

Diseño del modelo de negocio para producción de lechuga en un sistema aeropónico vertical automatizado (SAVINTI)



Jorge Elías Sanabria Toro A00402375

Director: Felipe López Mora

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE NEGOCIOS Y ECONOMÍA
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS - MBA
DICIEMBRE DE 2024

Tabla de contenido

1. Resumen.....	4
2. Introducción	6
3. Definición del problema	9
3.1. Hipótesis del problema / cliente	9
3.2. Validación del problema.....	10
3.2.1. Resultado de la aplicación de encuesta	10
3.2.2. Dolores edificados en los usuarios ubicados en la isla de San Andrés	11
3.3. Análisis del contexto	12
3.3.1. Análisis de la industria	16
3.3.2. Análisis de tendencias	19
3.4. Descripción del problema validado y su impacto	22
3.5. Análisis de la competencia.....	25
3.5.1. Panorama competitivo.....	25
3.5.2. Comparación de competidores	26
3.5.3. Ventaja competitiva	28
4. Definición del cliente y/o usuarios	30
4.1. Descripción del adoptador temprano y/o usuarios	30
4.1.1. Descripción del adoptador temprano y/o usuarios	31
5. Definición de mercado	33
5.1. Potencial del mercado	33
5.2. Mercado disponible	35
5.3. Mercado objetivo.....	35
6. Diseño de la solución	36
6.1. Análisis de alternativas competitivas y tendencias tecnológicas	36
6.2. Priorización de las funcionalidades.....	39
6.3. <i>Roadmap</i> de la solución	39
6.4. Prototipado rápido	42
6.5. Experimentación de la solución	43
7. Diseño de la propuesta de valor	43
7.1. Mapa de valor.....	43

7.2.	Descripción de la propuesta de valor	44
7.3.	Matriz de valor	45
8.	<i>Business Model</i>	46
8.1.	Estrategia <i>go-to-market</i>	46
8.2.	Modelo de monetización y fuentes de ingresos	49
8.3.	Relacionamiento del cliente	51
9.	Estrategia de mercadeo y crecimiento	52
9.1.	Plan de marketing.....	52
9.2.	Canales de distribución	53
9.3.	Desarrollo y crecimiento	54
10.	Infraestructura y aspectos legales y administrativos	56
10.1.	Elementos operativos	56
10.2.	Elementos administrativos	58
10.3.	Aspectos legales y reglamentarios	59
11.	Viabilidad financiera y evaluación de riesgos	62
11.1.	Estados financieros.....	62
11.2.	Retorno de la inversión	64
11.3.	Riesgos y mitigaciones.....	65
12.	Conclusiones	66
13.	Referencias	68

1. Resumen

En un contexto global de urbanización acelerada, escasez de agua y tierras cultivables y una creciente preocupación por la sostenibilidad, surge la necesidad urgente de innovar en la agricultura. La aeroponía es una técnica de cultivo sin suelo que alimenta las raíces de las plantas con niebla nutritiva y aprovecha agua capturada del aire. Representa una solución revolucionaria, especialmente para regiones con recursos limitados, como poca disponibilidad de agua dulce y tierras fértiles.

El sistema aeropónico vertical automatizado combina sensores e Internet de las Cosas (IoT) para monitorear y controlar parámetros específicos del cultivo como humedad, temperatura, iluminación, pH y conductividad eléctrica. Así, optimiza el uso de agua y energía, reduce el uso de pesticidas y plaguicidas, y minimiza la huella hídrica. Los datos se gestionan en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones y maximiza la productividad del cultivo.

Se propone un modelo de negocio disruptivo para transformar la agricultura tradicional, al cultivar vegetales cerca de los centros de consumo, combinando sostenibilidad, eficiencia y adaptabilidad, para hacerlo viable en diversos entornos sociales y geográficos. De esta manera, se promueve también la colaboración entre empresas, gobiernos y comunidades, lo que lo alinea con los objetivos globales de seguridad alimentaria y conservación de recursos. Este proyecto no solo responde a una necesidad urgente, sino que también abre oportunidades en un mercado en crecimiento, uno que está interesado en soluciones agrícolas sostenibles, al capitalizar la innovación tecnológica y crear un impacto positivo, resiliente y escalable. Esto, por supuesto, contribuye a un futuro más justo y equilibrado.

Palabras clave: aeroponía, seguridad alimentaria, automatización, sostenibilidad.

Business Model Design for Lettuce Production in an Automated Vertical Aeroponic System (SAVINTI)

In a global context of rapid urbanization, water scarcity, limited arable land, and growing concerns about sustainability, there is an urgent need to innovate in agriculture. Aeroponics is a soil-free cultivation technique that feeds plant roots with nutrient-rich mist and utilizes water captured from the air, representing a revolutionary solution, particularly for regions with limited resources, freshwater availability, and fertile land.

The automated vertical aeroponic system combines sensors and the Internet of Things (IoT) to monitor and control specific cultivation parameters such as humidity, temperature, lighting, pH, and electrical conductivity. This system optimizes the use of water and energy, reduces pesticide and herbicide usage, and minimizes the water footprint. Data is managed in real time, facilitating decision-making and maximizing crop productivity.

A disruptive business model is proposed to transform traditional agriculture by cultivating vegetables close to consumption centers. By combining sustainability, efficiency, and adaptability, this model becomes viable in various social and geographic settings, promoting collaboration between businesses, governments, and communities. It aligns with global goals of food security and resource conservation. This project not only addresses an urgent need but also opens opportunities in a growing market interested in sustainable agricultural solutions, capitalizing on technological innovation to create a positive, resilient, and scalable impact, contributing to a fairer and more balanced future.

Keywords: aeroponics, food security, automation, sustainability.

2. Introducción

la aeroponía potenciada con el desarrollo tecnológico representa una oportunidad única para revolucionar la agricultura tradicional y garantizar la seguridad alimentaria a nivel global, lo que impacta de manera directa en la huella hídrica, emisión de gases invernadero y la reducción en el uso de tierra fértil. Al desarrollar proyectos eficientes, sostenibles, apalancados en la tecnología, la implementación de un modelo de negocio responsable y consciente, podemos contribuir a la construcción de un futuro más sano y próspero para la humanidad.

De acuerdo con la información publicada por DESA (2019), el 55,3% de la población mundial vivía en áreas urbanas y se estima que en el 2050 esta cifra aumentará hasta el 68,4%. Esto generaría una mayor demanda de alimentos cerca a los centros de consumos. En contraste, también se evidencia que el crecimiento de la población rural se ha ralentizado de manera notable, pues en 1950 siete de cada diez habitantes (1.800 millones) vivían en zonas rurales, y durante los 68 años siguientes solo se registró un crecimiento del 1,0% anual, alcanzando los 3.400 millones en 2018. Se prevé que dicho número descienda a 3.100 millones en 2050, lo cual representaría una cifra inferior a la registrada a principios de los años noventa.

TABLE I.3. PERCENTAGE URBAN AND RATE OF URBANIZATION OF THE WORLD, BY DEVELOPMENT GROUP, SELECTED YEARS AND PERIODS, 1950-2050

Development group	Percentage urban						Rate of urbanization (per cent)				
	1950	1970	1990	2018	2030	2050	1950- 1970	1970- 1990	1990- 2018	2018- 2030	2030- 2050
World	29.6	36.6	43.0	55.3	60.4	68.4	1.06	0.80	0.90	0.74	0.62
More developed regions	54.8	66.8	72.4	78.7	81.4	86.6	0.99	0.40	0.30	0.28	0.31
Less developed regions	17.7	25.3	34.9	50.6	56.7	65.6	1.78	1.61	1.33	0.94	0.73

Tabla 1.

Fuente: DESA, 2019, p. 11.

La creciente conciencia sobre los riesgos de la agricultura industrial a gran escala, el acceso al agua, tierras cultivables, el impacto ambiental y la importancia de garantizar la seguridad alimentaria, ha impulsado la búsqueda de alternativas locales y sostenibles que aporten de manera directa a la conservación de los recursos naturales no renovables. Esta última es una condición que se agudiza en regiones no desarrolladas, en las cuales se estima que se presenta el mayor crecimiento poblacional en zonas urbanas como lo muestra el Gráfico 1.

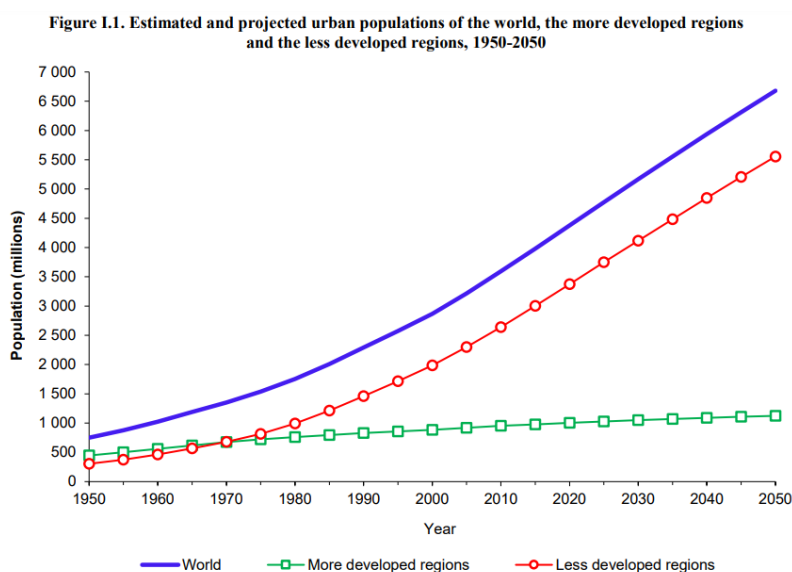


Gráfico 1.

Fuente: DESA, 2019, p. 13.

Las soluciones tecnológicas asociadas al cultivo y producción de alimentos presentan un fuerte crecimiento a nivel global y latinoamericano, al igual que la agricultura urbana y vertical, la cual ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos dos años. Según el informe de AgFunder (2023), “en comparación con 2020, la región experimentó un aumento del 183% en la inversión en agrifoodtech”. De igual manera las *startups agrifoodtech* de América latina lograron recaudar 1,7 mil millones de dólares en 2022, y aunque eso representa una disminución del 39%

en comparación con el año 2021, sigue siendo una cifra con potencial de crecimiento. En esta zona del continente, 153 empresas de *foodtech* y *agtech* obtuvieron financiamiento en el 2022, el cual representa menos del 5% a nivel global.

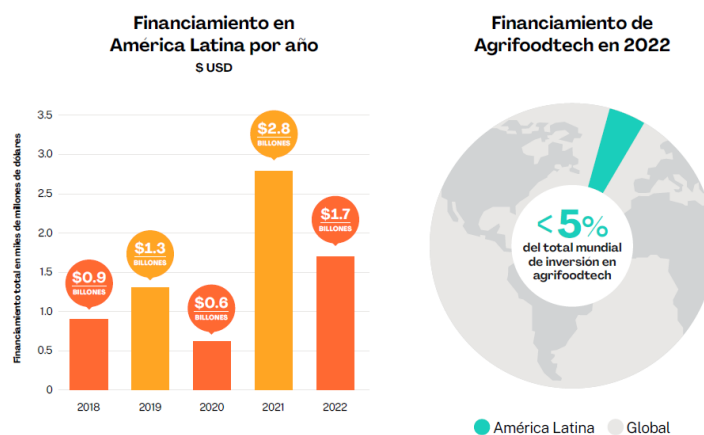


Gráfico 2.

Fuente: AgFunder, 2023, p. 1.

Es necesario contemplar el aporte de los cultivos aeropónicos a la reducción de la huella hídrica y la aplicación de tecnologías que permitan un uso más eficiente del agua. De acuerdo con el estudio realizado por Mekonnen & Hoekstra (2012), la producción agrícola contribuyó en un 92% a la huella hídrica total en el periodo comprendido entre 1996-2005 y los países de América Latina representaron el 10,5% de la huella hídrica del consumo global. De acuerdo con Vázquez del Mercado Arribas y Buenfil Rodríguez (2012), si bien es cierto que Colombia cuenta con una huella hídrica con un valor promedio dentro de los países de Latinoamérica, “el principal reto para reducirla será cambiar hábitos de consumo, tanto de agua, como de bienes y productos en general, así como establecer mejores prácticas que permitan un uso más eficiente de agua” (p. 47). Esto convierte a los cultivos aeropónicos en una importante opción a potenciar.

3. Definición del problema

3.1. Hipótesis del problema / cliente

Las áreas urbanas a menudo carecen de tierra para la agricultura tradicional, lo que dificulta el cultivo de alimentos localmente y pone en riesgo la seguridad alimentaria al aumentar la dependencia de productos transportados desde largas distancias. Esto genera un impacto ambiental negativo al reducir la frescura y calidad de los alimentos, a la vez que aumenta su costo. Estas condiciones ofrecen una excelente oportunidad para soluciones tecnológicas aplicadas a la agricultura, unas que permitan cultivar en zonas que no cuentan con las condiciones naturales adecuadas. Lo anterior puede generar una reducción significativa en el costo de los productos y un aumento directo en la calidad de estos.

Contexto del problema

El problema propuesto se presenta en grandes centros de consumo que demandan altos volúmenes de vegetales o en ubicaciones geográficas con poca disponibilidad de tierra cultivable o acceso a agua potable y el mercado local no es capaz de suplir. Por este motivo es necesario atender dicha demanda con productos obtenidos de otros mercados, lo que exige usar una logística compleja que implica conservar las cadenas de frío, factor que termina impactando la calidad y el costo final del producto ofrecido al cliente.

