija total	- 1.752.829					
Capital de trabajo	- 85.512					
Costos de producción		- 553.948	- 614.710	- 675.472	- 675.472	- 675.472
Total de egresos	-1.838.341	- 553.948	- 614.710	- 675.472	- 675.472	- 675.472
B.N.A.I.		317.118	443.014	568.909	568.909	568.909
Impuesto a la ganancia		110.991	155.055	199.118	199.118	199.118
Beneficio neto		206.127	287.959	369.791	369.791	369.791
Depreciación		162.403	162.403	162.403	162.403	162.403
Flujo de caja	-1.838.341	368.530	450.362	532.194	532.194	532.194

Tabla 24: Flujo de caja.
Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Tasa de rentabilidad mínima aceptable

Antes de determinar si el proyecto es rentable o no, se calcula una tasa de rentabilidad mínima aceptable (TRMA). En este caso, se considerará una determinada estructura de financiamiento y por tal motivo se utilizará el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) como TRMA. Este promedia el costo de capital relativo a cada una de las fuentes de fondos para financiar este proyecto, el propio y el de deuda.

Para el cálculo del costo de capital propio se utiliza el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM) ecuación 5 y 6.

- Tasa libre de riesgo de economía avanzada (Rf): se toma como referencia el valor de los bonos de estados unidos a 5 años con un valor de 3,35 % (Investing,2022).
- Tasa de retorno esperado de una economía avanzada (Rm): Se obtiene el valor de 26,6 % a partir de las tablas proporcionadas por el Profesor de finanzas Damodaran de la Universidad de Nueva York (Damodaran, 2022).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Coeficiente de sensibilidad del sector (β): se obtiene el valor de 1,03 a partir de las tablas proporcionadas por el Profesor de finanzas Damodaran de la Universidad de Nueva York (Damodaran, 2022).
- Riesgo país de la República Argentina (RP): se utiliza el valor de 2.389 puntos básicos (Ámbito, 2022).

$$Ke = Rf + \beta * (Rm - Rf) + RP \quad (5)$$

$$Ke = 0,0335 + 1,03.(0,266 - 0,0335) + 0,2389 = 0,51 = 51 \% \quad (6)$$

Como fuente de financiamiento se opta por Programa Global de Crédito para la Reactivación del Sector Productivo proporcionado por el Fondo Nacional de Desarrollo Productivo (FONDEP). El mismo, otorga hasta el 80 % de la inversión total del proyecto con un interés anual efectivo del 18 % con un método de amortización francés (FONDEP, 2022).

Luego, se calcula el costo del capital de deuda corregido por el efecto tributario, ecuación 7 y 8.

Tasa de interés efectiva anual del préstamo seleccionado: 18 %

Tasa impositiva: se considera la misma utilizada para el cálculo del flujo de caja, es decir, 35 %.

$$Kd = i * (1 - t) \quad (7)$$

$$Kd = 0,18 * (1 - 0,35) = 0,117 \quad (8)$$

Se considera una estructura de financiamiento de 20% de capital propio y 80% de capital adeudado. Finalmente se calcula el CPPC como se puede observar en la ecuación 9 y 10.

$$CPPC = \% \text{ Capital propio} * Ke + \% \text{ Capital financiado} * Kd \quad (9)$$

$$CPPC = 0,2 * 0,51 + 0,8 * 0,117 = 0,1956 \quad (10)$$

De esta forma, la TRMA es de 19,56 %.

3.5.3. Estimación de la rentabilidad

Para estimar la rentabilidad económica del proyecto se utilizan dos métodos dinámicos (valor presente y tasa interna de retorno) y un método estático (tiempo de repago).

- Valor presente

Se realiza el cálculo del valor presente considerando la tasa de interés calculada anteriormente del 19,56 %. Luego, el valor presente es de - US\$5.254.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- **Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto da como resultado un 19 %.

- **Tiempo de repago**

En la figura 34 se puede observar el flujo de caja acumulado, cuyo punto de origen corresponde a la inversión fija depreciable y visualizar el tiempo de repago es de dos años.

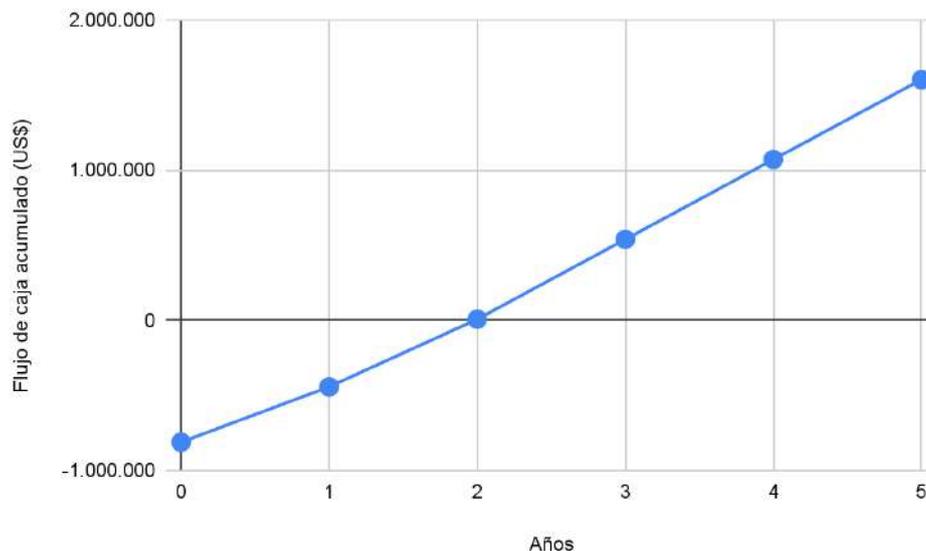


Figura 34: Tiempo de repago.
Fuente: Elaboración propia.

- **Conclusión del análisis**

Al ser el VP < 0 el proyecto no es factible. Además, esto se puede corroborar observando que la TIR del 19 % es menor que la TRMA de 19,56 %.

3.5.4. Análisis de sensibilidad

Para el análisis anterior, se trabajó con el precio promedio del Mercado Central. Sin embargo, el producto que comercializa la empresa es superior en calidad al promedio vendido dentro de este mercado concentrador. Por lo tanto, se podría aspirar a alcanzar el precio de venta máximo.

Tomando los precios máximos del Mercado Central, se logra un incremento en el ingreso por ventas (IPV) del 12 %. Luego, en la tabla 25 se ve como esta variación en el IPV permite alcanzar una TIR del 24%, estas variaciones expresadas en forma relativa pueden observarse en la figura 35.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

	Variación del parámetro ingreso por ventas	VP	TIR
IPV promedio	0 %	-5.254	19%
IPV máximo	12 %	253.313	24%

Tabla 25: Variación del VP y TIR por cambio en el IPV.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 35 la TIR es muy sensible al ingreso por ventas. Cuando el IPV aumenta 12% la TIR aumenta un 24 %.

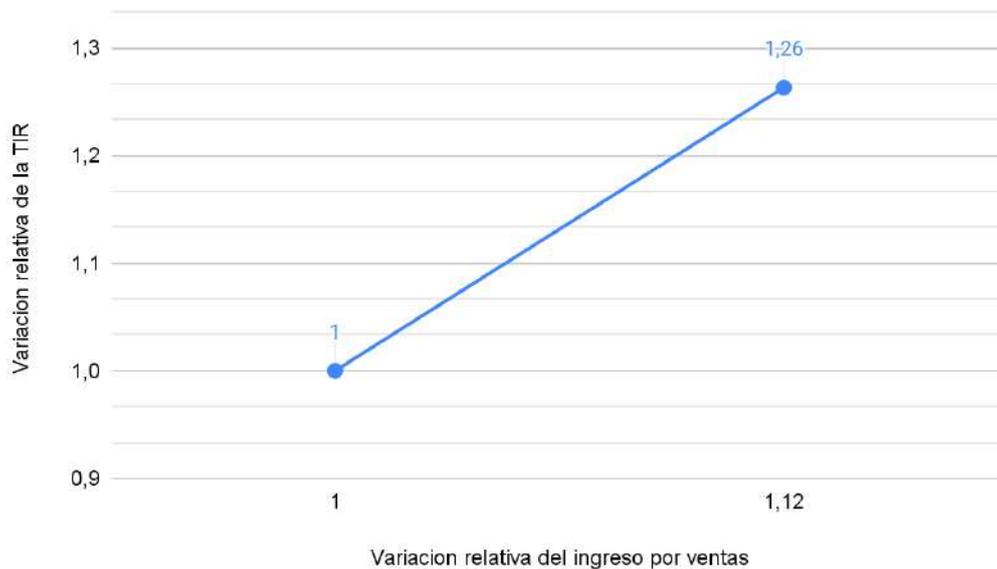


Figura 35: Análisis de sensibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Alcanzar el precio de venta máximo transforma el proyecto en factible ya que la TIR del 24% supera la TRMA. Por este motivo se procede a analizar el flujo de fondos del inversionista para este escenario.

3.5.5. Flujo de fondos del inversionista

Antes de realizar el flujo de fondos del inversionista, se calcula la cuota para la amortización del préstamo seleccionado. El préstamo a utilizarse es el proporcionado por el FONDEP que fue antes mencionado y que posee un sistema de amortización francés a una tasa de interés del 18 %. Se realiza el cálculo a partir de la ecuación 11 considerando el monto a financiar del 80 %, es decir US\$1.470.672, y una financiación a 5 años.

$$A = P * \frac{i*(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (11)$$

Siendo:

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- A: Cuota del préstamo.
- P: Monto del préstamo.
- i: Tasa de interés anual.
- n: duración del préstamo.

En la tabla 26 se calculan los intereses y la amortización del préstamo para la vida útil del proyecto.

Año	Interés (US\$)	Cuota (US\$)	Pago principal (US\$)	Deuda (US\$)
2022				1.470.673
2023	264.721	470.289	205.567	1.265.105
2024	227.719	470.289	242.570	1.022.536
2025	184.056	470.289	286.232	736.303
2026	132.535	470.289	337.754	398.550
2027	71.739	470.289	398.550	0

Tabla 26: Amortización del préstamo.
Fuente: Elaboración propia en base al FONDEP (2022).

En la tabla 27 se observa el flujo de caja del inversionista en el que se coloca el valor del interés como parte de los costos mientras que se descuenta la amortización del beneficio neto y la depreciación.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Capacidad de producción		70 %	85 %	100 %	100 %	100 %
Ingresos						
Ingreso por ventas		982.967	1.193.603	1.404.238	1.404.238	1.404.238
Ingresos brutos (0,75 %)		7.372	8.952	10.532	10.532	10.532
Préstamo	1.470.673					
Total de ingresos	1.470.673	975.595	1.184.651	1.393.707	1.393.707	1.393.707
Egresos						
Inversión fija total	- 1.752.829					
Capital de trabajo	- 85.512					
Costos de producción		- 553.948	- 614.710	- 675.472	- 675.472	- 675.472
Costos de financiación		- 264.721	- 227.719	- 184.056	- 132.535	71.739
Total de egresos	- 1.838.341	- 818.669	842.429	859.528	808.007	- 747.211
B.N.A.I.		156.925	342.222	534.178	585.700	646.496
Impuesto a la ganancia		54.924	119.778	186.962	204.995	226.274
Beneficio neto		102.001	222.444	347.216	380.705	420.222
Depreciación		162.403	162.403	162.403	162.403	162.403
Amortización		-205.567	-242.570	-286.232	-337.754	-398.550
Flujo de caja	-367.668	58.837	142.277	223.387	205.354	184.076

Tabla 27: Flujo de caja del inversionista con ingresos por ventas máximo.
Fuente: Elaboración propia.

Continuando con el análisis se calcula la TIR para el inversionista dando 50 %. Por lo tanto, si comparamos a esta con la TRMA del inversionista, es decir el Ke calculado anteriormente, del 51 % esta se encuentra por debajo.. Por lo tanto, el proyecto es factible pero no es rentable para el inversor en las condiciones establecidas.

De todas maneras, si analizamos cómo fue calculado el costo de capital del inversionista, podemos notar que es directamente proporcional al riesgo país, el cual se encuentra en valores superiores a lo normal. Esto se debe principalmente a un contexto de alta inestabilidad económica. De esta manera, si se considera el RP promedio de los últimos 10 años, de 1103 puntos, el costo de capital del inversionista sería de 38,32 % (Ámbito, 2022). Finalmente, podemos observar que el proyecto puede llegar a ser rentable siempre y cuando se regrese a los valores menores de riesgo país.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

3.5.6. Otras alternativas que aumenten la rentabilidad

En este apartado se analizan otras posibilidades para aumentar la rentabilidad del proyecto.

Capacidad: Al igual que en la mayoría de los casos de producción de frutas y verduras, para este proyecto la disminución o aumento de la producción es linealmente proporcional a la inversión inicial por lo que no variaría la rentabilidad del proyecto. Solo existen algunos equipos, como la computadora de riego y el sistema de control climático, que no deberían cambiarse con el cambio en la capacidad pero su costo es ínfimo en comparación al resto de los componentes.

Equipamiento: El equipamiento seleccionado para este proyecto es el mínimo e indispensable. No existe equipamiento que cumpla las mismas funciones y tenga un costo menor como pasa en otro tipo de industrias.

Localización: En lo que respecta a la localización, en este tipo de sistemas lo que se busca es estar lo más cerca del punto de consumo. En este caso el conglomerado urbano más grande de la Argentina es el Gran Buenos Aires que alberga aproximadamente 12.000.000 de personas, y es donde está situado el proyecto (Gobierno de Buenos Aires, 2022).

Además, como se mencionó anteriormente el la ubicación seleccionada presenta baja CE. Elegir otra ubicación podría incrementar los costos para regular la CE del agua y lograr una buena nutrición de las plantas.

Factores de producción: No existen factores dentro de la producción que puedan alterar la rentabilidad del proyecto.

Mercado objetivo: Si bien el sistema permite frutos con menor carga química no se puede competir con el mercado de fruta orgánica. Por otro lado, existe el mercado de frutilla congelada, sin embargo el proyecto planteado se focaliza en la producción primaria y para competir en el mismo se necesitaría otro tipo de instalaciones y una mayor cantidad de equipos.

3.6. Estrategia de marketing

Si bien el proyecto no es rentable para las condiciones propuestas inicialmente, si es técnicamente factible y puede que un futuro sea rentable como se justificó anteriormente. Es por esto que se completa el trabajo realizando un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que se puede observar en la tabla 28; y luego se seleccionara una estrategia de marketing que se podría seguir.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none">- Producto de mejor calidad y con menos químicos.- Producción con menos mermas, más homogénea y que logra mayor previsibilidad.- Producción fuera de estación.- Mejor aprovechamiento del espacio.- Costos de mano de obra más bajos que otros sistemas.	<ul style="list-style-type: none">- Altos costos de inversión.- Altos costos de materia prima.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">- Mercado creciente.- Mayor concientización sobre los perjuicios de los químicos y el calentamiento global.	<ul style="list-style-type: none">- Aparición de competidores con sistemas tradicionales e hidropónicos.- Reducción del precio de venta de productos sustitutos

Tabla 28: Análisis FODA.
Fuente: Elaboración Propia.

- Estrategia de marketing

Tras el análisis de las 5 fuerzas de Porter en etapas previas del trabajo y el FODA se puede seleccionar una estrategia con fundamentos. En este caso, se selecciona la estrategia de diferenciación de Porter para mercados existentes. De esta manera se busca comercializar la frutilla a un precio de venta mayor que el valor promedio del Mercado Central.

Si bien el producto final es el mismo, presenta cualidades diferentes a la frutilla producida con otro tipo de sistemas. Estas, que fueron mencionadas anteriormente, son el menor uso de químicos durante su producción, el no uso de herbicidas, el no uso de desinfectantes cancerígenos, la reducción de la huella de carbono del producto y que se logran mayor cantidad de grados brix. Por lo tanto, para llevar a cabo esta estrategia, se debe realizar una comunicación exhaustiva de las mismas. Esta se puede realizar en todos los envases en los que se comercialice el producto.

3.7. Estudio del potencial innovador

Si bien este método se utiliza generalmente en etapas del desarrollo de un producto, en este caso se usa para evaluar qué tan innovador es el sistema estudiado.

Para esto, se definen los requisitos de diseño para los sistemas de producción de frutilla. Posteriormente, se definen cuáles de los requisitos presentan un carácter innovador, es decir, que son creativos y podrían lograr una ventaja en el mercado. De este modo, los requisitos de diseño se clasifican en:

- Requisitos esperados o básicos (1).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Requisitos unidimensionales o mejorables (3).
- Requisitos de sobre-satisfacción (9).

En la tabla 29 se presentan cada uno de los requisitos junto al tipo y su ponderación.