De acuerdo con un análisis preliminar del caso, se considera que las islas del Caribe ofrecen un ambiente propicio para la validación del problema, pues presentan una alta presencia de hoteles y un alto volumen de turistas que demandan una amplia variedad de vegetales. De igual manera, dichas islas cuentan con un porcentaje bajo de tierras cultivables y las disponibles no brindan las condiciones ambientales adecuadas que requieren ciertos vegetales para su crecimiento (altura, Ph,

temperatura, humedad, nivel de radiación solar, entre otras), al igual que acceso a agua dulce para su irrigación.

3.2. Validación del problema

Se estableció que la mejor opción es validar los dolores del usuario de manera directa, con la aplicación de entrevistas con clientes potenciales para obtener información de primera mano sobre las necesidades, experiencias y percepciones de los responsables de restaurantes y hoteles en San Andrés islas. Esto podría reflejar las diferentes problemáticas asociadas a la adquisición de verduras de calidad a precios competitivos. El modelo de encuesta aplicado se encuentra en el Anexo 1.

San Andrés Islas cuenta con un mercado local con una baja oferta de verduras frescas, con alta dependencia de cultivos al interior del país e importados desde otros mercados, a la vez pocas plazas de mercado. Por otra parte, cuenta con un gran número de hoteles, hostales y restaurantes que atienden la demanda de turistas.

3.2.1. Resultado de la aplicación de encuesta

Como resultado de la aplicación de la encuesta, fue posible evidenciar los siguientes aspectos en los restaurantes ubicados en San Andrés Islas:

Condiciones logísticas: Dadas algunas condiciones de logística en la adquisición y producción de alimentos, los pequeños hoteles y hostales consideran una mejor opción la tercerización de dicho servicio a través de restaurantes locales.

Aspectos de calidad: La calidad percibida en frutas y verduras no es la mejor. Para el caso puntual de la lechuga, manifiestan que se generan desperdicios entre el 5 y 10%, pues dichos vegetales llegan golpeados y quemados por el frío de los contenedores.

Precio: Existen sobre costos en frutas y verduras, las cuales, aunque se encuentran disponibles en supermercados, es necesario adquirir con dos proveedores específicos que son los más competitivos de la isla. Estos valores se estiman, como mínimo, con un sobre costo del 200%.

Disponibilidad: Aunque existe una disponibilidad relativamente buena de este tipo de alimentos, no es posible tener acceso a todas las variedades de lechuga.

3.2.2. Dolores edificados en los usuarios ubicados en la isla de San Andrés

El mayor dolor de los usuarios se encuentra asociado al costo de las frutas y verduras disponibles en el mercado de la isla. De igual manera, se presenta un dolor asociado a la calidad de dichos alimentos, los cuales se ven afectados por la logística y la cadena de frío.

Se procedió con la validación de precios al consumidor de las diferentes variedades de vegetales que podrían ser cultivados en sistema aeropónico vertical automatizado, alimentado con agua obtenida por condensación del aire. Los resultados se resumen en la Tabla 2:

DESCRIPCIÓN	DISFRUVER DE LA COSTA	SUPERTODO - SAI	CALI - GALERÍA	VARIACIÓN EN %
Cebollín	\$ 10.350,00	\$ 11.250,00	\$ 3.800,00	272,4
Cebolla	\$ 5.200,00	\$ 4.295,00	\$ 1.980,00	262,6
Pimentón	\$ 11.300,00	\$ 11.150,00	\$ 3.550,00	318,3
Zanahoria	\$ 5.000,00	\$ 4.800,00	\$ 2.300,00	217,4
Plátano	\$ 6.050,00	\$ 6.431,00	\$ 3.400,00	177,9
Lechuga romana	\$ 17.200,00	\$ 18.000,00	\$ 4.200,00	409,5
Lechuga mantequilla	\$ 18.300,00	\$ 17.500,00	\$ 5.550,00	329,7
Lechuga crespa	\$ 13.800,00	\$ 12.700,00	\$ 4.200,00	328,6
Lechuga batavia	\$ 9.200,00	\$ 9.800,00	\$ 3.500,00	262,9
Tomate	\$ 10.850,00	\$ 10.750,00	\$ 2.780,00	390,3
Cilantro	\$ 14.950,00	\$ 14.800,00	\$ 5.600,00	267,0

Tabla 2. Comparación del costo de los vegetales.

Fuente: propia

Al analizar la evolución de los precios de los diferentes tipos de lechuga, se evidencia un aumento en el valor de estos alimentos durante los últimos años. Sin embargo, se confirma que el precio ofrecido en las grandes centrales de abasto corresponde con valores muy por debajo del ofrecido por los principales comercializadores en la isla de San Andrés. Con la ayuda de los datos publicados por Agronegocios (2024) es posible trazar el comportamiento en los últimos años de las tres principales variedades de lechuga, y mostrar un valor estable en el costo de los vegetales, sin aumento de costo significativo para los últimos 3 años.

3.3. Análisis del contexto

La lechuga es la protagonista de la ensalada, el plato más ligero y sencillo de la cocina mundial con una gran preferencia en dietas saludables, vegetarianas y veganas, pero también está presente en una amplia variedad de comidas rápidas, convirtiéndose en un ingrediente fundamental en la preparación de alimentos de toda clase. Tanto es así que cuando nos referimos a una ensalada o una mezcla de vegetales, el ingrediente que se suele dar como seguro es la lechuga. Sin embargo,

para el cultivo de vegetales se usa un alto volumen de agua dulce, lo que puede llegar a producir estrés hídrico, el cual se genera cuando la demanda de agua es mayor que la cantidad disponible o la calidad del agua limita su uso. Esto puede llegar a provocar el deterioro de los recursos de agua dulce o la disponibilidad de la misma.

Como lo mencionaron Mekonnen & Hoekstra (2012), la producción agrícola contribuyó en un 92% a la huella hídrica total en el periodo comprendido entre 1996-2005. De acuerdo con el informe publicado por Hortoinfo (2020) basado en estadísticas de FAO (2022), el volumen global de producción de lechuga alcanzó los 27.149,45 millones de kilos, con una disminución comparativa con el récord de 27.836,08 millones de kilos en 2020. De igual manera, el informe indica que la superficie dedicada al cultivo de lechuga en todo el mundo fue de 1.239.487 hectáreas, con un rendimiento medio de 2,19 kilos por metro cuadrado.



Gráfico 3. Evolución producción mundial de lechuga

Fuente: Hortoinfo (2020)

A nivel global se observa una creciente tendencia hacia la urbanización como lo presenta el informe de la FAO (2022), lo que generará una mayor demanda de alimentos frescos y locales. La agricultura urbana, y específicamente la aeroponía, surge como una solución innovadora para satisfacer esta demanda, al permitir el cultivo de productos frescos en espacios reducidos y con un uso eficiente del agua. Otra tendencia marcada es la preferencia por productos frescos y orgánicos. Siguiendo el “Informe tendencias agroalimentarias” de INTEC (2024), existe un aumento en la demanda de dichos alimentos impulsada por la preocupación por la salud, el bienestar y la sostenibilidad ambiental.

En el caso particular de la Generación Z y los Millennials, son ellos quienes lideran la demanda de productos orgánicos y sostenibles, llegando a desechar incluso los que no cumplen con unos mínimos estándares no sólo por empaquetado, sino también en la forma como fueron producidos, su contenido de fertilizantes químicos y plaguicidas. Los consumidores buscan en general productos que ofrezcan no solo un buen precio, asequibles y saludables, sino también prácticas sostenibles en la producción, unas que sean, en lo posible, responsables a nivel social y ambiental. los Millennials y la Generación Z buscan activamente prácticas sostenibles y responsabilidad social en las marcas, su sabor y aporte nutricional. Los Boomers, en cambio se enfocan más en el valor y la calidad del producto, sobre todo de cara a su salud y longevidad. De hecho, de acuerdo con el informe, también el 68% de los consumidores buscan una dieta saludable.

Latinoamérica no es ajena a esta tendencia mundial y además tiene una fuerte preferencia por el consumo de alimentos producidos de manera local. De acuerdo con el estudio sobre el consumo latinoamericano de frutas y hortalizas locales, de Castagnino *et al.* (2022), las principales ventajas percibidas por los consumidores fueron el fomento de la producción local, con un 64,3%,

al igual que la percepción de mayor frescura (62%), menor costo de transporte (58,1%), promoción del consumo de frutas y hortalizas (56,4%), promoción de emprendimientos locales (55,9%) y mejores precios (54,3%).

A partir del análisis realizado Barreño (2019) para el Ministerio de Agricultura, se concluye que el consumidor colombiano, poco exigente en la calidad e inocuidad de los alimentos, contribuye al lento desarrollo competitivo de la producción de hortalizas y la escasa generación de valor a través de procesos de transformación que limitan la oferta a la comercialización de productos frescos. Estas condiciones también presentan una gran oportunidad para la aplicación de nuevas tecnologías que ayuden a la optimización de la producción y a la agregación de valor al usuario final, como lo son la sostenibilidad, no uso de pesticidas y plaguicidas, responsabilidad ambiental y producción local con impacto directo en la frescura y calidad el producto.

Las cifras entregadas por Agronet (2024a) respecto a la lechuga en su reporte de producción y rendimiento nacional, muestran que el nivel de producción de esta se ha mantenido estable durante los últimos 4 años:

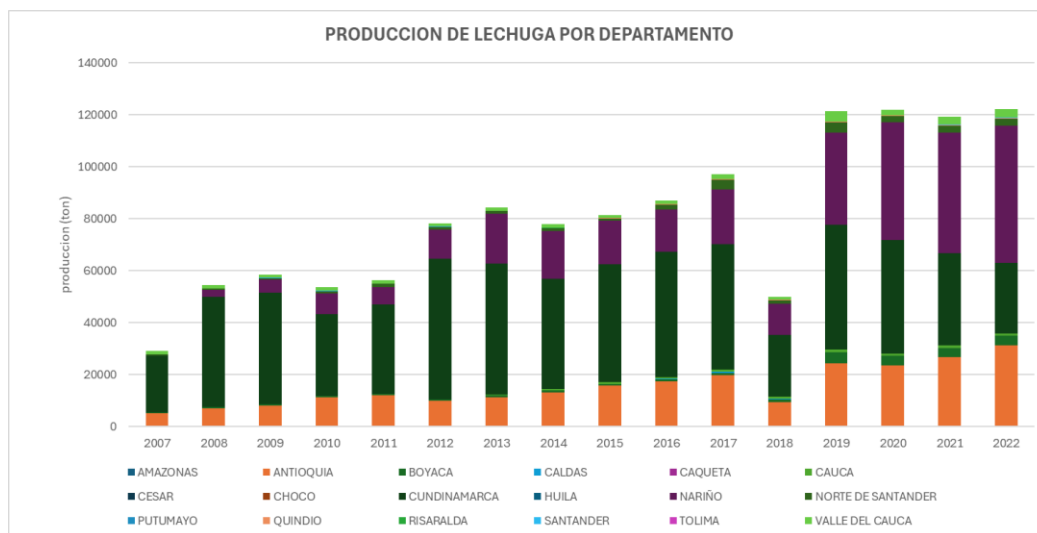


Gráfico 4. Producción de lechuga por departamento.

Fuente: Agronet (2024a)

3.3.1. Análisis de la industria

A partir de la información brindada por Statista (2024) en su informe del Volumen de verdura fresca consumida a nivel mundial en 2022, las verduras de hoja se encuentran en el puesto tres del ranking con un consumo de 58.730 toneladas en 2022. Según los datos de la FAO (2022), el volumen total de lechuga producido en el año 2022 a nivel mundial fue de 27.149,45 millones de kilos, con 686,63 millones de kilos menos que el año 2020, en cual alcanzó una cifra récord de 27.836,08 millones de kilos.

En los datos procesados por Hortoinfo (2020) es posible ubicar a Colombia en el puesto 16 del ranking mundial de exportaciones, con un total de 122.235.390 kilos, y un uso del suelo de 5.072 hectáreas, que representan un rendimiento de 2,41 kg por metro cuadrado. En contraste, China es el mayor productor mundial, con 14.978,37 millones de kilos, el 55,17% del total mundial. La extensión de terreno que China dedicó en 2022 a producir lechuga fue de 636.886 hectáreas,

con un rendimiento medio de 2,35 kilos por metro cuadrado, lo cual representa un rendimiento medio más bajo que Colombia, relación que podría ser mejorada con la implementación de cultivos aeropónicos verticales que pueden ofrecer una capacidad de hasta 300 plantas por metro cuadrado.

El segundo productor a nivel mundial es Estados Unidos, con 3.298,93 millones de kilos de lechuga producidos en 2022, sobre una superficie de 100.201 hectáreas, las cuales produjeron 3,29 kilos por cada metro cuadrado. Ello muestra una producción mucho más eficiente respecto a china y Colombia. India ocupa la tercera posición mundial por producción de lechuga, con un volumen de 1.161,25 millones de kilos sobre una superficie de 183.656 hectáreas, con un rendimiento medio de 0,63 kilos en cada metro cuadrado. Tiene la menor relación de producción por metro cuadrado entre los 20 productores a nivel mundial relacionados en este estudio.