Requisitos	Tipo de calidad	Ponderación requisito
Alta densidad por hectárea	Unidimensional	3
Alta producción por planta	Esperado	1
Alto porcentaje del producto de gran calidad y sin deficiencias	Unidimensional	3
Previsibilidad	Sobre-satisfacción	9
Producción en cualquier superficie/zona	Sobre-satisfacción	9
Producción fuera de estación	Sobre-satisfacción	3
Baja inversión	Unidimensional	3
Automatización	Esperado	1
Bajo costo de mano de obra y mejores condiciones laborales	Unidimensional	3
Bajo costo de insumos	Unidimensional	3
Cultivo sin suelo ni sustratos	Sobre-satisfacción	9
No uso de herbicidas	Esperado	1
Uso mínimo de pesticidas e insecticidas	Unidimensional	3

Tabla 29: Requisitos para evaluación del potencial innovador.
Fuente: Elaboración propia.

Continuando con el análisis, se analizan los sistemas existentes en el mercado para la producción de frutilla y en este caso no se buscan soluciones si no que se trabaja con las ya creadas.

Tradicional: Es el método más antiguo en el que se planta la frutilla en el suelo. El riego se puede efectuar de manera manual, con aspersores, con goteros o algún otro sistema semi automático.

Mulching/Semihidropónicos: Es el método más utilizado, se utiliza una bolsa plástica para separar el cultivo del resto de hierbas para evitar, en gran parte, el uso de herbicidas. Dentro de la bolsa se puede utilizar tierra o sustrato. El método de riego más utilizado para este tipo de cultivos es por goteros.

NFT/DFT: Son sistemas hidropónicos recirculantes tradicionales. Evitan el uso de herbicidas y se reduce notablemente el uso de pesticidas e insecticidas. Por lo general, se utiliza sustrato como base para el anclaje de la planta lo que provoca picos de estrés hídrico y un alto costo de limpieza del sistema. No se logra una alta densidad de plantas por utilizar tuberías muy robustas y su costo de inversión es moderado.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

NGS: Es un sistema recirculante de última generación que proporciona las ventajas que tienen los dos recirculantes anteriores pero con ciertas diferencias. Se utiliza generalmente sin sustrato, cuenta con bandas flexibles de dos pisos por lo que la solución nutritiva se auto oxigena durante el riego, utiliza menos agua y logra mayor densidad por hectárea. Como contra, presenta un alto costo de inversión inicial.

Para poder examinar el grado de novedad e innovación de cada uno de estos sistemas, se determina el tipo de discontinuidad que se da en el concepto de producto, en este caso el sistema, y en base a ello se establece el tipo de innovación. En este aspecto, los tipos de innovación de producto se clasifican y puntúan como:

- Innovación moderada (3).
- Innovación incremental (1).
- Innovación radical (9).

Tradicional: El método tradicional no presenta ningún tipo de discontinuidades. Por el contrario, presenta como faltante un requisito que hoy es esperado, el no uso de herbicidas. Luego se lo descarta para continuar con los análisis.

Mulching: En lo que respecta a este sistema presenta una discontinuidad en el micro-marketing ya que responde a la necesidad de mejorar el producto final y eliminar el uso de herbicidas. Tipo de innovación: incremental(1).

NFT/DFT: Estos dos sistemas logran dos tipos de discontinuidades, tanto en el micro marketing como en microtecnología ya que propone una diferencia tecnológica en la forma de producir. Tipo de innovación: incremental(1).

NGS: El NGS presenta las dos discontinuidades del NFT/DFT y también logra una discontinuidad en el macro marketing ya que es un producto completamente nuevo para el mundo y el mercado. Logra, eficientemente, producir sin el uso de sustrato. Tipo de innovación: moderada (3).

En base a lo analizado, se evalúa el potencial innovador de los 3 sistemas mencionados. Para ello, se analiza el éxito del producto y su creatividad:

- El éxito del producto se considera con las variables: Tipo de requisito de diseño (unidimensional o de sobre-satisfacción) y las variables de influencia (comparación con el mercado, eficiencia económica, evaluación comercial y la estrategia de la empresa) con su respectiva ponderación en función de los intereses de los diseñadores.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- La novedad o creatividad del diseño se tiene en cuenta con las variables: Tipo de innovación y patentabilidad.

Finalmente, para la evaluación y selección del concepto de producto con mayor potencial de innovación se utiliza la siguiente matriz de selección y evaluación propuesta por Justel Lozano (2006) que se puede observar en la tabla 30. Las correlaciones entre los diseños conceptuales y los requisitos de diseño se puntúan como: Fuerte (9); Media (3); Baja(1).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

	Diseños conceptuales	Mulching	NFT/DFT	NGS
	Grado de novedad	1	1	3
Requisitos	Ponderación requisito			
Alta densidad por hectárea	3	1	1	3
Alto porcentaje del producto de gran calidad y sin deficiencias	3	3	3	9
Previsibilidad	9	1	3	3
Producción en cualquier superficie/zona	9	1	9	9
Producción fuera de estación	3	1	1	3
Bajo costo de mano de obra y mejores condiciones laborales	3	1	1	3
Bajo costo de insumos	3	3	1	1
Cultivo sin suelo ni sustratos	9	1	1	3
Uso mínimo de pesticidas e insecticidas	3	1	3	3
Potencial absoluto		57	147	603
Potencial relativo		5,7	14,7	60,3
Factor corrector o variables de influencia	Factor de ponderación			
Comparación con el mercado	2	10	40	50
Eficiencia económica	4	50	20	30
Evaluación comercial	1	10	30	60
Encaje estratégico	3	10	40	50
Potencial innovador		70,7	92,2	167,8

Tabla 30: Evaluación del potencial innovador.

Fuente: Elaboración propia.

Para este análisis, no se considera si el sistema es patentable o no, por ser todos existentes. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, el sistema NGS se encuentra patentado por la empresa española que tiene este mismo nombre.

De esta forma, se puede observar que el sistema con mayor puntaje sobre el potencial innovador es el NGS, siendo su innovación del tipo moderada. Luego, se verifica lo mencionado durante todo el trabajo, estamos en presencia de un sistema innovador comparado con los restantes utilizados en el mercado.

Además, si sumamos lo antes analizado, se puede concluir que un producto innovador puede no ser económicamente viable. Profundizando en esto, se puede generar la

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

hipótesis de que falta que se popularice para que los costos de fabricación e instalación se reduzcan y que logre ser más competitivo.

De todas maneras, se puede concluir que las ventajas que logra el sistema en el producto final y en la cadena de consumo, marca el rumbo productivo para años futuros:

- Eliminar el uso del suelo (un bien escaso).
- Eliminar el uso de herbicidas.
- Reducir la cantidad de químicos en la producción.
- Reducir la cantidad de agua por planta.
- Reducir la huella de carbono del producto.

4. CONCLUSIONES

En primera medida se puede mencionar que la frutilla presenta una demanda en crecimiento en Argentina y a nivel mundial, fomentada en parte por el cambio en los hábitos de consumo hacia una dieta más sana.

En lo que respecta al mercado interno argentino de frutilla fresca, presenta una demanda insatisfecha que varía entre 8.300 y 14.800 t. Esta brecha entre el mínimo y máximo se debe principalmente a la variabilidad que presenta la oferta por ser su producción susceptible al clima, plagas, hongos y las denominadas malas hierbas (únicamente en el cultivo a tierra).

Para los cultivos de frutilla hidropónicos la mejor zona de producción se encuentra en el noreste de la provincia de Buenos Aires por poseer agua de baja conductividad eléctrica (parámetro fundamental para este tipo de cultivos) y encontrarse cerca de la zona de consumo reduciendo así los costos de transporte y la huella de carbono.

Dentro de los sistemas hidropónicos, el que mejores cualidades logra en el producto final para la frutilla es el NGS. Dentro de este tipo de sistemas, para proyectos nuevos, el mejor tipo es el oscilante con multi banda duo por proporcionar mejores rendimientos.

En lo que respecta a la producción de frutilla en multi banda sin sustrato, se determina que es factible (desde una mirada técnica y no económica), ya que existen varios proyectos alrededor del mundo se está utilizando la misma tecnología. En la ubicación seleccionada, utilizando la variedad San Andreas, se podrían alcanzar rindes de aproximadamente 1,35 kg por planta al año.

La comercialización de la frutilla fresca, dentro del mercado interno, se puede realizar a diferentes clientes como mercados concentradores, supermercados, minoristas y otras industrias. La exportación de este producto, en su estado fresco, es inexistente por ser un producto perecedero y con altos costos logísticos. La frutilla que se exporta, es del tipo IQF (congelado rápido por unidad) o se realiza dentro de otros productos como jabón, yogur, cremas cosméticas, etc. Si nos referimos a la importación de frutilla fresca, al igual y por el mismo motivo que las exportaciones, es mínima.