Chile acompaña a Colombia en el ranking de los 20 mayores productores de lechuga a nivel mundial, con una producción de 115,465 millones de kilos cultivados sobre 8.309 hectáreas y un rendimiento medio de tan solo 1,39 kilos sobre metro cuadrado. A continuación se muestran los datos entregados por la FAO (2020) y procesados por Hortoinfo (2020):

Producción mundial lechuga. 2022				
Países		Kilos	Hectáreas	Kilos/m ²
China	1	14.978.377.100	636.886	2,35
EE. UU.	2	3.298.933.000	100.201	3,29
India	3	1.161.251.370	183.656	0,63
España	4	969.190.000	33.540	2,89
Italia	5	638.180.000	26.210	2,43
Bélgica	6	600.640.000	13.390	4,49
Japón	7	563.330.820	20.468	2,75
Turquía	8	561.990.000	21.664	2,59
México	9	558.032.880	22.623	2,47
Irán	10	451.946.600	15.507	2,91
Francia	11	438.740.000	16.690	2,63
Níger	12	312.946.240	11.912	2,63
Países Bajos	13	298.460.000	9.540	3,13
Alemania	14	237.900.000	7.670	3,10
Australia	15	124.460.000	7.504	1,66
Colombia	16	122.235.390	5.072	2,41
Reino Unido	17	122.104.000	4.364	2,80
Chile	18	115.465.110	8.309	1,39
Malasia	19	102.009.290	5.956	1,71
Corea del Sur	20	95.675.130	3.807	2,51
Otros		1.397.579.480	84.518	1,65
Total		27.149.446.410	1.239.487	2,19

Fuente: FAOSTAT. Elaboración: Hortoinfo.

Tabla 2. Producción mundial de lechuga 2022.

Fuente: Hortoinfo (2020).

Al revisar las cifras entregadas por OEC (2022), de los principales importadores de lechugas (*lactuca sativa*) y achicorias, comprendidas la escarola y la endibia (*cichorium spp.*), frescas o refrigeradas, podemos encontrar a Estados Unidos con \$631 millones, seguido por Canadá con \$568 millones. En el tercer puesto se encuentra Alemania con \$474 millones. Luego de estos se ubica, con un menor valor, Francia con \$204 millones y Reino Unido con \$175 millones. Las cifras presentadas ofrecen un panorama de mercado amplio y propicio para la competencia, generando posibilidades de negocio y opciones de ingreso al mercado.

Para evaluar los mercados con mayor potencial de crecimiento para la exportación de lechuga se usaron los datos entregados por el UPRA en su reporte sobre los principales países de destino de las exportaciones del sector agroindustrial (Agronet, 2024 b). En ellos es posible apreciar que los principales destinos de exportación de lechuga producida en el mercado nacional durante los ultimo 9 años, son Curazao, que hasta agosto de 2024 acumulaba un total de 34,8 toneladas con un valor de US 56.530, seguido por Panamá, con 6,7 toneladas, que representaron exportación por valor de US 28.700, y Aruba, con 4,3 toneladas, sumando un total de US 10.210. Estos tres destinos presentan una tendencia al alza en exportaciones de lechuga, y en el periodo comprendido entre en 2016 y 2020 presentaron un nivel de exportación mayores que las actuales, lo cual implicaría que hay un mercado por atender.

Esta información es confirmada al revisar los datos entregados por Treid (2020). En su publicación, Cundinamarca se destacó por sus exportaciones de lechuga en 2019, en donde se resalta que la cifra de las exportaciones durante ese año llegó a \$163.935 dólares (FOB). Curazao con \$131.450 dólares (FOB), Aruba con \$19.860 dólares (FOB) y Panamá con \$6.774 dólares (FOB) conforman el top 3 de países destino.

Lo anterior confirma entonces que el segmento de las islas del caribe o las islas ABC del caribe (Aruba, Belice, Curazao), sumando a Panamá, se convierte en el primer segmento importante para abordar, pues presentan un crecimiento de la demanda de lechuga y un mercado de exportación ya establecido. Lo anterior confirma entonces los datos obtenidos en el proceso de validación, donde se estableció que las Islas con alta capacidad hotelera se convierten en un mercado propicio para la aplicación del modelo de producción de lechugas con sistemas aeropónicos.

3.3.2. Análisis de tendencias

En la actualidad, el futuro de la gastronomía parece girar en torno a algunos conceptos claves como el auge de lo saludable, el enfoque en la sostenibilidad ambiental, la cocina basada en vegetales y el apoyo a los pequeños productores y los productos locales cerca a los centros de consumo, al igual que la escasez de agua en algunas zonas del mundo, el aumento significativo de temperaturas y las condiciones de sequía. Por ello se hace importante desarrollar productos que reduzcan su impacto en el consumo hídrico y aporten a mejorar el impacto climático. El diario *La República*, en su artículo sobre tendencias alimentarias (2024), muestra de manera gráfica los aspectos que impactarán en mayor grado dichas tendencias del 2024:



Imagen 1. Tendencias alimentarias para 2024.
Fuente: La República (2024).

El artículo refleja los resultados de las tendencias para el 2024 en alimentos y bebidas, obtenidos gracias a la demanda de los consumidores que fueron analizado por Innova Market Insights. De acuerdo con Lu Ann Williams, directora de Global Insights, para muchas familias el simple hecho de encontrar los alimentos que necesitan a un precio asequible es el principal reto y resalto “pero nuestra investigación con los consumidores y con los productos que compran nos dice que están entrando en juego otras consideraciones que ocuparán un lugar más destacado durante 2024” (García, 2024). Según Innova Market Insights (2024), en las tendencias encontradas para el 2024 se encuentran 1. Ser el centro de atención, 2. Nutrir la naturaleza, 3. Priorizar la prevención, 4. Plant-based y el auge de las ofertas aplicadas, 5. Lo local se vuelve global, 6. Héroe de la cocina casera, 7. Disfrutar de la salud, 8. Océanos de posibilidades, 9. H2O, Apagando el futuro, 10. Minimizar el ruido.

Hoy, la demanda de alimentos sostenibles y de alta calidad está en constante aumento debido a la globalización, el crecimiento de las zonas urbanas y la competencia creciente. Esto ha llevado a que algunas organizaciones y gobiernos se preocupen más por la seguridad alimentaria y sostenibilidad de la producción de alimentos y promuevan lo que se denomina Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Estas BPA son el conjunto de reglas y recomendaciones que se aplican a la forma de producir, procesar y transportar los alimentos. Su objetivo es garantizar que dichos alimentos sean seguros para el consumo humano, saludables y respetuosos con el medio ambiente.

De acuerdo con WWF (2023), la aplicación de las buenas prácticas agrícolas no solo beneficia al medio ambiente, la alimentación y a la sociedad, sino que también brinda ventajas competitivas económicas a los productores de dichos productos. Lo anterior sin dejar de lado que dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas se encuentra la Producción y Consumo Responsables (Objetivo No. 12), el cual es complementado con otros como energías limpias, ciudades sostenibles y acciones por el clima. Desde el ámbito nacional se cuenta con la Política de Producción Más Limpia en 1997 y la Política de Producción y Consumo Sostenible en 2010, las cuales se convierten en estrategias complementarias a los instrumentos regulatorios, estrategias que promueven e impulsan de manera gradual la incorporación de prácticas sostenibles en los sectores productivos.

Al analizar específicamente la tendencia de crecimiento de las granjas verticales para el cultivo de vegetales a nivel mundial, se utilizó como referencia el informe de MarketsAndMarkets (2024), el cual presenta un panorama amplio y plantea que el tamaño del mercado mundial de agricultura vertical crecerá de 5.600 millones de dólares en 2024 a 13.700 millones de dólares en 2029, lo que representa una tasa compuesta anual del 19,7% entre 2024 y 2029.

De igual manera se presenta el impacto positivo que tendrá el uso de inteligencia artificial, pues revoluciona la agricultura vertical al optimizar el crecimiento de las plantas, monitorea su salud, y optimiza el uso de recursos y las combinaciones de cultivos. Se prevé entonces que el mercado agrícola de cultivos verticales alcance los 13.700 millones de dólares al año 2029, lo que implica un crecimiento del 19,7% entre el 2024 a 2029 (Garrido López, 2024).



Gráfico 5. Vertical Farming Market.

Fuente: MarketsAndMarkets (2024).

3.4. Descripción del problema validado y su impacto

El cultivo de lechuga en zonas poco acceso a tierra cultivable, baja disponibilidad de agua dulce y altas temperaturas como San Andrés islas, Aruba, Curazao, Belice y Panamá enfrenta varios desafíos, principalmente debido a:

- *Condiciones climáticas inadecuadas:* Estas regiones tienen altas temperaturas y humedad, lo que dificulta el cultivo tradicional de lechuga. Además, la escasez de agua dulce y el riesgo de sequías son preocupaciones constantes.

- *Dependencia de importaciones:* Gran parte de la lechuga y verduras consumidas en estos destinos turísticos es importada o debe ser transportada desde centros de distribución vía marítima, lo que aumenta costos logísticos y reduce la frescura del producto.
- *Demanda turística creciente:* La industria turística en estos lugares está en constante crecimiento, lo que aumenta la demanda de productos frescos y locales, pero las capacidades de producción actuales no son suficientes y los costos al aumentar la demanda y mantener una baja oferta, tienden al alza.

Estas condiciones fueron validadas en la aplicación de encuestas a los administradores de restaurantes y hoteles en la isla de San Andrés, a través de las cuales fue posible concluir que actualmente se enfrentan a un alto costo de verduras y vegetales, condición que es agravada por una baja calidad de los productos dada la complejidad y las condiciones de transporte hasta la isla.

Por lo anterior SAVINTI se enfocará en la producción de lechuga en módulos aeropónicos verticales automatizados utilizando la tecnología desarrollada por la ingeniera Andrea Catalina Garrido López en su maestría en ingeniería ambiental, la cual se encuentra registrada en el documento “Diseño y desarrollo de un prototipo de sistema aeropónico vertical automatizado, alimentado con agua obtenida por condensación del aire” (Garrido López, 2024). Este cuenta con las siguientes características:

- *Tecnología aeropónica:* Este sistema permite el cultivo sin suelo, utilizando una niebla (spray) de nutrientes que proporciona el agua y los minerales necesarios, lo que ahorra espacio y recursos, al tiempo que no se genera dependencia de suministro de agua dulce, pues se utiliza la humedad capturada del ambiente.

- *Contenedores móviles:* Los módulos son autosuficientes y pueden ubicarse cerca de los centros de consumo, lo que reduce la huella de carbono asociada al transporte de alimentos.
- *Sistema automatizado:* Monitoreo en tiempo real de variables como temperatura, humedad, Ph y nutrientes, lo que asegura un crecimiento óptimo de la lechuga en cualquier clima. El proceso es optimizado con ayuda de IA.
- *Sostenibilidad:* Uso eficiente del agua (hasta un 90% menos que en cultivos tradicionales) y reducción de la necesidad de pesticidas y plaguicidas.

El impacto generado al mercado objetivo incluye:

- *Restaurantes y hoteles:* La creciente demanda de alimentos frescos y locales para atraer turistas. Los establecimientos pueden beneficiarse de la frescura de la lechuga cultivada localmente y de la posibilidad de ofrecer productos sostenibles libres de pesticidas.
- *Mercados locales:* Oportunidades para ventas directas a consumidores en áreas con alta afluencia turística y al mercado de consumo local de la región, los cuales buscan productos frescos y saludables a un precio competitivo.
- *Iniciativas de sostenibilidad:* Atraer a empresas que buscan cumplir con normativas ambientales y de sostenibilidad, mejorando su imagen de marca. Aplicar a beneficios gubernamentales a iniciativas de sostenibilidad y seguridad alimentaria.

3.5. Análisis de la competencia

Con el fin de establecer un análisis de la competencia que abarque todas las oportunidades de negocio, se realizó una evaluación de la competencia local, nacional e internacional, relacionado con cultivos verticales ya sean hidropónicos o aeropónicos.

3.5.1. Panorama competitivo

Para el análisis de la competencia se evalúa la competencia a nivel local, identificando a Island Fresh Hydroponic Farm, el cual cuenta con cultivo hidropónico en la isla de San Andrés con una producción declarada de 1000 lechugas por mes. Ampliando el espectro al ámbito nacional, de acuerdo con los datos entregados por el UPRA, la producción de lechuga en Colombia se concentra principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Nariño, Cauca y Valle del Cauca, y al año pueden producirse alrededor de 120.000 toneladas. Las variedades más conocidas en Colombia son: batavia o iceberg, mantequilla o butter head, cos o romanas, sin cabeza o de hojas sueltas.

De acuerdo con las cifras entregadas por Treid (2020), de las 16 empresas exportadoras de lechuga, el top 5 estuvo conformado por la empresa Comercializadora The Farm SA con \$101.120 dólares (FOB), Fresh Products & Logistics SAS con \$38.028 dólares (FOB), De Hoy SAS CI con \$9.541 dólares (FOB), Hortifresco Villa Leovi SAS con \$6.774 dólares (FOB), y CI Inversiones Martínez Pérez LTDA con \$2.961 dólares (FOB). Estas empresas son, entonces, las principales competidoras dentro del mercado nacional. Adicionalmente se identifica a Urban Farmers Pro y Boxfera, los cuales son fabricantes de módulos hidropónicos para el cultivo de vegetales, teniendo ambas sedes en Bogotá.