Para ejecutar el proyecto propuesto, se decide construir un invernadero de 1,69 hectáreas con una capacidad de producción de 312.000 plantas de frutilla, es decir 421 t, con el sistema NGS oscilante en multi banda dúo. La inversión fija para realizar el mismo es de un total de US\$1.752.829. Si a este monto le sumamos el terreno ubicado en la localidad de Zárate, asciende a US\$1.838.341. Además, dentro de la inversión inicial debe considerarse un costo de capital de trabajo para dos meses que representa un total de US\$85.512.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Por otorgar mejores beneficios sobre los pequeños y medianos productores, se decide comercializar el 100 % de la frutilla en el Mercado Central de Buenos Aires. Los ingresos por ventas brutos que se podrían lograr trabajando al máximo de la capacidad instalada son de US\$1.404.238. Para este caso, los costos variables se estiman en US\$405.079 y costos fijos en US\$270.393.

Tras realizar un análisis de los costos, se concluye que los que más porcentaje representan dentro de los variables es la materia prima (principalmente los nutrientes y plantines) y los envases, mientras que en los costos fijos, la depreciación junto a la dirección y administración.

Luego de analizar la factibilidad económica del proyecto, considerando un préstamo del 80% del capital necesario proporcionado por el FONDEP a una tasa de intereses del 18 % anual, se concluye que no es factible. Esta conclusión surge a partir del cálculo del valor presente que es de -US\$5.254 y que la TIR del 19% es menor que TRMA del 19,56 %. Por otra parte, el tiempo de repago es de aproximadamente 2 años.

Como consecuencia de los resultados obtenidos, se decide realizar un análisis de sensibilidad respecto a los ingresos por ventas. Se concluye que la rentabilidad del proyecto es muy sensible a esta variable y considerando el precio de venta máximo la TIR asciende al 24 %. Esta es mayor a la TRMA haciendo que el proyecto sea a priori factible y rentable. Comercializar el producto al precio máximo no sería un hecho tan improbable ya que la frutilla producida es de excelencia. De esta forma, se continúa con el análisis económico desde la mirada del inversionista y se obtiene una TIR del 50 %. Siendo esta menor que el ke (costo de capital propio) del 51 % se concluye que no es rentable para el inversionista.

Seguido a esto, se realiza un análisis de los motivos por los cuales la TRMA del inversionista es tan alta. Con este se detecta que se debe a un contexto económico inestable que generó un aumento en el riesgo país, esta variable es proporcionalmente lineal TRMA. Finalmente, se analiza el proyecto en un caso hipotético con el RP promedio de los últimos 10 años, de 1103 puntos, dando rentable ya que el ke se reduce al 38,32%. De esta forma, se concluye que la propuesta podría ser rentable regresando a un contexto económico más favorable.

Considerando la posibilidad de que el proyecto sea efectuado en un futuro, se realiza un análisis de las 5 fuerzas de Porter, fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la organización y se selecciona una estrategia de marketing. Se opta por diferenciación del producto con el fin de evidenciar las cualidades distintivas del producto y lograr el precio de venta más alto del mercado.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Finalmente, se efectúa una evaluación del potencial innovador y como se preveía anteriormente, el sistema NGS presenta la mayor puntuación. Por lo tanto, si bien no es económicamente factible, marca el rumbo al cual se dirige la producción frutilla y de otras tantas frutas y hortalizas. Promueve el no uso de suelo, la reducción en el uso de químicos y agua; y la producción cerca del punto del consumo fomentando los mercados locales.

5. BIBLIOGRAFÍA

AABE. (2020). Manual de Estándares de Espacios de Trabajo del Estado Nacional. Extraído el 14 de noviembre de 2022, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/345000-349999/345925/res177.pdf>

ADBlick. (2020). Agricultura de innovación. Extraído el 4 de junio de 2022, de <https://www.adblickagro.com/proyectos/landing-adblick-hidroponia/>

Administración Federal de Ingresos Públicos. (2016). Resolución General 3851. Extraído el 20 de agosto de 2022, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/170000-174999/173831/texact.htm>

AFIP. (2022). Impuesto a las ganancias. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de <https://www.argentina.gob.ar/iaf/preguntas-frecuentes/afip#:~:text=No%20es%20un%20porcentaje%20fijo,y%20de%20acuerdo%20al%20monto.>

Agrícola Llahuen. (2022). Extraído el 4 de junio de 2022, de <https://www.llahuen.com/plantas-de-frutillas>

Ámbito (2022). Riesgo país argentino. Extraído el 31 de agosto de 2022, de <https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais.html>

Argenprop. (2022). Extraído el 20 de julio de 2022, de <https://www.argenprop.com/campo-en-venta-en-zarate--8267714>

Argenprop. (2022). Extraído el 20 de julio de 2022, de <https://www.argenprop.com/campo-en-venta-en-pilar--2288251>

Beltrano J. y Gimenez D. (2015). Cultivo en hidroponia. Extraído el 31 de mayo de 2022, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1

Banco Nación (2022). Precio dolar oficial. Extraído el 27 de julio de 2022, de <https://www.bna.com.ar/Personas>

Canavessio C. (2010). Frutas finas “berries” hidropónicas.

Caicor Envases (2022). Extraído el 9 de agosto de 2022, de <https://www.facebook.com/caicorenvases/>

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Carro Paz. R y González Gómez. D. (2012). Localización de Instalaciones. Extraído el 14 de septiembre de 2022, de http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf

Ceccon, E.(2008). La Revolución Verde: Tragedia en dos actos. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>

Chamba Escobar M.E. (2019). Análisis del Método de la Línea Recta en la depreciación de activos. Extraído el 28 de septiembre de 2022, de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14680/1/E-10417_CHAMBA%20ESCOBAR%20MAYRA%20ALEXANDRA.pdf

Consultora Demison S.A. (2017). Extraído el 20 de julio de 2022 de [https://www.pilar.gov.ar/docs/ga/transparencia/Explotacion%20Acuifero%20Matheu%20II-III%20VP%20\(1\)%20EIA%20conjunto.pdf](https://www.pilar.gov.ar/docs/ga/transparencia/Explotacion%20Acuifero%20Matheu%20II-III%20VP%20(1)%20EIA%20conjunto.pdf)

Comisión Nacional del Trabajo Agrario. (2022). Resolución 103 CNTA. Extraído el 9 de agosto de 2022, de <http://trabajoagrarioweb.trabajo.gob.ar/include/showfile.asp?Archivold=3655>

Damodaran (2022). Extraído el 31 de agosto de 2022, de <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

Del Huerto Sordo M. (2018). Investigadora del INTA Rafaela. Entrevista personal publicada en plataformas digitales. Extraído el 9 de junio de 2022, de https://www.youtube.com/watch?v=WGIOQIuv9ag&ab_channel=INTAInforma

Escobar Tovar, Alejandra. (2017). Impacto de la aplicación de luz pulsada de alta intensidad sobre compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de frutilla. Extraído el 4 de junio de 2022, de https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6136_EscobarTovar.pdf

FAO. (2002). Agricultura mundial hacia los años 2015/2030. Extraído el 25 de mayo de 2022, de <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s06.htm#f>

FAO. (1996). Enseñanzas de la revolución verde: hacia una revolución verde. Extraído el 25 de mayo de 2022, de <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s06.htm>

FAO. (2003). Estudio de mercados agroindustriales. Extraído el 17 de septiembre de 2022, de <https://www.fao.org/3/Y4532S/y4532s00.htm#Contents>

FAO. (1999). Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera. Extraído el 13 de agosto de 2022, de <https://www.fao.org/3/v8490s/v8490s00.htm>

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

FONDEP. (2022). Programa Global de Crédito para la Reactivación del Sector Productivo. Extraído el 20 de junio de 2022, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2020/11/byc_creditos_directos_julio_2022_1.pdf

Fragaria Grupo. (2022). *Fragaria x ananassa*: El origen de la frutilla/fresa que hoy cultivamos. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de <https://grupofragaria.com/articulos/origen-de-la-frutilla-fresa/>

Frio Premium. (2022a). Camaras de Frio. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <https://www.friopremium.com.ar/copia-de-camaras-walk-in-coller>

Frio Premium. (2022b). Mesadas de acero inoxidable. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <https://www.friopremium.com.ar/mesadas-acero-inoxidable>

Gallardo Rafael. (2022). Licenciado en administración de empresas. Representante de NGS en Argentina. Comunicación personal el 19 de julio de 2022.