Por su parte, en el entorno internacional se encuentran empresas clave en este mercado, que incluye fabricantes de sistemas y productores muy bien establecidos. Las empresas destacadas en este mercado incluyen a Freight Farms (EE. UU.), AeroFarms (EE. UU.), Sky Greens (Singapur), Spread (Japón), Plenty (EE. UU.) y Gotham Greens (EE. UU.).

3.5.2. Comparación de competidores

Al realizar el análisis de los competidores presentes de manera local, nacional e internacional, se genera una matriz de competencia y se evalúan diferentes características de la siguiente manera:

Eje Horizontal (Variables y Atributos):

- **Accesibilidad:** Facilidad de instalación, uso y mantenimiento de la huerta vertical.
- **Eficiencia:** Cantidad de alimentos que se pueden producir por unidad de espacio.
- **Sostenibilidad:** Reducción del consumo de agua, energía y residuos.
- **Frescura y sabor:** Calidad de los alimentos cultivados en la huerta.
- **Variedad:** Opciones de plantas y cultivos disponibles para la huerta.
- **Precio:** Costo total de la huerta vertical, incluyendo instalación y mantenimiento.
- **Control y automatización:** Nivel de control y automatización del sistema de cultivo.
- **Uso residencial:** Diseño para uso en ambientes residenciales con poca disponibilidad de espacio.

- **Diseño para uso local a medida:** Capacidad de adecuación de la solución para aplicaciones específicas de usuario, por condiciones climáticas y para su uso cerca de los centros de consumo.
- **Comunidad y experiencia:** Capacidad para la creación de una comunidad para la colaboración y trabajo conjunto.

Eje Vertical (Calificación o Nivel de Desempeño): Se utiliza una escala de 1 a 5, donde 1 representa el menor nivel de desempeño y 5 el más alto.

Curva de Valor de Competidores: Para crear la curva de valor, se deben evaluar los principales competidores en el mercado de huertas verticales hidropónicas o aeropónicas, asignando una calificación a cada competidor en cada variable o atributo. Luego, se unen los puntos para crear una curva de cada competidor.

SOLUCION	Accesibilidad	Eficiencia	Sostenibilidad	Frescura y sabor	Variedad	Precio	Control, automatización, IA	Diseño para uso en ambientes residenciales	diseño para uso local - a medida	Comunidad y experiencia	TOTAL	Ubicación
AeroFarms	2	5	5	4	5	5	5	0	0	2	33	internacional
vertical farming startup Plenty	2	4	4	4	4	5	4	0	0	2	29	internacional
Infarm	2	4	4	4	5	5	5	0	0	2	31	internacional
Agrilution	2	5	5	4	5	5	5	0	0	5	36	internacional
Gotham Greens	2	4	4	4	5	5	5	0	0	2	31	internacional
freightfarms	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	internacional
skygreens	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	internacional
spread	2	4	4	4	5	5	5	0	0	0	29	internacional
comercializadora THE FARM S	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	nacional
Fresh Products & Logistics SA	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	nacional
De Hoy SAS	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	nacional
Hortifresco Villa Leovi SAS	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	nacional
CI Inversiones Martinez Perez	2	4	4	4	5	5	4	0	0	0	28	nacional
Urban Farmers Pro	5	4	4	5	5	5	5	0	5	5	43	nacional
boxfera	5	4	4	5	5	5	5	0	5	5	43	nacional
Island Fresh Hydroponic Farm	5	4	4	5	5	5	4	0	0	5	37	local
SAVINTI	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	49	

Tabla 3. Evaluación de competidores.

Fuente: propia.

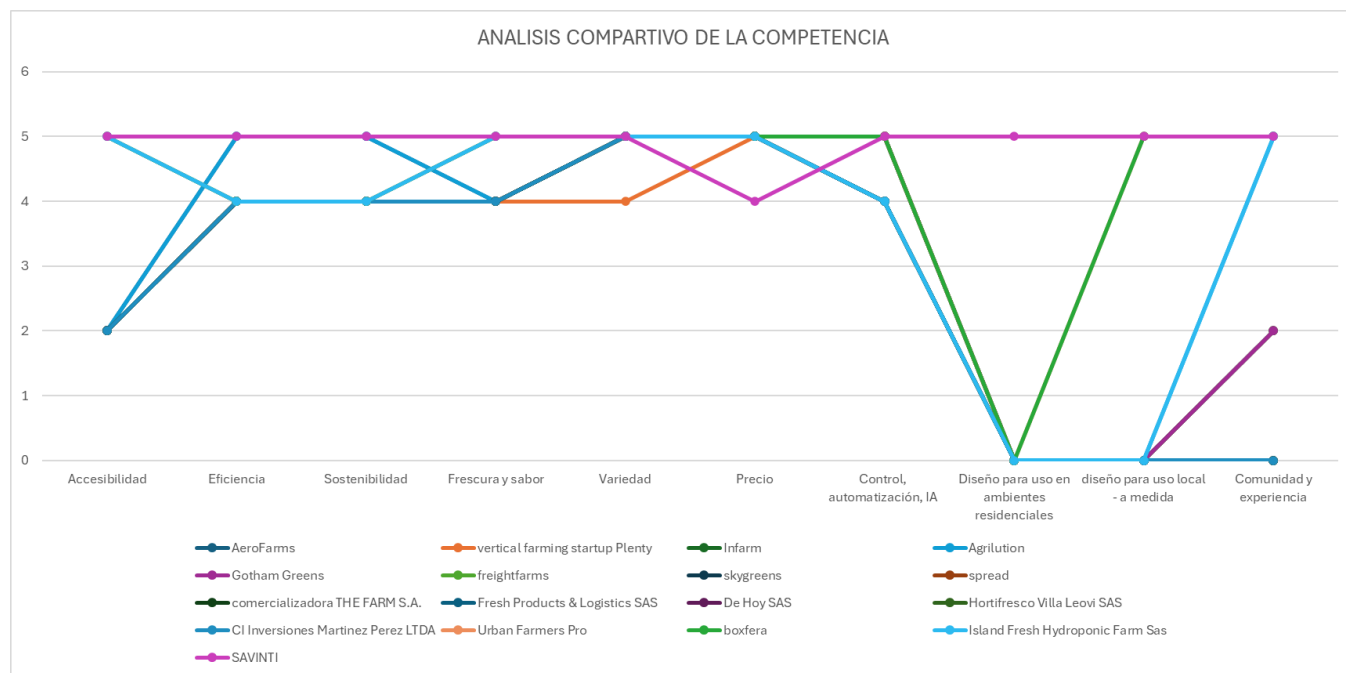


Gráfico 6. Análisis comparativo de la competencia.

Fuente: propia

3.5.3. Ventaja competitiva

Al evaluar las diferentes características se evidencia una ventaja competitiva en los siguientes aspectos:

Diseño para uso en ambientes residenciales: Los competidores actuales solo ofrecen producto final o soluciones para cultivos a gran a escala y no presentan prototipos para uso residencial en donde el espacio es limitado. Se estima un metro cuadrado disponibles, en el cual el módulo SAVINTI para uso residencial sería una solución viable.

Diseño para uso local a medida: Solo dos de los competidores analizados ofrecen la venta de los módulos para el cultivo de vegetales y estos usan tecnología hidropónica. Los demás competidores se limitan a la venta del producto final (vegetales).

Comunidad y experiencia: SAVINTI es una solución que propone el uso del módulo de cultivo aeropónico vertical que integra sensores para el monitoreo constante de los parámetros del cultivo, los cuales son almacenados y procesados con la ayuda de inteligencia artificial. Esta última optimiza dichos parámetros para garantizar la productividad. Los datos capturados se integrarán a un módulo de procesamiento que ayudará a establecer las mejores configuraciones y serán utilizados en toda la comunidad para generar un bienestar común.

A nivel productivo se destaca una ventaja competitiva frente al modelo de cultivo tradicional y los cultivos hidropónicos horizontales, relacionados con el nivel de producción por metro cuadrado, los días de crecimiento, consumo de agua y la dependencia del clima:

Descripción	Cultivo tradicional	Cultivo hidropónico horizontal	Cultivo aeropónico vertical - SAVINTI
Lechugas por m ² (unid)	8	30	216-288
Días de crecimiento	75	40-80	30-40
Depende del clima	SÍ	NO	NO
Consumo de agua	100%	20%	0%

Tabla 4. Evaluación de ventaja competitiva.

Fuente: propia.

Se debe tener en cuenta que, en un container de 40 pies, se estima un espacio utilizable de 40 metros cuadrados. La producción por metro cuadrado se estima en 216 lechugas de aproximadamente 200 gramos cada una, lo cual generaría una producción de 1,72 toneladas de lechuga por contenedor. Una vez optimizado el sistema, se espera una producción de 288 lechugas por metro cuadrado, generando una producción total de 2.30 toneladas por módulo.

4. Definición del cliente y/o usuarios

Una vez establecida la hipótesis del problema, se identifican los principales grupos que lo presentan y los cuales, se presume, serían beneficiados por la compra de lechuga producida en un sistema aeropónico vertical automatizado, alimentado con agua obtenida por condensación del aire. El primer grupo enmarca los clientes individuales que podrían tener interés en el proyecto:

4.1. Descripción del adoptador temprano y/o usuarios

Consumidores que buscan alimentos frescos, saludables y sostenibles: Personas que viven en áreas urbanas con espacio limitado para cultivar alimentos. Consumidores que, preocupados por la seguridad alimentaria y la calidad de los alimentos, buscan alternativas a los alimentos producidos industrialmente. Individuos que desean reducir su huella de hídrica y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Hoteles y Restaurantes: Aquellos que buscan cultivar sus propios ingredientes frescos y de calidad o que buscan opciones saludables y sostenibles en el mercado para mejorar el producto ofrecido a sus clientes. Restaurantes ubicados en zonas geográficas con difícil acceso a vegetales de buena calidad y con precios competitivos.

Comercializadores locales: Supermercados, fruiter y demás comercializadores mayoristas de verduras al cliente final, todos interesados en obtener mejores costos de adquisición con una mejora en la calidad del producto.

4.1.1. Descripción del adoptador temprano y/o usuarios

El público objetivo incluye:

Millennials y Gen Z: Jóvenes interesados en la sostenibilidad, la alimentación saludable y la tecnología.

Familias urbanas: Familias que buscan cultivar sus propios alimentos frescos y saludables en espacios reducidos.

Consumidores conscientes de la salud: Personas que buscan alternativas alimenticias saludables y libres de químicos.

Hoteles y Restaurantes: con un consumo de vegetales constante, preocupados no solo por el precio, sino por la calidad de los alimentos y para quienes la sostenibilidad puede ser un valor agregado para su servicio. También son público objetivo aquellos ubicados en zonas geográficas con difícil acceso a vegetales de buena calidad.

Comercializadores locales: con una demanda de productos con alta calidad y precios competitivos.

Con estos clientes se puede realizar una segmentación del mercado, identificando algunas cualidades específicas cada grupo:

Consumidores individuales:

Tamaño del segmento: Grande. La población urbana mundial está creciendo rápidamente y se estima que alcanzará los 8.500 millones para 2050. Existe un creciente interés en la agricultura urbana entre los consumidores que buscan cultivar alimentos frescos, saludables y sostenibles.

Intensidad de la necesidad: Alta. Esto se basa en el crecimiento de la demanda de vegetales de los últimos años.

Rapidez de compra: Alta. La decisión de compra dependerá de factores como el precio del producto, la disponibilidad en el mercado y la percepción del valor que ofrece.

Hoteles y Restaurantes:

Tamaño del segmento: Grande. Existe un número creciente de restaurantes que buscan ofrecer a sus clientes ingredientes frescos, de calidad y sostenibles. La agricultura urbana puede ser una fuente atractiva de estos ingredientes.

Intensidad de la necesidad: Alta. La necesidad de los restaurantes de productos frescos y sostenibles varía según su concepto y ubicación. Sin embargo, gran parte de ellos ofrece dentro de su menú alimentos que contienen verduras, y la agricultura urbana puede ofrecer una ventaja competitiva a los restaurantes que buscan diferenciarse.

Rapidez de compra: Alta. La decisión de compra dependerá de factores como el costo del producto, la calidad y la disponibilidad.

Comercializadores locales:

Tamaño del segmento: Grande. Existe un número creciente de comercializadores que buscan ofrecer a sus clientes ingredientes frescos, de calidad a costo competitivos en el mercado.

Intensidad de la necesidad: Alta, teniendo en cuenta la demanda del mercado.

Rapidez de compra: Alta. La decisión de compra dependerá de factores como el costo del producto, la calidad y la disponibilidad.

Clasificación de clientes potenciales:

Segmento	Tamaño del segmento	Intensidad de la necesidad	Si el producto estuviera listo ¿cuán rápido lo comprarían?	¿Cuántos clientes de este segmento podría atender en 5 años?	¿Cuánta información tienes acerca de que estos clientes están tratando de resolver el problema?	TOTAL
Consumidor individual - Millennials y Gen Z	5 -Grande	5 - Mucha	5 - Días	5 - Muchos	3 - Alguna	23
Hoteles y Restaurantes	5 -Grande	5 - Mucha	5 - Semanas	5 - Muchos	3 - Alguna	23
Comercializadores locales	5 -Grande	5 - Mucha	5 - Semanas	5 - Muchos	5 - Mucha	25

Tabla 5. Evaluación de adoptadores tempranos.

Fuente: propia.

5. Definición de mercado

5.1. Potencial del mercado

Para SAVINTI, el TAM será estimado considerando varios factores, que incluyen la demanda actual de lechuga en las regiones objetivo y el potencial de crecimiento en el sector turístico. A continuación se detalla el cálculo.

Como primer paso se realiza la identificación del Mercado Objetivo, que para este caso es Aruba, Bonaire, Curazao y Panamá. Posteriormente se analizó la demanda, encontrando que el consumo promedio de lechuga per cápita en el Caribe y Centroamérica es de aproximadamente 4 kg al año. Para complementar estos datos, se consulta información de la Población turística y local de esta región.

Aruba: Aproximadamente 1 millón de turistas anuales y 120.000 habitantes. Bonaire: Aproximadamente 120.000 turistas anuales y 20.000 habitantes. Curazao: Cerca de 500.000

turistas anuales y 160.000 habitantes. Panamá: Alrededor de 2 millones de turistas anuales y 4,4 millones de habitantes.

Con la información recopilada es posible realizar una estimación del TAM para cada una de las ubicaciones, y realizar el Cálculo del Consumo Total Anual de Lechuga:

Turistas (promedio de 1 kg por persona): Aruba: $1.000.000 \text{ turistas} * 1 \text{ kg} = 1.000.000 \text{ kg}$,
Bonaire: $120.000 \text{ turistas} * 1 \text{ kg} = 120.000 \text{ kg}$, Curazao: $500.000 \text{ turistas} * 1 \text{ kg} = 500.000 \text{ kg}$, Panamá: $2.000.000 \text{ turistas} * 1 \text{ kg} = 2.000.000 \text{ kg}$

Total de Lechuga para Turistas: $(1.000.000) + (120.000) + (500.000) + (2.000.000) = 3.620.000 \text{ kg}$

Población local (promedio de 4 kg por persona): Aruba: $120.000 * 4 \text{ kg} = 480.000 \text{ kg}$,
Bonaire: $20.000 * 4 \text{ kg} = 80.000 \text{ kg}$, Curazao: $160.000 * 4 \text{ kg} = 640.000 \text{ kg}$, Panamá: $4.400.000 * 4 \text{ kg} = 17.600.000 \text{ kg}$.

Total de lechuga para población local: $(480.000) + (80.000) + (640.000) + (17.600.000) = 18.800.000 \text{ kg}$

TAM Total de Lechuga para la región objetivo: $(3.620.000) + (18.800.000) = (22.060.000) \text{ kg}$

Valor monetario del TAM: Una vez calculado la TAM se utiliza un precio de referencia promedio de 2 USD/kg en el mercado internacional, con lo cual se obtendría:

$\text{TAM} = (22.060.000 \text{ kg}) * (2 \text{ USD/kg}) = 44.120.000 \text{ USD TAM}$

En conclusión, el *Total Addressable Market* (TAM) para SAVINTI en Aruba, Bonaire, Curazao y Panamá es aproximadamente 44,12 millones de dólares anuales. Esta cifra representa una oportunidad considerable para atender la demanda de productos frescos, especialmente en un contexto donde el turismo, la calidad de los alimentos ofrecidos y la sostenibilidad son prioridades en la región.

5.2. Mercado disponible

Para el caso de SAVINTI, el TAM para la región de Aruba, Bonaire, Curazao y Panamá se ha estimado en aproximadamente 44,12 millones de dólares, y el SAM se calculará asumiendo que la empresa tiene como objetivo capturar el 1% de ese mercado.

$$\text{SAM} = (\text{TAM}) \times 0,010 = 441.000 \text{ USD}$$

Entonces, el *Serviceable Available Market* (SAM) para SAVINTI sería aproximadamente de 4,41 millones de dólares anuales. Este valor refleja una meta alcanzable, considerando un enfoque estratégico en marketing, ventas y operaciones para captar una porción significativa del mercado de lechuga en la región. Sin embargo, debe ser contrastado con la capacidad de producción de la *startup* y la proyección de crecimiento.

5.3. Mercado objetivo

Para el cálculo del *Serviceable Obtainable Market* (SOM) que representa la parte del *Serviceable Available Market* (SAM) que la empresa puede captar efectivamente, considerando sus capacidades de producción, capacidades logísticas y financieras, se tendrá una proyección de 10 módulos de producción con el fin de establecer una capacidad productiva de 12 toneladas

mensuales y una producción total anual de 144 toneladas anuales, que estarían destinadas a cubrir la demanda de cliente en hoteles ubicados en Curazao.

- *Capacidad de Producción:* Se estima una producción de 120 toneladas de lechuga durante el primer año, teniendo en cuenta el tiempo de puesta punto y tiempo de germinación, cosecha y recolección = 120.000 kg al año. Este corresponde a un estimado del 20% del potencial de mercado para Curazao.
- *Precio promedio de la lechuga:* Se estimó en 2 USD por kg.

Se puede calcular el valor del SOM:

$$\text{SOM} = (120.000 \text{ kg}) \times (2 \text{ USD/kg}) = 240.000 \text{ USD}$$

El *Serviceable Obtainable Market* (SOM) para la *startup*, dada su capacidad de producción de 120 toneladas de lechuga al año, sería aproximadamente 240.000 dólares anuales. Este valor indica el ingreso potencial realista que la empresa puede generar con su proyección de capacidad inicial de producción, en el contexto de la demanda y el mercado objetivo.

6. Diseño de la solución

6.1. Análisis de alternativas competitivas y tendencias tecnológicas

La solución de cultivo de lechuga con tecnología aeropónica en granjas verticales puede beneficiarse significativamente de la integración de tecnologías SMAC y DAR. Estas innovaciones no solo permitirán mejorar la eficiencia y sostenibilidad del cultivo, sino que también posicionará a SAVINTI como un líder en un mercado en crecimiento, alineado con las demandas de los consumidores por productos frescos sin uso de pesticidas y responsables con el medio ambiente.

El uso de tecnologías avanzadas puede ofrecer ventajas competitivas significativas. A continuación, se detallan las tendencias relevantes que se aplicarían:

Tecnologías SMAC

Social: Las plataformas sociales pueden ser utilizadas para el marketing para la venta de lechuga a cliente final, la educación sobre productos sostenibles y la construcción de una comunidad de consumidores conscientes. Esto aumenta la visibilidad de la marca y puede facilitar la venta directa.

Mobile: Aplicación móvil desarrollada para facilitar pedidos, monitorear las condiciones de los cultivos en tiempo real y mejorar la interacción con los clientes, permitiendo a los consumidores acceder a información sobre el origen y frescura de los productos que tiene en su mesa, al igual que monitorear las condiciones del manejo del cultivo.

Analytics: La analítica de datos permitirá optimizar procesos de cultivo. Monitorear variables como temperatura, humedad y nutrientes en tiempo real ayuda a maximizar rendimientos y reducir desperdicios. El procesamiento de estos datos es indispensable para potenciar otros módulos que puedan estar ubicados en diferentes espacios geográficos y aumentar la propuesta de valor asociada a la solución tecnológica.

Cloud: Las soluciones en la nube permitirán almacenar y analizar grandes volúmenes de datos relacionados con los cultivos, facilitando la escalabilidad y el acceso remoto a la información. Esto es crucial para gestionar múltiples módulos de cultivo que pueden estar ubicados en los diferentes puntos geográficos, convirtiendo a SAVINTI en una gran base de datos que puede brindar información valiosa a la hora de evaluar dicha solución para otro tipo de verduras y vegetales.

Tecnologías DAR

Blockchain: Esta tecnología puede ser utilizada para rastrear la cadena de suministro de los productos desde el manejo de las semillas, el cultivo, la distribución y entrega al usuario, garantizando la frescura y la sostenibilidad. Ello permitiría a los consumidores verificar el origen de los productos y aumentar la transparencia en el proceso.

Inteligencia Artificial (IA): Será implementada para analizar datos del cultivo, predecir rendimientos y optimizar el uso de recursos como energía y agua. Sistemas de IA que aprendan y ajusten las condiciones cambiantes, mejorarían la eficiencia del cultivo y tomarían decisiones sobre el nivel de nutrientes, temperatura o humedad.

Realidad Extendida (XR): Tecnologías como la realidad aumentada pueden ser utilizadas para que los usuarios tengan contacto con el proceso de cultivo.

Biotecnología: La utilización de variedades de lechuga modificadas genéticamente o la aplicación de microorganismos benéficos a las semillas es un mecanismo eficiente para la colocación de inóculos microbianos en los conductos aeropónicos, donde estarán bien posicionados para germinar y colonizar las raíces de las plántulas, protegiéndolas contra plagas y enfermedades. Esto puede mejorar la resistencia a enfermedades y plagas, aumentando los rendimientos en condiciones adversas.

Nuevas tecnologías de energías renovables: Integrar fuentes de energía renovable (paneles solares) ayudará a reducir costos operativos y mejorar la sostenibilidad de la producción, al igual que la captura de humedad del ambiente para reducir al mínimo el consumo de agua dulce para el cultivo.

6.2. Priorización de las funcionalidades

Con el fin de lograr una sinergia entre la producción de lechuga en los módulos aeropónicos verticales automatizados y el procesamiento de datos combinando las diferentes herramientas que cada tecnología ofrece y potenciando con la IA para lograr una producción más eficiente y sostenible, se priorizarían las siguientes funcionalidades:

Monitoreo en tiempo real: Sensores conectados a la nube pueden recopilar datos sobre el crecimiento de las plantas, lo que permite ajustes inmediatos y predicciones sobre el rendimiento.

Optimización de recursos: La IA puede analizar patrones de datos para optimizar el uso de agua y nutrientes, reduciendo costos y mejorando la eficiencia energética.

Análisis predictivo: Usar Big Data para identificar tendencias de consumo y adaptar la producción según la demanda local y la demanda de la región seleccionada mejora la planificación y reduce el desperdicio.

6.3. Roadmap de la solución

A continuación, se detalla el *Roadmap* en fases:

Fase 1: Investigación y Desarrollo (3 meses)

Mes 1: Investigación de mercado: Análisis de la demanda local y las preferencias de los consumidores en Curazao. *Evaluación de competencia:* Identificación de competidores y análisis de sus fortalezas y debilidades.

Mes 2: Desarrollo del prototipo: Diseño inicial de los módulos de cultivo aeropónico y selección de tecnologías (sensores, sistemas de riego, etc.). *Establecimiento de alianzas:* Búsqueda

de socios estratégicos (universidades, institutos de investigación, cadenas hoteleras o de restaurantes, supermercados) para colaboración en desarrollo, búsqueda de inversionista o capital semilla.

Mes 3: Pruebas de prototipo: Realización de pruebas piloto en condiciones controladas para ajustar parámetros de cultivo. *Desarrollo de software:* Inicio del diseño de la plataforma de monitoreo y gestión de datos.

Fase 2: Validación y Refinamiento (4-7 meses)

Mes 4-6: Pruebas de campo: Implementación de pruebas en condiciones reales en San Andrés islas, ubicación seleccionada por presentar condiciones similares a Curazao. Recopilación de datos sobre el rendimiento de los cultivos.

Feedback de clientes: Recopilación de opiniones de posibles clientes (restaurantes, mercados) sobre los productos y el sistema, evaluación de la calidad, frescura y sabor del producto. Al igual que datos del sistema de producción y costos.

Mes 7: Optimización del sistema: Ajustes en el diseño del módulo y mejoras en el software basado en datos recopilados y *feedback* de clientes. *Desarrollo de estrategia de marketing:* Creación de una campaña para promover los beneficios del cultivo aeropónico.

Mes 8: Validación de la propuesta de valor: Presentación de resultados a inversionistas y socios potenciales. *Búsqueda de financiamiento:* Preparación para rondas de inversión basadas en los resultados de las pruebas.

Fase 3: Lanzamiento y Escalabilidad (9-12 meses)

Mes 9: Producción inicial: Comienzo de la producción a escala pequeña, estableciendo los primeros módulos en ubicación definitiva. *Desarrollo de canales de distribución:* Establecimiento de acuerdos con restaurantes y mercados locales.

Mes 10-12: Monitoreo y mejora continua: Implementación de la plataforma de gestión de datos y uso de IA para optimización. *Estrategias de expansión:* Evaluación de oportunidades para ampliar la producción y diversificar cultivos.

Mes 13-18: Escalabilidad: Aumento de la capacidad de producción y lanzamiento de más módulos en diferentes ubicaciones. *Marketing y Branding:* Ejecución de campañas de marketing enfocadas en la sostenibilidad, frescura de los productos y la seguridad alimentaria.

Fase 4: Innovación y Sostenibilidad (19+ meses)

Mes 19-23: Investigación de nuevas tecnologías: Exploración de innovaciones en biotecnología, energías renovables y sistemas de automatización. *Mejoras en la cadena de suministro:* Implementación de tecnologías de *blockchain* para la trazabilidad del producto.

Mes 24: Evaluación del impacto: Análisis del impacto ambiental y económico del proyecto, con ajustes necesarios para maximizar beneficios. *Expansión regional:* Consideración de la expansión a otros mercados en el Caribe y Centroamérica.

6.4. Prototipado rápido

Para el prototipado del módulo SAVINTI se surtieron diferentes Fases, las cuales son descritas a continuación:

Fase de diseño: Creación de planos y modelos 3D de los módulos y evaluación de materiales y tecnologías a utilizar.

Fase de construcción: Ensamblaje rápido de prototipos en un entorno controlado, integración de sistemas de monitoreo y riego.

Fase de pruebas: Realización de pruebas en condiciones controladas y ajuste de parámetros según resultados obtenidos.