Gardeneas. (2022). Extraído el 19 de agosto de 2022, de <https://gardeneas.com/riego-jardin/mallas-antihierbas-rollo-2x50m/>

Gerardo Gennari. (2014). Protocolo para la evaluación del efecto polinizador de Apis mellifera y del abejorro nativo Bombus atratus sobre el cultivo de frutilla. Extraído el 15 de junio de 2022, de <https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2013/01/9.-ANEXO-IX.-Protocolo-Ensayo-Polinizaci%C3%B3n-Frutilla.pdf>

Global Petrol Prices. (2022). Argentina, precios del diesel. Extraído el 05 de junio de 2022, de https://es.globalpetrolprices.com/Argentina/diesel_prices/

Gobierno de Buenos Aires. (2022). Ciudad de Buenos Aires. Extraído el 18 de noviembre de 2022, de <https://www.buenosaires.gob.ar/laciudad/ciudad#:~:text=Los%20resultados%20definitivos%20del%20censo,las%20%20mayores%20ciudades%20de>

Gogarsa (2022). Invernaderos. Extraído el 21 de agosto de 2022, de <https://gogarsa.com/>

Google Earth (2019). Terreno seleccionado. Extraído el 20 de agosto de 2022, de <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

Hanna Instruments. (2022). Fotómetro Multiparametro para Análisis de Agua. Extraído el 15 de noviembre de 2002, de http://www.hannaarg.com/productos.php?id_productos=57375&accion=detalles

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

INDEC. (2022). Extraído el 11 de julio de 2022, de <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-2-41>

INTA. (2011). La tecnología y la producción agrícola: El pasado y los actuales desafíos. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/104007/mod_resource/content/1/La tecnologia y la produccion.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/104007/mod_resource/content/1/La_tecnologia_y_la_produccion.pdf)

INTA. (2015 a). Cultivo de frutillas en la provincia de Neuquén. Extraído el 04 de junio del 2022, de [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/2815/INTA_CRPatagonia Norte EEABariloche Caminiti A Cultivo Frutillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/2815/INTA_CRPatagonia_Norte_EEABariloche_Caminiti_A_Cultivo_Frutillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

INTA. (2015 b). Riego por goteo. Extraído el 19 de agosto de 2022, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf

INTA. (2016). Cultivos anuales y bianuales de frutilla en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires: Modificaciones en los parámetros de crecimiento. Extraído el 15 de junio de 2022, de [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5271/INTA_CRBsAs_EEABalcarce Adlercreutz E Cultivos anuales bianules frutilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5271/INTA_CRBsAs_EEABalcarce_Adlercreutz_E_Cultivos_anuales_bianules_frutilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

INTA. (2020). ABC de la Hidroponía. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_amba_-_abc_de_la_hidroponia.pdf

Investing. (2022). Reentabilidad del bono de Estados Unidos a 5 años. Extraído el 31 de agosto de 2022, de <https://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-5-year-bond-yield-historical-data>

Jmspackaging. (2022). Estuche perforado para frutas. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <http://www.jmspackaging.com.ar/>

Láñez E. (2005). Más allá de la revolución verde: un papel para la biotecnología. Extraído el 26 de mayo de 2022, de <https://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/agricultura.htm#01>

Leonardo Dorsch. (2022). Apicultor. Comunicación personal el 26 de julio de 2022.

Jeannot, I. (2019). Producción de cultivos hidropónicos. Extraído el 31 de mayo de 2022, de <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/5849/Proyecto%20lechuga%20hidroponica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Justel Lozano, D. (2006). Diseño de un método para la evaluación del potencial innovador de un diseño conceptual. Extraído el 6 de octubre de 2022, de https://www.aepro.com/files/congresos/2006valencia/ciip06_0929_0940.1108.pdf

Malarczuk Walter. (2022). Asesor y vendedor de insumos agropecuarios de Terramar JV S.A. Comunicación personal el 27 de julio de 2022.

Martinez Galera, Sebastian. (2015). Estudio de la conversión termoquímica de glicerina a hidrógeno y electricidad mediante reformado con agua supercrítica. Extraído el 14 de septiembre de 2022, de <https://core.ac.uk/download/pdf/51390266.pdf>

Mercado Central de Buenos Aires. (2022). Precios Mayoristas. Extraído el 6 de junio de 2022, de <http://www.mercadocentral.gob.ar/informaci%C3%B3n/precios-mayoristas-0>

Mercado Libre. (2022). Fotómetro Óptico. Extraído el 15 de noviembre de 2002, de https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-645243697-refractometro-optico-para-dulces-y-mermeladas-metalico-JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=b277a488-66b9-48d1-97b0-557aa92a8a3a

Mercado Libre. (2022a). Balanza. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-812863362-balanza-systel-croma-30-kg-con-bateria-y-mastil-JM#position=14&search_layout=stack&type=item&tracking_id=cc656620-80b9-4c84-b226-6c46c53bbbad

Mercado Libre. (2022b). Kit completo de material de laboratorio. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-826550080-kit-completo-material-de-laboratorio-n-5-JM#position=7&search_layout=stack&type=item&tracking_id=cd568286-997d-4d03-a873-52bbba98caa8

MESONERO, M. Y ALCAIDE, J.C. (2012). Marketing Industrial. Madrid. ESIC Editorial.

Multienvases (2022). Papel agro seda parafinado. Extraído el 19 de agosto de 2022, de <https://www.multienvasesonline.com.ar/productos/papel-agro-impreso-frutillas-marplatense-seda-parafinado-4060cm-1000hjs/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2012). Resolución N° 866/2012. Extraído el 04 de junio de 2022, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/200000-204999/204213/norma.htm>

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2017). Cadena de frutillas. Extraído el 30 de mayo de 2022, de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen_Cadena_frutillas_NOVIEMBRE_2019.pdf

Ministerio de Agroindustria. (2017). Cadena de frutillas. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Ficha_cadena_FRUTILLAS%20_Mayo%20_2017.pdf

NGS. (2018). Para una agricultura limpia e inteligente. Extraído el 4 de junio de 2022, de https://ngsystem.com/wp-content/uploads/2020/05/FOLLETO_NGS_2018espOkCbaja.pdf

Nutritec. (2022). Extraído el 19 de agosto de 2022, de <https://ritec.es/fertirrigacion/nutritec/>

Nutrition Data. (2022). Raw strawberries. Extraído el 04 de junio de 2022, de <https://nutritiondata.self.com/facts/fruits-and-fruit-juices/2064/2>

Oceba. (2022). Cuadro de tarifario. Extraído el 05 de junio de 2022, de https://oceba.gba.gov.ar/nueva_web/PDFS/cuadros-tarifarios/julio-2022/norte-junio-sin-subsidio.pdf

Oliva Martínez A. (2018). Exposición realizada en Fertinnowa Conference. Extraído el 10 de junio de 2022, de https://www.youtube.com/watch?v=Gt3dBOaeHbU&ab_channel=FERTINNOWA

Orlando Valega (2022). Productor Apícola. Polinización intensiva de cultivos frutales y de semilla. Extraído el 26 de julio de 2022, de <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1184-polinizacion-intensiva-de-cultivos-frutales-y-de-semilla>

PSCI. (2020). The future of farming: hydroponics. Extraído el 26 de mayo de 2022, de <https://psci.princeton.edu/tips/2020/11/9/the-future-of-farming-hydroponics#:~:text=Conclusion,integrated%20into%20current%20food%20networks>.

Portal Frutícola. (2017). Guía varietal y fecha de plantación de frutillas (fresas). Extraído el 4 de junio de 2022, de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/02/28/guia-varietal-y-fecha-de-plantacion-de-frutillas-fresas/>

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Porter, M.E. (1979). *How Competitive Forces Shape Strategy*. Harvard Business Review.

Pure Greens (2022a). *How Nutrient film technique (NFT) Hydroponic System Work*. Extraído el 14 de noviembre de 2022, de <https://puregreensaz.com/nutrient-film-technique/>

Pure Greens (2022). *How Deep Flow Technique (DFT) Hydroponic Systems Work*. Extraído el 14 de noviembre de 2022, de <https://puregreensaz.com/how-deep-flow-technique-dft-hydroponic-systems-work/>

Revista A y C. (2022). *Análisis de costos*. Extraído el 16 de agosto de 2022, de <https://aycrevista.com.ar/precios-la-construccion/analisis-de-costos/>

Revista InterNos. (2021). *En la voz de los productores: así avanza la cosecha de frutilla en el centro y norte del país*. Extraído el 4 de junio de 2022, de <https://www.revistainternos.com.ar/2021/07/en-la-voz-de-los-productores-asi-avanza-la-cosecha-de-frutilla-en-el-centro-y-norte-del-pais/>

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. Nueva York. McGraw-Hill.