Una vez construido el módulo, y con la primera fase de producción, se realiza *feedback* y mejoras al sistema para ajustar sensores y sistema de riego. A continuación se relaciona el diseño inicial y el prototipo.





Imagen 2. Registro fotográfico prototipo.

Fuente: propia.

6.5. Experimentación de la solución

Los resultados de la experimentación del prototipo fueron positivos, logrando comprobar el funcionamiento del sistema, su nivel de producción y su funcionamiento de manera autónoma. Los detalles de las pruebas, resultados de las mediciones y la trazabilidad se encuentran descritos en la ya mencionada tesis de maestría de Garrido López (2024).

7. Diseño de la propuesta de valor

7.1. Mapa de valor

Este mapa ayuda a enfocar las estrategias de marketing y ventas, alineándose con las expectativas y necesidades de los consumidores.

7.2. Descripción de la propuesta de valor

A continuación, se relaciona la propuesta de valor de SAVINTI:

“Garantizamos la seguridad alimentaria, el acceso a vegetales frescos y orgánicos de la más alta calidad y libre de pesticidas, utilizando métodos sostenibles, responsables con el medio ambiente y cosechados el mismo día de su consumo”.

Misión

“Cultivar vegetales frescos, orgánicos y sostenibles que cuiden la salud, fomenten la seguridad alimentaria y protejan el ambiente, en cualquier lugar del mundo”.

El valor se genera a través de varios factores que, sumados, aportarán un diferencial relevante para todos los clientes, sin relacionarlo directamente con la solución específica de un cultivo aeropónico vertical:

Frescura y Calidad: Proporcionar productos frescos que se cosechan y entregan en un corto período, asegurando una calidad superior.

Sostenibilidad: Implementar prácticas agrícolas responsables que minimicen el impacto ambiental, lo que resuena con las expectativas de los consumidores modernos.

Transparencia: Ofrecer información clara y accesible sobre el origen de los productos y los métodos de cultivo sin uso de pesticidas, lo que aumenta la confianza del cliente.

Eficiencia logística: Reducir los costos y el tiempo de transporte al cultivar localmente, lo que también apoya la economía local.

Este enfoque ayuda a comprender las necesidades y expectativas de los usuarios, así como los beneficios que se ofrecen en los diferentes segmentos de clientes:

Consumidores Finales. *Usuarios Principales:* Hogares, personas interesadas en una alimentación saludable. *Necesidades:* Productos frescos, orgánicos, información clara sobre su origen, los métodos de cultivo, la sostenibilidad y la relación con el medio ambiente.

Restaurantes y Hoteles. *Usuarios Principales:* Chefs, gerentes de restaurantes y hoteles. *Necesidades:* Acceso a ingredientes frescos y de alta calidad, reducción de costos de transporte, sostenibilidad en la cadena de suministro.

Comercializadores locales. *Usuarios Principales:* Mayoristas, mercados locales, supermercados. *Necesidades:* Productos confiables, consistentes en calidad y cantidad, facilidad en la logística y entrega.

7.3. Matriz de valor

Cientes	Dolores	Ganancias	Propuesta de Valor
Restaurantes y Hoteles	- Falta de frescura en los productos - Costos altos de transporte - Inconsistencias en la calidad	- Ingredientes frescos y de calidad - Reducción de costos de transporte - Sostenibilidad como valor añadido	- Provisión de lechuga fresca y de alta calidad, cultivada localmente y entregada directamente. - Capacidad de producción de manera local.
Consumidor individual - Millennials y Gen Z	- Dificultad para encontrar productos frescos y orgánicos - Preocupaciones sobre la sostenibilidad - Falta de información sobre el origen y uso de pesticidas	- Productos saludables y frescos - Satisfacción por contribuir a la sostenibilidad - Transparencia en el origen de los productos y no uso de pesticidas	- Ofrecemos lechuga orgánica y fresca, cultivada de manera sostenible, con información clara sobre su origen.
Comercializadores locales	- Variabilidad en la calidad de los productos - Dificultades en la logística - Necesidad de cumplimiento constante	- Productos consistentes y confiables - Facilidades en la entrega y logística - Acceso a un mercado de consumidores conscientes	- Productos de lechuga de alta calidad, cultivados localmente, garantizando consistencia y reducción de costos logísticos. - Capacidad de producción de manera local.

Tabla 6. Matriz de valor SAVINTI.
Fuente: propia.

8. Business Model

8.1. Estrategia go-to-market

La estrategia contará con un enfoque en la adquisición, activación y retención de clientes clave. Dada la promesa de frescura, calidad y sostenibilidad, la estrategia debe resaltar estos valores de manera diferenciada para cada segmento de clientes: Restaurantes y hoteles, consumidores finales y distribuidores agrícolas:

Segmentación de clientes y Mensajes clave

- Segmento 1. Consumidores Finales. Mensaje Clave: Consumo responsable, fresco y orgánico al alcance. Valor para el Cliente: Productos frescos con trazabilidad completa y conciencia medioambiental en cada compra.
- Segmento 2. Restaurantes y Hoteles. Mensaje Clave: Ingredientes frescos y sostenibles cosechados el mismo día. Valor para el Cliente: Reducción en costos logísticos, consistencia en la calidad, acceso a lechuga libre de pesticidas y responsabilidad con el medio ambiente.
- Segmento 3. Comercializadores locales. Mensaje Clave: Fiabilidad y consistencia en calidad y cantidad. Valor para el Cliente: Producto confiable, con una cadena logística reducida, con ahorro de tiempo y costos de transporte.

Estrategia de Adquisición

Canales de Adquisición. Redes Sociales (Facebook, Instagram, LinkedIn): Se debe crear contenido que muestre la frescura de los productos y el compromiso con la sostenibilidad de SAVINTI.

Aplicación Móvil y Sitio Web: Una App o plataforma de pedidos directa que permita a los consumidores y restaurantes conocer el origen y la calidad de la lechuga, con detalles del proceso de cultivo y cosecha en tiempo real.

Red de Distribuidores y Mercados Locales: Relacionamiento directo con los mayoristas mediante demostraciones del producto y acuerdos con distribuidores locales para lograr un acceso directo a mercados nuevos.

Experimentos de Adquisición: Anuncios Segmentados, Pruebas de Alianzas Comerciales, Aplicación de Realidad Aumentada (AR).

Estrategia de Activación

Canales de Activación. Activaciones presenciales: Eventos y demostraciones en mercados locales y ferias de alimentos orgánicos.

Email Marketing: Campañas por correo electrónico que eduquen sobre el impacto en la calidad de las extensas cadenas de suministro y el impacto de uso de pesticidas, acompañadas de promociones de prueba para activar el interés inicial y guiar al usuario hacia el primer pedido o el establecimiento de su propia granja aeropónica vertical.

Contenido Educativo y Transparente en App/Sitio Web: Proporcionar información visual y accesible sobre el proceso de cultivo, sostenibilidad y datos de cosecha, de manera que se refuerce la transparencia y calidad.

Experimentos de Activación: Tours Virtuales (AR), Programa de Descuento de Primer Pedido, Contenido Interactivo en la Aplicación.

Estrategia de Retención

Canales de Retención: Aplicación y Notificaciones automáticas vía celular, Programa de Lealtad, Eventos de Comunidad en Redes Sociales.

Experimentos de Retención: Personalización de Ofertas, Optimización de Satisfacción Post-Venta, Descuentos de Sostenibilidad.

Hitos clave a corto y medio plazo

Corto plazo (3-6 meses). Hito de Adquisición: Lograr al menos el 20% de los clientes iniciales (primera compra) en cada segmento objetivo mediante campañas sociales y alianzas comerciales locales. Hito de Activación: Alcanzar una tasa de conversión del 30% en las activaciones de primer pedido (descuentos, tours virtuales). Hito de Retención: Implementar la app móvil y lograr una tasa de retención mensual del 40% entre los clientes activos de prueba.

A medio plazo (6-12 meses). Escalabilidad y Expansión de Mercado: Establecer 2-3 relaciones sólidas con cadenas de hoteles, cadenas de restaurantes, distribuidores mayoristas y mercados regionales clave en cada área. Tasa de Retención y Expansión de Clientes Recurrentes: Alcanzar una retención del 60% en restaurantes y un 45% en consumidores finales a través del programa de lealtad. Optimización y Recolección de Datos: Implementar *blockchain* para rastrear la trazabilidad completa del producto en un sistema piloto, recopilando datos que respalden los valores de sostenibilidad, calidad y eficiencia de SAVINTI.

8.2. Modelo de monetización y fuentes de ingresos

Para iniciar con la producción de lechuga es necesario la construcción de una granja vertical aeropónica que tiene un costo inicial de \$110.000 por los 10 módulos, y las adecuaciones necesarias para iniciar la producción. El modelo de monetización debe asegurar la recuperación de la inversión y generar flujos de ingresos sostenibles a través de diferentes segmentos de mercado. Este modelo está estructurado en torno a la venta de lechuga orgánica.

Flujos de ingresos

Venta directa de lechuga orgánica: El flujo de ingresos principal proviene de la venta directa de lechuga orgánica fresca a clientes en los segmentos de restaurantes y hoteles, consumidores finales y distribuidores agrícolas. La ventaja competitiva radica en la frescura, calidad y sostenibilidad del producto.

Segmentos: Restaurantes y Hoteles, Consumidores Finales, Distribuidores Agrícolas.

Modelo de Ingresos

Ventas recurrentes de lechuga fresca con contratos estables para los restaurantes, distribuidores y ventas individuales o de suscripción para los consumidores finales.

Suscripciones para consumidores finales: Permite que los consumidores finales reciban lechuga fresca de manera recurrente (semanal, quincenal o mensual) con un precio especial. Esto ofrece estabilidad de ingresos y promueve la fidelización de los clientes. *Frecuencia Flexible:* Suscripción semanal, quincenal o mensual. *Descuentos por planes de mayor duración:* Ofrecer un descuento del 10-15% para suscripciones trimestrales o anuales.

Estructura de precios

Consumidores Finales: Precio minorista, precio fijo por paquete, ajustado ligeramente por encima del mercado convencional debido al valor agregado de sostenibilidad y frescura.

Suscripción con Descuento: Los planes de suscripción semanal, quincenal y mensual ofrecerán un descuento del 5-10% en comparación con el precio minorista estándar, incentivando la fidelidad.

Restaurantes y Hoteles: Precio por contrato de abastecimiento, precio unitario por kilogramo con un descuento en función del volumen (cuanto mayor el volumen, mayor el descuento). El margen de ganancia se calcularía sobre el costo de producción, con estabilidad garantizada a través de contratos anuales o trimestrales.

Comercializadores locales: Precio de venta al por mayor, precio reducido por volumen, que sea competitivo con el de productos orgánicos del mercado local. Este segmento aporta un menor margen, pero ofrece volumen y frecuencia estable de ingresos.

Recuperación de la inversión inicial

Para recuperar los \$110.000 invertidos en los 10 módulos productivos, SAVINTI debe establecer precios y acuerdos que permitan obtener ingresos netos positivos dentro de los primeros cuatro años siguientes a la entrada en operación.

Escalabilidad: Una vez que se logre el equilibrio en SOM, utilizar las ganancias para financiar la expansión hacia SAM y posteriormente TAM, diversificando los productos y servicios de SAVINTI.

Relacionamiento del cliente

Para SAVINTI, la interacción efectiva y personalizada con cada segmento de cliente es clave para maximizar la fidelización, satisfacción y, en última instancia, la rentabilidad. A continuación, se describen las mejores formas de interactuar con cada uno de los segmentos clave, diseñando un relacionamiento adecuado a las necesidades específicas de cada uno.

Restaurantes y Hoteles

Gestión de cuentas clave (Key Account Management): Asignar un ejecutivo de cuentas para atender de manera personalizada las necesidades de los chefs y gerentes, construyendo relaciones sólidas a través de un contacto cercano. Este ejecutivo de cuenta puede proporcionar asesoría en el uso de productos y garantizar la resolución rápida de problemas.

La estrategia de relacionamiento debe incluir visitas programadas, ofertas y suministro personalizado, soporte de valor agregado, eventos de *networking* y degustaciones.

Canales de comunicación: Visitas presenciales, correo electrónico y llamadas directas, plataforma en línea para pedidos y soporte.

Consumidores Finales

Compartir regularmente en redes sociales y blogs sobre la sostenibilidad de los métodos de cultivo, los beneficios de la lechuga aeropónica y su impacto positivo en el medio ambiente. Los consumidores valoran la transparencia, así que esto reforzará su confianza en la marca. La estrategia de relacionamiento debe incluir un programa de suscripción y fidelización, interacción a través de redes sociales, blog y boletines informativos.

Canales de Comunicación: Aplicación móvil y sitio web, redes sociales, servicio al cliente vía chat en línea:

Comercializadores locales

Acuerdos de volumen y descuentos por lealtad: Ofrecer precios especiales para compras de volumen y descuentos adicionales para contratos a largo plazo. Los distribuidores valoran la previsibilidad en la oferta y las condiciones favorables de precios.

La estrategia de relacionamiento debe incluir Gestión de Inventario Compartida (VMI), actualizaciones periódicas de inventario y disponibilidad, y capacitaciones en manejo del producto.

Canales de Comunicación: Portal de distribuidores, asesor de cuenta, correo electrónico y llamadas.