SAPAG CHAIN, N. (2007). *Proyectos de inversión: Formulación y evaluación*. Mexico. Pearson Education.

Sarandón, J y Flores, C. (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/6228/mod_resource/content/3/Capu00EDtul_o%201%20Insustentabilidad%20de%20la%20Agricultura.pdf

Scavage. (2022). Extraído el 1 de junio de 2022, de <https://www.scavage.com/trade?menu=ar.export&query=product:081110>

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2014). *Frutas Finas: los sabores del bosque*. Extraído el 31 de mayo de 2022, de https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/revista_aa_39/32

Secretaria de Hacienda. (1997). *Resolución 47*. Extraído el 16 de noviembre de 2022, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-47-1997-41912/texto>

Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires. (2022). *Ley 15311*. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <https://normas.gba.gob.ar/documentos/VJ9mkpTm.pdf>

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Smithers Oasis. (2015). Manual de Hidroponía. Extraído el 16 de junio de 2022, de <https://www.oasisgrowersolutions.com/pdf/mx/manual-hidroponia.pdf>

Sobre Esto y Aquello (2020). Fresas: decenas de frutos en una fruta. Extraído el 25 de mayo de 2022, de <http://www.sobreestoyaquello.com/2020/09/fresas-decenas-de-frutos-en-una-fruta.html>

Soluciones especiales (2022). Costos de construcción. Extraído el 16 de agosto de 2022, de <https://www.solucionesespeciales.net/costos-de-construccion/>

Topinfo. (2020). Frutillas: Una fruta muy apreciada en Argentina. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <http://www.topinfo.com.ar/2020/10/29/frutillas-una-fruta-muy-apreciada-en-argentina/>

TOSKANO HURTADO, B.G. (2005). El proceso de análisis jerárquico como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Tesis de la Facultad de ciencias matemáticas. Universidad nacional de San Marcos.

Verdeagua Hidroponía. (2022). Kit nutrientes hidroponía. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <https://www.verdeagua.com.ar/productos/kit-nutrientes-hidroponia-macro-20-litros-y-micro-20-litros/>

Viansa. (2022). Plantines de frutilla. Extraído el 15 de noviembre de 2022, de <https://www.viansa.com.ar/plantines/>

Viteri. (2019). Mercados: Diversidad de prácticas comerciales y de consumo. Extraído el 17 de noviembre de 2022, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/mercados_diversidad_de_practicas_comerciales_y_de_consumo_inta_ipaf_pamp.pdf

Zempre Cultivos Hidropónicos. (2022). Extraído el 19 de agosto de 2022, de <https://zempre.com.ar/#presentaciones>

6. ANEXOS

Anexo I: Alternativas técnicas de producción hidropónica

Los 3 tipos de técnicas más conocidas dentro de los cultivos hidropónicos son: estacionarias, con sustrato y recirculantes.

Dentro de los cultivos que utilizan una técnica estacionaria, encontramos que el más popular es el sistema de raíz flotante. Su principal característica es que las raíces de la planta flotan sobre una piletta de agua que contiene todos los nutrientes necesarios para que la planta crezca. Normalmente, para que la planta flote sobre esta piletta, se utilizan planchas de telgopor perforadas que sostienen a la planta para que se pueda desarrollar en la parte superior mientras que en la parte inferior se desarrolle su raíz como se ve en la figura I.1. Este sistema, es utilizado principalmente para hortalizas de hoja como lo pueden ser la lechuga, albahaca y rúcula, entre otras, ya que permite la extracción completa de la planta lista para su comercialización con raíz.

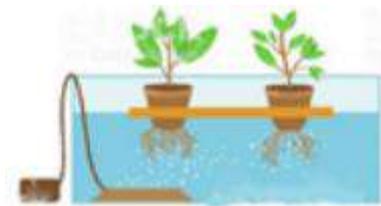


Figura I. 1: Esquema de sistema de raíz flotante.

Fuente: Imagen extraída del manual “ABC de la hidroponia” del INTA (2020).

La hidroponía con sustrato se puede dividir en dos tipos. Por un lado se encuentran aquellos sistemas que utilizan un sustrato orgánico que otorga nutrientes como compost o turba, entre otros. Por otra parte se ubican los métodos que emplean un sustrato inorgánico que no otorga nutrientes como por ejemplo perlita, espumas agrícolas, lana de roca, etc.

El aporte de los nutrientes se realiza a través del riego que, en las producciones industriales, generalmente se realiza por goteo como se muestra en la figura I.2.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”



Figura I.2: Esquema de cultivo en sustrato.

Fuente: Imagen extraída del manual “ABC de la hidroponía” del INTA (2020).

Finalmente, se encuentran las técnicas de cultivo recirculantes en los que la solución nutritiva circula por un sistema cerrado con ciertas condiciones establecidas. Las técnicas recirculantes más conocidas son el *Nutrient Film Technique (NFT)*³ (figura I.3) y el *Deep Flow Technique (DFT)*⁴ (figura I.4).

Estas técnicas tienen la característica de que la sustancia nutritiva circula por un tubo o sistema circulante, generalmente rígido, en forma de lámina hasta entrar en contacto con la raíz. Entre las principales diferencias que presentan estos métodos podemos encontrar que el flujo del sistema NFT posee menor espesor que el del DFT. Además, en el NFT el fluido circula por gravedad y con una frecuencia más alta que en el DFT. Asimismo, en el sistema DFT, se deja el fluido estanco por periodos de 15 a 30 minutos mientras que en el otro nunca se encuentra en este estado.

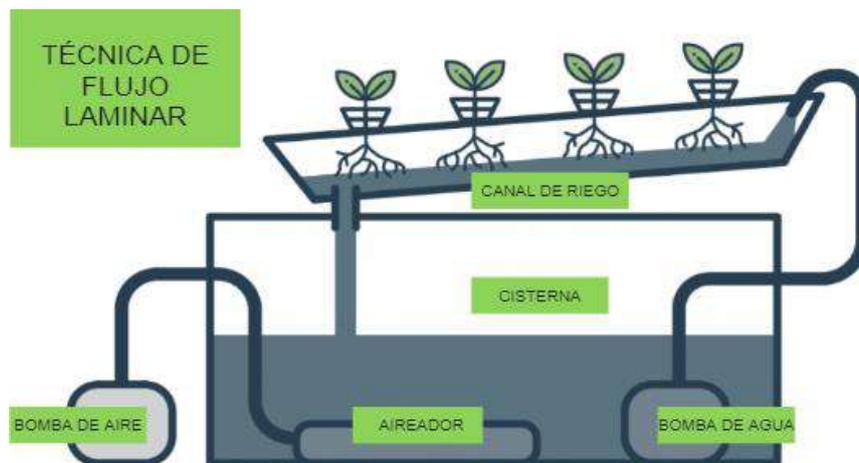


Figura I.3: Sistema Nutrient Film Technique.
Fuente: Imagen extraída de Pure Greens (2022a).

³ Técnica de flujo laminar.

⁴ Técnica de flujo profundo.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

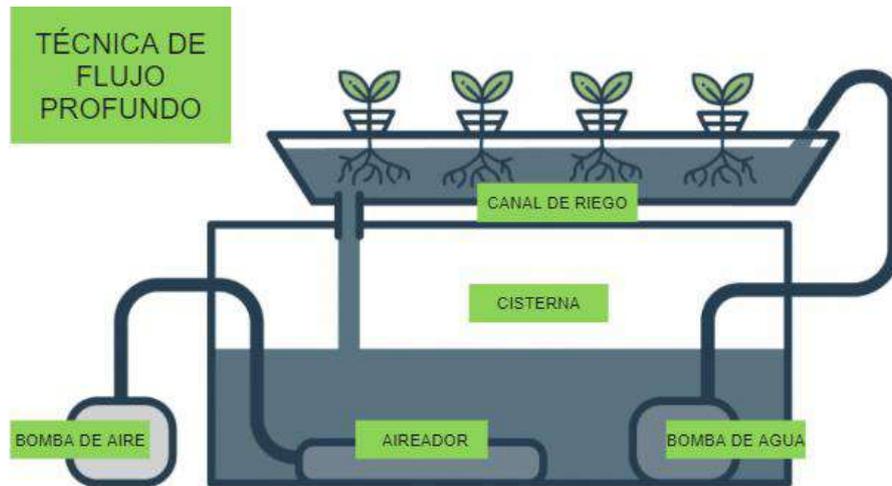


Figura I.4: Sistema Deep Flow Technique.
Fuente: Imagen extraída de Pure Greens (2022b).