9. Estrategia de mercadeo y crecimiento

9.1. Plan de marketing

Dado que el enfoque inicial es el SOM (*Serviceable Obtainable Market*), se planean estrategias de adquisición centradas en los segmentos con mayor probabilidad de adopción temprana (restaurantes, hoteles y distribuidores locales). Estas estrategias buscan captar clientes rápidamente mediante propuestas de valor alineadas con las necesidades de cada segmento.

Restaurantes y hoteles: *Pruebas Gratuitas y Muestras:* Ofrecer muestras de productos frescos a chefs y gerentes de restaurantes para que experimenten directamente la calidad de la lechuga aeropónica. Esto facilitará el establecimiento de una relación de confianza y permitirá que el producto hable por sí mismo.

Consumidores finales: *Campañas en redes sociales:* Crear una campaña de marketing en redes sociales (Instagram, Facebook y TikTok) centrada en los valores de sostenibilidad, frescura y beneficios para la salud. Utilizar contenido visual atractivo para captar la atención de consumidores interesados en alimentación saludable y productos orgánicos. Marketing de Influencers locales y programa de suscripción temprana.

Comercializadores locales: *Descuentos en pedidos por volumen:* Ofrecer precios de lanzamiento para distribuidores que realicen compras en volumen durante los primeros seis meses. Esto ayudará a garantizar un flujo constante de producto en puntos de venta minoristas. Material de Marketing Colaborativo.

9.2. Canales de distribución

Para garantizar la accesibilidad del producto a todos los segmentos, los canales de distribución se enfocarán en métodos directos e indirectos:

Canales directos: Ventas directas a restaurantes y hoteles, quienes recibirán el producto directamente desde las instalaciones de SAVINTI aprovechando el transporte local. Las entregas se realizarán en función de la demanda de cada cliente. Plataforma en línea para consumidores finales, donde los clientes podrán realizar pedidos directos, suscribirse a entregas periódicas y monitorear el estado de sus pedidos. Esta plataforma permitirá una experiencia personalizada y fácil de usar.

Canales indirectos: Distribuir a través de mayoristas y mercados locales garantizará la llegada del producto a puntos de venta minoristas en la zona de influencia. Además, reducirá la dependencia de SAVINTI en la logística de último kilómetro. De igual manera es posible participar en mercados y ferias locales.

9.3. Desarrollo y crecimiento

Previsión de ventas

Las proyecciones de ventas están orientadas a alcanzar el SOM en el primer año, el SAM en los primeros dos años y explorar el TAM en el cuarto año.

Primer Año (Mensual). Meta: Alcanzar el SOM, equivalente a aproximadamente \$240.000 en ventas anuales (dividido en meses). Promedio mensual del primer año: \$24.000 en ventas.

Mes	Proyección de ventas Kg	Acumulado ventas Kg	Proyección de ventas USD	Acumulado de ventas USD
Enero	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	0
Marzo	12000	12000	24000	24000
Abril	12000	24000	24000	48000
Mayo	12000	36000	24000	72000
Junio	12000	48000	24000	96000
Julio	12400	60400	24800	120800
Agosto	12400	72800	24800	145600
Septiembre	13000	85800	26000	171600
Octubre	13000	98800	26000	197600
Noviembre	13000	111800	26000	223600
diciembre	13000	124800	26000	249600

Tabla 7. Previsión de producción y ventas.

Fuente: propia.

Segundo Año. Meta: Incrementar las ventas al 25% del SOM (31.200anuales), asegurar la retención de clientes actuales y atraer nuevos clientes en los segmentos de restauración y distribuidores. Este crecimiento se logrará al optimizar los sistemas ya construidos, por lo cual no será necesaria una inversión en infraestructura.

Tercer Año. Meta: Lograr un crecimiento de ventas del 50%, estableciendo relaciones consolidadas y comenzando a explorar otros segmentos en el SAM.

Cuarto año. Meta: Expandir las ventas hacia el SAM (aproximadamente \$6,65 millones anuales) mediante la escalabilidad en la producción y una mayor cobertura de distribución. Estrategia: Invertir en infraestructura adicional para aumentar la capacidad productiva y aprovechar alianzas estratégicas que amplíen la presencia en mercados locales y regionales. Se espera entonces un crecimiento del 100% en el volumen de ventas.

Quinto Año. Meta: Exploración del TAM (*Total Addressable Market*) en Aruba, Bonaire, Curazao y Panamá, estimado en \$66,56 millones anuales. Estrategia: Para el quinto año, explorar alianzas internacionales y desarrollar infraestructura para la expansión en nuevas ubicaciones geográficas dentro del Caribe y Panamá. También se evaluará la posibilidad de licenciar la tecnología de producción aeropónica de SAVINTI.

MERCADO Y VENTAS				
	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg
ÍTEM	2025	2026	2027	2028
Volumen estimado de ventas	124.800	156.000	234.000	468.000
Lechuga cresa kg	31.200	39.000	58.500	117.000
Lechuga romana kg	31.200	39.000	58.500	117.000
Lechuga morada kg	31.200	39.000	58.500	117.000
Lechuga baby kg	31.200	39.000	58.500	117.000

Tabla 8. Proyección de ventas por 4 años.

Fuente: propia.

10. Infraestructura y aspectos legales y administrativos

10.1. Elementos operativos

SAVINTI debe gestionar diversos recursos físicos, tecnológicos y logísticos. Además, es esencial controlar aspectos críticos para garantizar su eficiencia operativa y sostenibilidad. A continuación, se detallan los aspectos clave:

Recursos físicos necesarios

Infraestructura de producción: Módulo de producción, para lo cual será utilizado un contenedor de 40 pies para maximizar el uso del espacio vertical, lo que permitirá cultivar múltiples capas de lechugas. Sistemas de Condensación de Agua: Estos equipos deben ser eficientes y operativos en climas cálidos. Sistemas Aeropónicos Verticales: Incluyen tubos verticales donde las raíces de las plantas están suspendidas en el aire y son alimentadas por una solución de nutrientes en aerosol o niebla. Áreas de Empaque y Almacenaje: Espacios para la recolección, clasificación, lavado y empaque de la lechuga antes de su distribución. Además, se debe considerar un espacio de almacenamiento para insumos y productos.

Recursos humanos: Personal técnico y operarios capacitados para manejar los sistemas aeropónicos, los equipos de condensación de agua y otros sistemas automatizados. Personal administrativo y de ventas encargados de la gestión administrativa, ventas, marketing, distribución y gestión de relaciones con clientes.

Recursos tecnológicos necesarios

Automatización y control del sistema: Software de Gestión para controlar y monitorear las variables clave del cultivo, como el nivel de nutrientes, temperatura, humedad, pH del agua, y las condiciones ambientales dentro del módulo. Sensores de humedad, temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en el agua. Sistemas de riego y nutrientes que administran el flujo de agua y nutrientes a las plantas a través de nebulización.

Plataforma de gestión de inventarios y logística: Software para gestionar las existencias de insumos (semillas, materiales de empaque, repuestos, etc.) y controlar la producción para asegurar que siempre haya disponibilidad de productos listos para la venta. Sistema de seguimiento de distribución para gestionar la logística de entrega de productos.

Recursos logísticos necesarios

Cadena de suministro de insumos: Proveedores de insumos, Almacenamiento de insumos. Distribución de productos con transporte refrigerado.

Aspectos por controlar para una operación eficiente

Control de nutrición y agua: Concentración de nutrientes para monitorear y ajustar regularmente la concentración de nutrientes en el sistema aeropónico, asegurando que las lechugas reciban la mezcla adecuada de minerales.

Mantenimiento preventivo: Establecer un plan de mantenimiento preventivo para todos los sistemas tecnológicos (sensores, automatización, riego, etc.) a fin de evitar fallos imprevistos.

10.2. Elementos administrativos

Andrea Garrido, una ingeniera ambiental, y Jorge Sanabria, un ingeniero eléctrico especialista en eficiencia energética, forman el equipo ideal para liderar este emprendimiento por varias razones clave:

Enfoque Ambiental y Sostenibilidad: La ingeniera ambiental juega un papel crucial en la implementación de prácticas sostenibles que no solo sean rentables, sino que también respeten el entorno. Sus responsabilidades incluyen la gestión del impacto ambiental, el uso eficiente del agua, el cumplimiento de normativas ambientales y la obtención de certificaciones ambientales

Experiencia técnica y eficiencia energética: El ingeniero eléctrico aporta el conocimiento necesario para diseñar e implementar el sistema automatizado y de control de los procesos dentro de la producción aeropónica. Este experto será responsable de la optimización energética, la automatización y la integración de tecnologías innovadoras.

La combinación de una ingeniera ambiental y un ingeniero eléctrico permite que el negocio sea, no solo tecnológicamente avanzado, sino también responsable y sostenible. Juntos, diseñarán un sistema que no solo maximice el proceso productivo, sino que también minimice el uso de recursos naturales y garantice una operación respetuosa con el medio ambiente. Esta sinergia técnica y ambiental es esencial para diferenciarse en el mercado competitivo y contribuir al desarrollo de un modelo agrícola más sostenible.

Personal necesario para hacer crecer el negocio en los próximos tres años: Para que el negocio de producción de lechuga utilizando el sistema aeropónico vertical automatizado sea escalable y exitoso a largo plazo, se requiere un equipo diversificado y especializado. A continuación, se describen los roles clave necesarios para el crecimiento de la empresa:

Personal técnico y de operaciones: Técnicos en aeroponía, ingenieros agrónomos, técnicos en energía y automatización.

Personal administrativo y de gestión: Gerente de operaciones, especialista en marketing y ventas, personal de logística y distribución.

Personal de investigación y desarrollo: Investigador de nuevas tecnologías, especialista en desarrollo sostenible.

Personal de apoyo y mantenimiento: Personal de mantenimiento, Operadores de cultivo.

10.3. Aspectos legales y reglamentarios

A continuación se presentan los requisitos legales para el cultivo de lechuga en Curazao:

Permisos y registros

Permiso de uso de suelo: Se debe obtener un permiso de uso de suelo del gobierno local para poder cultivar en la parcela deseada. Este permiso asegura que el terreno está destinado a la agricultura. Para el caso de SAVINTI, es necesario el registro del sistema productivo.

Registro de empresa agrícola: El agricultor debe registrar su actividad agrícola en la Cámara de Comercio y agricultura de Curazao.

Normativas Ambientales

Regulación de uso de agua: Se debe cumplir con las regulaciones locales sobre el uso de agua, garantizando que no se hace un uso excesivo o inadecuado de los recursos hídricos. Para el caso de SAVINTI no es necesaria, pues se utiliza el agua capturada del aire.

Manejo de residuos: Es obligatorio el manejo adecuado de residuos orgánicos y químicos generados durante el cultivo, conforme a las normativas ambientales de Curazao.

Control de contaminación: El cultivo debe seguir normas relacionadas con el control de la contaminación del aire, agua y suelo. Esto incluye el manejo adecuado de pesticidas y fertilizantes. Para ello se contará con certificado de buenas prácticas de producción.

Normativas sanitarias

Registro sanitario: Se debe registrar el cultivo de lechuga en la Autoridad de Salud Pública de Curazao para cumplir con los estándares sanitarios y de seguridad alimentaria.

Inspección sanitaria: Los productos agrícolas, como la lechuga, están sujetos a inspecciones sanitarias periódicas para garantizar que cumplan con los estándares de calidad y seguridad para el consumo.

Control de plagas y enfermedades: El uso de pesticidas debe ser aprobado y monitoreado por las autoridades sanitarias para prevenir riesgos para la salud pública. Para el caso de SAVINTI, no se utilizará pesticidas.

Normativas comerciales

Etiquetado y empaque: La lechuga debe ser etiquetada adecuadamente para la venta, con información sobre su origen, fecha de cosecha, y condiciones de conservación.

Licencia comercial: Para vender lechuga de manera formal, se debe obtener una licencia comercial que permitirá operar legalmente en el mercado local.

Impuestos

Registro fiscal: SAVINTI debe ser registrada ante la Autoridad Tributaria de Curazao (*Belastingdienst*) para obtener un número de identificación fiscal.

Impuesto sobre la renta: SAVINTI está sujeto a la declaración y pago de impuestos sobre la renta, dependiendo de los ingresos generados por su actividad agrícola.

Normativas Laborales

Cumplimiento de la legislación laboral: Incluyen salarios, seguridad social, y condiciones laborales adecuadas.

Adicional a lo descrito anteriormente, se considera pertinente la generación de una patente para el sistema productivo, con el fin de impactar la imagen y diferenciar el producto, al igual que una estrategia ante la competencia. Para ello es necesario realizar el proceso ante la Oficina de Propiedad Intelectual de Curazao (Curaçao IP Office), y se deben seguir los siguientes pasos:

Verificación de la Innovación. Evaluación de la Novedad: El prototipo debe ser innovador, no existir previamente en el mercado y debe presentar un avance técnico significativo. No se encuentran registros similares al realizar la verificación de patentes asociadas a módulos aeropónicos automatizados.

Preparación de la Solicitud de Patente. Descripción Técnica: Descripción detallada del prototipo, incluyendo diagramas y planos que expliquen cómo funciona el sistema aeropónico vertical automatizado, el método de obtención del agua por condensación y los beneficios del diseño. Reivindicaciones: Se debe redactar un conjunto de reivindicaciones que especifiquen lo que se desea proteger con la patente, es decir, las características únicas del sistema. En este caso

sería el funcionamiento integrado del sistema que combina la captura del agua del aire, su uso en el cultivo y el control del mismo.

Presentación de la Solicitud. Registro en la Oficina de Propiedad Intelectual: La solicitud debe ser presentada ante la Oficina de Propiedad Intelectual de Curazao (Curaçao IP Office), proporcionando toda la documentación necesaria, como la descripción técnica y los planos.

Examen de la Solicitud. Examen Formal: La Oficina de Propiedad Intelectual realizará un examen formal para verificar que la solicitud cumpla con los requisitos administrativos. Examen Técnico: Un examinador técnico evaluará la novedad, la aplicabilidad industrial y la originalidad del prototipo. Si el sistema cumple con los criterios, se procederá a la concesión de la patente.

Concesión de la Patente. Publicación: Si se aprueba la solicitud, la patente será publicada oficialmente. A partir de ese momento, el solicitante tendrá derechos exclusivos sobre la invención en Curazao durante el período de vigencia de la patente (generalmente 20 años).

Mantenimiento de la Patente. Renovación de la Patente: Para mantener la patente vigente, el titular deberá pagar las tarifas anuales de mantenimiento.

11. Viabilidad financiera y evaluación de riesgos

11.1. Estados financieros

Con las ventas proyectadas para el primer año, se establece el flujo de caja y se estima una inversión inicial de 110.000 USD para la construcción de 10 módulos de producción con tecnología aeropónica. A continuación se detalla el flujo de caja del proyecto para sus primeros 4 años de operación:

		Total	Total	Total	Total
ÍTEM	Año 0	2025	2026	2027	2028
Caja Inicial	0	107.800	85.932	40.683	158.714
Ingresos Netos		267.072	343.855	536.414	1.147.926
TOTAL DISPONIBLE		374.872	429.787	577.097	1.306.641
Inversiones en activos	0	42.000	0	0	0
Egresos por compra de materia prima o insumos	0	120.182	156.237	243.730	506.958
Egresos por nómina	0	65.185	72.217	75.106	78.110
Egresos por gastos de operación		24.496	105.054	28.727	114.350
Egresos por gastos de administración y ventas		31.471	39.468	52.744	93.456
Egresos por gastos preoperativos diferidos	2.200	0	0	0	0
Egresos IVA	0	5.606	12.187	16.856	34.338
Egresos Retefuente	0	0	0	0	0
Egresos por gastos financieros		0	0	0	0
Egresos por pagos de capital		0	0	0	0
Egresos impuestos locales	0	0	947	1.220	1.903
Egresos impuesto de renta	0	0	2.995	0	35.306
TOTAL EGRESOS	2.200	288.940	389.104	418.382	864.420
NETO DISPONIBLE	-2.200	85.932	40.683	158.714	442.221
Aporte de Socios - Inversionistas	110.000	0	0	0	0
Préstamo		0	0		
Distribución de excedentes		0	0	0	0
CAJA FINAL	107.800	85.932	40.683	158.714	442.221

Tabla 9. Flujo de caja proyectado.

Fuente: propia.

De la inversión inicial, que asciende a 110.000 USD, el 40% será destinado a la construcción de 10 módulos para cultivo aeropónico automatizado, materias primas e insumos necesarios, 20% para la adecuación de la bodega e instalaciones y 20% para el pago de nómina del personal operativo, comercial y 20% para gastos asociados a marketing de SAVINTI.

11.2. Retorno de la inversión

Una vez evaluado el flujo de la caja y la inversión inicial, contrastado con la proyección de ventas en el segmento de mercado seleccionado, es posible evaluar indicadores y evaluar el proyecto. A continuación se presentan los principales indicadores:

FLUJO DE CAJA NETO					
	Año 0	2025	2026	2027	2028
Utilidad Neta (Utilidad operativa)	0	5.562	-56.791	65.568	191.657
Total Depreciación	0	0	28.000	28.000	28.000
Pagos de capital		0	0	0	0
Total Amortización	0	0	0	0	0
EBITDA		5.562	-28.791	93.568	219.657
1. Flujo de fondos neto del periodo		5.562	-28.791	93.568	219.657
Inversiones de socios	110.000	0	0	0	0
Préstamo	0	0	0	0	0
2. Inversiones netas del periodo	110.000	0	0	0	0
3. Liquidación de la empresa					
4. (=1-2+3) Flujos de caja totalmente netos	-110.000	5.562	-28.791	93.568	219.657

Balance de proyecto	-110.000	-122.038	-170.355	-104.044	98.966
Periodo de pago descontado	3,51				
Tasa interna de retorno	28,97%				
Valor presente neto	54.658				
Tasa mínima de retorno	16,00%				

Tabla 10. Indicadores financieros SAVINTI.

Fuente: propia.

El proyecto presenta un buen retorno de inversión (28,97% de TIR) y un VPN positivo (54.658 dólares), lo que indicaría que es una inversión “rentable”. De igual manera el periodo de pago descontado de 3,51 años es relativamente corto, lo que significa que en menos de 4 años se estaría recuperando la inversión inicial.

En comparación con las opciones de inversión tradicionales en Colombia actualmente, como cuentas de ahorro y CDT, este proyecto plantea una mejor opción, siempre que se tenga en cuenta los riesgos involucrados en el proyecto productivo, los cuales son abordados a continuación.

11.3. Riesgos y mitigaciones

Riesgos financieros

Alta inversión inicial: La instalación de un sistema aeropónico vertical automatizado requiere una inversión inicial significativa en tecnología, infraestructura y formación, lo que puede generar riesgos financieros si el negocio no es rentable rápidamente.

Mitigación: Es necesario realizar evaluación detallada del retorno de inversión y establecer un plan financiero claro con un presupuesto realista.

Dependencia de un solo producto: Centrar todo el negocio en la producción de lechuga puede ser riesgoso si la demanda disminuye o si surgen problemas con la cosecha.

Mitigación: Explorar la posibilidad de cultivar otros productos en el mismo sistema aeropónico, como hierbas aromáticas y otros vegetales, para diversificar los ingresos.

Riesgos operativos

Problemas en la gestión de inventarios: Falta de control adecuado sobre los insumos (nutrientes, semillas, materiales) podría generar escasez o exceso de materiales, afectando la producción.

Mitigación: Implementación de un sistema de gestión de inventarios, Planificación de compras.

Contaminación o enfermedades en las plantas: Las lechugas pueden verse afectadas por plagas o enfermedades que impacten la producción y la calidad del producto.

Mitigación: Monitoreo constante de la salud de las plantas y establecimiento de un plan manejo integrado de plagas (MIP).

Riesgos Ambientales

Condiciones climáticas extremas: Curazao, al estar en el Caribe, es susceptible a fenómenos climáticos como sequías prolongadas o tormentas intensas, lo que podría afectar la capacidad de generar agua mediante condensación o dañar la infraestructura del sistema.

Mitigación: Construir los invernaderos y sistemas con materiales resistentes a tormentas y alta humedad. Crear un plan para manejo de desastres naturales.

12. Conclusiones

Validación del modelo de negocio

Se concluye que la Rentabilidad del proyecto es alta comparada con otras inversiones, pues la tasa Interna de Retorno (TIR) es del 28,97%, bastante alta si se consideran otro tipo de opciones de inversión tradicional como un depósito a plazo fijo, bonos del gobierno, que usualmente ofrecen rendimientos mucho menores, actualmente hasta un 11%.

Es posible concluir que el periodo de pago descontado de 3,51 años es relativamente corto, lo que significa que en menos de 4 años el inversionista estaría recuperando la inversión inicial, con un VPN positivo (54.658 dólares), lo que sugiere que es una inversión rentable, sin embargo, el nivel de riesgo se considera alto.

Quizás la conclusión más importante es que, aunque el retorno es alto, la inversión tiene también riesgos altos asociados a cambios en el mercado, imprevistos operativos o competencia, por lo cual se hace necesario un estudio de mercado específico para Curazao.

Impacto del proyecto

El proyecto tiene la capacidad de impactar positivamente en el mercado seleccionado y tiene la capacidad de simplificar la cadena logística, creando un impacto directo y ofreciendo una solución a un dolor actual de los usuarios. Siendo una solución deseable, factible y viable. Una vez evaluado el proyecto, es posible concluir que sus mayores fortalezas son el equipo de trabajo y la nueva tecnología aplicada, la cual, de acuerdo con el análisis de competencia, hasta el momento no se encuentra disponible, lo cual ofrece una ventaja competitiva. El proyecto tiene características técnicas, tecnológicas y operativas que facilitan su crecimiento y escalabilidad de manera sostenible en el tiempo en un mercado en continuo crecimiento.

Conclusiones finales

La producción de lechuga en módulos aeropónicos verticales usando agua condensada del aire (SAVINTI) presenta una propuesta innovadora y altamente tecnológica que soluciona un problema real de acceso a verduras frescas en zonas con condiciones climáticas adversas, lo cual impacta de manera positiva la seguridad alimentaria y la disponibilidad de verduras frescas y de alta calidad para el comercio local. La evaluación del modelo de negocio ha permitido cumplir con los objetivos académicos de la Maestría, al igual que poner en práctica los diferentes métodos de validación y evaluación de proyectos, al presentar un modelo de negocio viable y factible que presenta una interesante opción de inversión.

13. Referencias

AgFunder (2023) *AgriFood en América latina. Informe de inversión 2023*. AgFunder

Agronegocios (2024) *Precios del agro*. <https://www.agronegocios.co/precios>

Agronet (2024a) *Reporte: Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia
<https://www.agronet.gov.co/estadistica/paginas/home.aspx?cod=1>

Agronet (2024b) *Reporte: Principales Países de Destino de las Exportaciones del Sector Agroindustrial por Productos Seleccionados*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=22>

Bareño, F. (2019) *Cadena de las hortalizas. dirección de cadenas agrícolas y forestales*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia

Castagnino, A. M.; Díaz, K; Marina, J. ; Fernandes, C.; Díaz, H.; Bazán, P.; Rogers, W. J; Rubel, I.; Otaño, A. C.; Fasciglione, G.; Marín Castro, M. A.; Reina, R.; Galizio, R.; Cendón, M. L.; Zanelli, G.; Miranda Lasprilla, D.; Chaparro González, M. P.; Pérez Eseiza, F.; Yommi, A. y Bastián, E., (2022) Study of Latin American consumption of local fruit and vegetables “0 Km” [en línea]. *Revista Horticultura Argentina*, 41(106).
<https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/16324>

DESA (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. ONU.

FAO (2022) *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022*. FAO

García, G. (2024, 2 de enero) *Innova Market Insights revela las tendencias para 2024 en alimentos y bebidas*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/innova-market-insights-revela-las-tendencias-2024-en-alimentos-y-bebidas/>

Garrido López, A. C. (2024) *Diseño y desarrollo de un prototipo de sistema aerónico vertical automatizado, alimentado con agua obtenida por condensación del aire*. [Tesis de maestría en ingeniería ambiental]. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Química y Ambiental.

Hortoinfo (2020, 15 de marzo) *Más de la mitad de la lechuga que se produce en el mundo se cultiva en China. España es el 4º productor mundial*. <https://hortoinfo.es/mas-de-la-mitad-de-la-lechuga-que-se-produce-en-el-mundo-se-cultiva-en-china-espana-es-el-4o-productor-mundial>

Innova Market Insights (2024, 12 de diciembre) *Top 10 Tendencias 2024: Lo local se globaliza*. <https://www.innovamarketinsights.com/es/tendencias/top-10-tendencias/>

INTEC (2024) *Informe tendencias agroalimentarias 2024/25*. INTEC

La República (2024, 9 de enero) *Estas son las tendencias alimentarias que revolucionarán este año según los expertos*. <https://www.larepublica.co/ocio/tendencias-alimentarias-de-2024-3776851>

MarketsAndMarkets (2024) *Vertical Farming Market by Growth Mechanism (Hydroponics, Aeroponics, Aquaponics), Structure (Building- Based and Shipping container based), Crop Type, Offering (hardware, Software, Services) & Region – Global Forecast to 2029*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/vertical-farming-market->

[221795343.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwm5e5BhCWARIsANwm06iAyGfVwoCYWcGz_uodoCD0CmMohYo0wAxkqCog_409ueR5GoTXlGzkaApXzEALw_wcB](https://www.icesi.edu.co/posgrados/221795343.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwm5e5BhCWARIsANwm06iAyGfVwoCYWcGz_uodoCD0CmMohYo0wAxkqCog_409ueR5GoTXlGzkaApXzEALw_wcB)

Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. (2012) A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15, 401–415

OEC (2024) *Lechugas (Lactuca sativa) y achicorias, comprendidas la escarola y la endibia (Cichorium spp.), frescas o refrigeradas* <https://oec.world/es/profile/hs/lettuce>

Statista (2024) *Volumen de verdura fresca consumida a nivel mundial en 2023.* <https://es.statista.com/estadisticas/1308628/consumo-mundial-de-verduras-frescas-a-nivel-mundial-por-tipo/>

Treid (2020, 12 de agosto) *Cundinamarca se destacó por sus exportaciones de lechuga en 2019.* <https://www.treid.co/post/cundinamarca-se-destaco-por-sus-exportaciones-de-lechuga-en-2019>

Vázquez del Mercado Arribas, R. y Buenfil Rodríguez, M. O. (2012) Huella Hídrica de América Latina: retos y oportunidades. *Aqua-LAC*, 4(1), 41-48.

WWF (2023, 13 de octubre) *Agricultura sostenible: Cultivando el Futuro de la Producción de Alimentos.* <https://www.wwf.org.co/?385011/Agricultura-sostenible-Cultivando-el-Futuro-de-la-Produccion-de-Alimentos>