En la actualidad, ha surgido una nueva técnica recirculante denominada *New Growing System*. Este sistema se diferencia de los anteriores principalmente por presentar un riego por goteo localizado en cada una de las raíces de la planta de modo que todas las plantas reciben el mismo contenido nutritivo. Al igual que en el NFT, se crea un flujo laminar pero este circula por unas bandas no rígidas que presentan varios niveles, permitiendo así que al caer el agua de una a otra se auto oxigene la solución aumentando de esta manera el crecimiento radicular de la planta (figura I.5). A su vez, el riego por goteo, permite que la planta no sufra picos de estrés hídrico ya que se realiza en periodos cortos de hasta 5 veces por hora.



Figura I.5: Sistema New Growing System.
Fuente: Imagen extraída de NGS (2018).

Si bien las tres técnicas antes mencionadas pueden ser utilizadas para el cultivo de frutilla de manera industrial, el sistema de raíz flotante se descarta por la dificultad que

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

presenta la cosecha del fruto. Por ende, las técnicas que pueden ser utilizadas son las de sustrato y las recirculantes. Entre estas dos, se seleccionan las técnicas recirculantes por presentar un menor uso de sustratos y aprovechar de mejor manera la solución nutritiva.

Teniendo en cuenta las tres técnicas recirculantes mencionadas, se propone para el trabajo el innovador sistema NGS dado que el mismo permite una nutrición más homogénea para todas las plantas en comparación con el NFT. Además, utiliza de forma más eficiente la solución nutritiva que el DFT y logra una mayor densidad de plantas por hectárea implantada.

Anexo II: Proceso de evaluación de localización aplicando PAJ

En primer lugar se realizó la matriz de comparación de criterios utilizando la escala de Saaty previamente explicada en el marco teórico (tabla II.1).

Criterios	Cercanía a Bs. As.	Servicios	Conductividad (mS/cm)	Costo
Cercanía a Gran Bs As (costo de transporte)	1,00	3,00	0,20	0,33
Servicios	0,33	1,00	0,14	0,20
Conductividad (mS/cm)	5,00	7,00	1,00	3,00
Costo	3,00	5,00	0,33	1,00
TOTAL	9,30	16,00	1,68	4,53

Tabla II.1: Matriz de Comparación de Criterios.
Fuente: Elaboración propia.

Luego se normaliza la matriz. Para ello se dividen los elementos de cada columna por la sumatoria de la misma. Además se calculó el Vector Promedio, realizando el promedio de los elementos de cada fila de la matriz normalizada (tabla II.2).

Criterios	Cercanía a Bs. As.	Servicios	Conductividad (mS/cm)	Costo	Vector Promedio
Cercanía a Gran Bs As (costo de transporte)	0,11	0,19	0,12	0,07	0,12
Servicios	0,04	0,06	0,09	0,04	0,06
Conductividad (mS/cm)	0,54	0,44	0,6	0,66	0,56
Costo	0,32	0,31	0,2	0,22	0,26

Tabla II.2: Matriz de Comparación de Criterios normalizada.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizada la matriz de comparación de criterios normalizada, se debe realizar el análisis de consistencia. El PAJ proporciona una medida de la consistencia de los juicios en las comparaciones binarias calculando la relación de consistencia (RC) según los siguientes pasos:

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

1. En primer lugar se obtiene el vector AxP, multiplicando la matriz de comparación de criterios con el vector promedio de la matriz de comparación de criterios normalizada (tabla II.3).

0,49
0,22
2,35
1,09

Tabla II.3: Vector Axp

Fuente: Elaboración propia

2. En segundo lugar se calcula el Índice de Consistencia (ecuación 12).

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = 0,058 \quad (12)$$

Donde:

- n= número de alternativas (en este caso 4).
- λ_{max} = Suma de los valores del vector AxP.

3. Luego se obtiene el valor del Índice de Consistencia Aleatoria (IA) (ecuación 13).

$$IA = \frac{1,98 * (n - 2)}{n} = 0,99 \quad (13)$$

4. Finalmente se calcula el valor de la Relación de Consistencia haciendo el cociente entre IC y IA (ecuación 14).

$$RC = \frac{0,058}{0,99} = 0,058 \quad (14)$$

Se considera que los valores de la Relación de Consistencia menores a 0,1 son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas. Por lo tanto, para este caso, el nivel de consistencia es aceptable.

Después de realizar el análisis de consistencia, se confeccionan las matrices de comparación de alternativas. Para ello se utiliza la escala de Saaty. Posteriormente, cada matriz es normalizada de la misma manera que la matriz de comparación de criterios (tablas II.4, II.5, II.6, II.7, II.8, II.9, II.10 y II.11).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Criterio: Cercanía a Bs. As.			
Alternativas	1	2	3
1	1,00	0,14	0,20
2	7,00	1,00	3,00
3	5,00	0,33	1,00
TOTAL	13,00	1,48	4,20

Tabla II.4: Matriz de Comparación de Alternativas.
Fuente: Elaboración propia.

Criterio: Cercanía a Bs. As.				
Alternativas	1	2	3	Vector Promedio
1	0,08	0,10	0,05	0,07
2	0,54	0,68	0,71	0,64
3	0,39	0,23	0,24	0,28

Tabla II.5: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.
Fuente: Elaboración propia.

Criterio: Servicios			
Alternativas	1	2	3
1	1	5	1
2	0,2	1	0,2
3	1	5	1
TOTAL	2,2	11	2,2

Tabla II.6: Matriz de Comparación de Alternativas.
Fuente: Elaboración propia.

Criterio: Servicios				
Alternativas	1	2	3	Vector Promedio
1	0,46	0,46	0,46	0,46
2	0,09	0,09	0,09	0,09
3	0,46	0,46	0,46	0,46

Tabla II.7: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.
Fuente: Elaboración propia.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Criterio: Conductividad			
Alternativas	1	2	3
1	1	0,20	0,14
2	5,00	1,00	0,33
3	7,00	3,00	1,00
TOTAL	13,00	4,20	1,45

Tabla II.8: Matriz de Comparación de Alternativas.
Fuente: Elaboración propia.

Criterio: Conductividad				
Alternativas	1	2	3	Vector Promedio
1	0,08	0,05	0,10	0,07
2	0,39	0,24	0,23	0,28
3	0,54	0,71	0,68	0,64

Tabla II.9: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.
Fuente: Elaboración propia.

Criterio: Costo del terreno			
Alternativas	1	2	3
1	1,00	0,20	0,14
2	5,00	1,00	0,33
3	7,00	3,00	1,00
TOTAL	13,00	4,20	1,48

Tabla II.10: Matriz de Comparación de Alternativas.
Fuente: Elaboración propia.

Criterio: Costo del terreno				
Alternativas	1	2	3	Vector Promedio
1	0,08	0,05	0,10	0,07
2	0,39	0,24	0,23	0,28
3	0,54	0,71	0,67	0,64

Tabla II.11: Matriz de Comparación de Alternativas normalizada.
Fuente: Elaboración propia.

Acto seguido, se confecciona la matriz de prioridades colocando en las columnas de una matriz los vectores promedio de todas las matrices de comparación de alternativas (tabla II.12).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Alternativas	Cercanía a Bs. As.	Servicios	Conductividad (mS/cm)	Costo
Alternativa 1	0,07	0,46	0,07	0,07
Alternativa 2	0,64	0,09	0,28	0,28
Alternativa 3	0,28	0,46	0,64	0,64
Ponderación	0,12	0,06	0,56	0,26

Tabla 39: Matriz de prioridades.

Fuente: Elaboración propia.

Multiplicando dicha matriz por el vector promedio de la matriz de comparación de criterios, se obtiene el vector jerarquización, el cual indica la alternativa correcta (tabla II.13).

Alternativas	Vector jerarquización
Alternativa 1	0,1
Alternativa 2	0,32
Alternativa 3	0,59

Tabla II.13: Vector jerarquización.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo III: Componentes directos de la inversión

- Equipos principales e instalación

En la tabla III.1 se detallan los principales equipos para la producción de frutilla.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Equipos principales	Costo (US\$)
Invernadero: incluye estructura, ventanas cenitales con apertura por motoreductores, cobertura de polietileno LTD, zinguería.	329.118
Malla antihierbas	11.828
Pantalla térmica	102.638
NGS: incluye celosías, multi bandas, goteros, clips plásticos, ligas de acero, motorreductores para sistema de multi bandas	142.976
Cabezal de riego: incluye máquina para control de fertirrigación, bombas, tanques de polietileno de alta densidad, válvulas y filtros	49.183
Sistema de nebulización: incluye tuberías, boquillas y compresores.	98.232
Sistema de frío	20.418
Balanzas digitales	1.090
Mesadas para envasado	898
Total	756.380

Tabla III.1: Equipos principales.

Fuente: Elaboración propia en base a Gallardo Rafael (2022), Frio Premium (2022a), Mercado Libre (2022a), Frio Premium (2022b).

- Gasto en instalación de equipos y cañerías

No se considera un gasto en instalación de equipos ni cañerías ya que las mismas se encuentran dentro del presupuesto realizado por la empresa NGS.

- Instrumentación y control

En la tabla III.2 se detallan los gastos en instrumentación y control.

Instrumentación y control	Costo (US\$)
Control de clima	15.608
Medidor fotométrico multifunción	1.960
Refractómetro	63
Elementos de laboratorio	78
Total	17.709

Tabla III.2: Gastos en instrumentación y control.

Fuente: Elaboración propia en base a Elaboración propia en base a Gallardo Rafael (2022), Hanna Instruments (2022) y Mercado Libre (2022b)

- Instalación eléctrica

El gasto de instalación eléctrica proviene de la cotización provista por NGS, US\$51.448 (Gallardo Rafael, com. pers., 2022).

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- Construcción

En la tabla III.3 se detallan los diferentes gastos en construcción.

Construcción	m²	Costo por m² (US\$)	Costo total (US\$)
Galpon de envasado y cabezal de riego	107	641,16	68.540
Oficinas	122	921,67	112.868
Total			181.408

Tabla III.3: Gastos en construcción

Fuente: Elaboración propia en base a Soluciones Especiales (2022).

- Servicios auxiliares

El único servicio auxiliar que necesita la planta es la cisterna para la solución nutritiva. La misma tiene un costo de US\$97.328 (Soluciones Especiales, 2022).

- Mejoras del terreno

El terreno seleccionado se encuentra en óptimas condiciones y con cercos perimetrales. La única mejora que se realiza es la remoción de una capa de 10 cm de suelo en el terreno en el cual se pondrá el invernadero. Teniendo esta un costo de US \$15.746 (Revista A y C, 2022).

- Gastos de puesta en marcha

No se consideran gastos de puesta en marcha por estar a cargo del proveedor del equipamiento.

- Interés durante la construcción

No se consideran.

Anexo IV: Costos

Costos variables

- Costos de materia prima

Dentro de los costos de materia prima encontramos los plantines, plaguicidas, insecticidas, macronutrientes, micronutrientes y ácidos. Para la estimación de los costos referentes a los nutrientes se utiliza una solución pre-armada provista por la empresa Verdeagua Hidroponía (2022). En la tabla IV.1 se detallan los costos de materia prima.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Materia prima	Unidades	Costo (US\$)
Plantines	312 cajas de 1000 plantas	76.440
Nutrientes	624 kits de nutrientes	84.926
Plaguicidas e insecticidas	Captan 13 kg Cercobin 40 kg Thiram 44 kg Amistar 17 kg Fyfanon 28,8 kg	3.310
Colmenas	13 colmenas sin producción de miel	683
Total		165.359

Tabla IV.1: Resumen costos de materia prima.

Fuente: Elaboración propia en base a Viansa (2022), Verdeagua Hidroponía (2022), Malarczuck Walter (2022) y Leonardo Dorsch (2022).

- Costos de envases

En la tabla IV.2 se resumen los costos de los envases. Hay que aclarar que dentro del costo de los envases plásticos se encuentra el costo de la etiqueta correspondiente.

Envases	Cantidad (unidades)	Costo unitario (US\$)	Costo anual (US\$)
Envases PET 250 g	84.240	0,19	15.584
Envases Pet 500 g	42.120	0,29	12.088
Bandejas 2 kg	105.300	0,35	36.434
Bandejas 5 kg	42.120	0,86	36.350
Papel seda parafinada	85.293	0,11	9.041
Total			109.497

Tabla IV.2: Resumen costos de envases.

Fuente: Elaboración propia en base a Jmsspackaging (2022) y Multienvases (2022).

- Costos de mano de obra directa

En la tabla IV.3 se resumen los costos de mano de obra.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

Mano de obra directa	Cantidad	Salario por jornal (US\$)	Costo (US\$)
Plantación	312 jornales considerando 1000 plantas por jornal	Remuneración cada 1000 plantas= 5,53	1.724
Permanente	2 empleados permanentes	Remuneración mensual por empleado=453,31	11.787
Temporal	12 empleados durante 240 días anuales. Total de jornales= 2880	Remuneración por jornal= 18,13	52.226
Total			65.737

Tabla IV.3: Resumen costos de mano de obra.

Fuente: Elaboración propia en base a la Comisión Nacional del Trabajo Agrario (2022).

- Costos de supervisión

Dentro de estos costos se incluye el salario de los responsables directos de la producción, es decir, el jefe de producción. En este caso se considera como el 25 % de la mano de obra directa dando un total de US \$16.434.

- Costo de servicios

En la tabla IV.4 se resumen los costos de los distintos servicios.

Servicios	Cargo fijo mensual (US\$)	Cargo variable	Consumo	Costo (US\$)
Electricidad	31,06	0,1568 US\$/Kw.h	43.782 Kw.h	7236
Combustible	-	1,1625 US\$/l	1848 l	2148
Total				9384

Tabla IV.4: Resumen costos de servicios.

Fuente: Elaboración propia en base a OCEBA (2022) y Global Petrol Prices (2022).

- Costo de mantenimiento

Para este proyecto se considera que el mantenimiento es mínimo (proceso simple) y se estima como un porcentaje del 2 % de la inversión fija considerando una operación al 100 % de la capacidad instalada dando un total de US\$32.481.

- Costo de suministros

En los suministros incluimos los ítems que no fueron incluidos anteriormente como, guantes, materiales de limpieza y materiales de reparación que no fueron contemplados anteriormente. Este costo se estima como el 15 % del costo de mantenimiento dando un total de US\$4.872.

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

- **Costo de laboratorio**

Dentro del costo de laboratorio encontramos los reactivos para analizar el agua e insumos para los análisis del fruto, acidez y sólidos solubles o grados brix. Este costo se estima como un 2 % de la mano de obra directa dando un total de US\$1.315.

- **Costo de regalías y patentes**

Si bien el tipo de sistema seleccionado se encuentra patentado por la empresa NGS con representación en Argentina por la empresa CEYMAC esta no tiene un costo variable. El costo es fijo y se encuentra incluido en la venta del producto completo (invernadero + sistema) ya contemplado anteriormente en la inversión fija.

Costos fijos

- **Costos de inversión (depreciación, impuestos y seguros)**

• **Costo de depreciación**

Para la estimación del costo de depreciación se utiliza el método de línea recta. Para este caso, según la Resolución 47 y considerando que la mayor parte de la maquinaria para la producción agropecuaria, se depreciará a 10 años con una amortización anual del 10 % (Secretaría de Hacienda, 1997). Luego, el costo de depreciación anual es de US\$162.403 y el valor residual tras los 5 años del proyecto es de US\$812.015.

• **Costo de impuestos**

En este ítem se incluyen los impuestos a la propiedad y se estima como un 1 % de la inversión fija dando un total de US\$16.240.

• **Costos de seguros**

Dentro de este ítem se encuentran los costos referentes a todos los seguros necesarios para un establecimiento industrial (propiedad, mercaderías, personal permanente y jornales). Se estima como un 0,5 % de la inversión fija dando un total de US\$8.120.

- **Costos de venta y distribución**

Dentro de estos costos se incluyen los salarios del jefe de ventas, gastos de embarque de pedidos y transportes asociados a la venta. Se estima como un 2,5 % del ingreso por ventas anuales dando un total de US\$31.345.

- **Costos de dirección y administración.**

Dentro de estos costos encontramos los salarios de Gerente General y del jefe de Recursos Humanos, además de los gastos por servicios dentro de las oficinas (telefonía,

“Proyecto de inversión de una planta de producción de frutillas mediante un sistema hidropónico recirculante sin sustrato (NGS)”

internet, energía eléctrica, limpieza, entre otros). Este se estima como un 70 % de la mano de obra directa dando un total de US\$46.016.

- **Costos de investigación y desarrollo**

Dentro de estos costos encontramos todo tipo de gasto que se utilice para investigar, desarrollar y mejorar el cultivo. Se estima como un 0,5 % del ingreso por ventas dando un total de US \$6.269.