



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
ICADE

MODELOS DE NEGOCIO INNOVADORES EN EL SECTOR AGRÍCOLA: EL FENÓMENO DE LA AGRICULTURA VERTICAL DE INTERIOR

**Análisis de las experiencias emprendedoras de startups de
agricultura vertical de interior en España**

Autor: Juan Zapatero Lamas

Director: Amparo Merino de Diego

MADRID | marzo 2024

RESUMEN

El sistema agrícola actual se enfrenta a un dilema aparentemente contradictorio, consistente en, por un lado, aumentar la producción de alimentos para satisfacer a una población rápidamente creciente y, por otro lado, reducir tanto el consumo de recursos naturales cada vez más limitados (la tierra o el agua) como el uso de pesticidas y fertilizantes, con el fin de minimizar la degradación del medioambiente y la contribución al cambio climático de la agricultura. Dentro del abanico de respuestas existentes, la agricultura vertical de interior [AVI] destaca por su eficiencia en el empleo de recursos, la sostenibilidad de sus cultivos y la potencial rentabilidad de sus modelos de negocio. En el caso de España, la AVI surge con especial interés debido a las alarmantes sequías que sufre. Por tanto, a raíz de este contexto surge la necesidad de responder a un triple objetivo consistente en: analizar los modelos de negocio de las empresas de AVI, entender sus principales retos y oportunidades y explorar el devenir de dichas empresas y su potencial impacto positivo en el sistema agroalimentario español. Para ello, se realiza un estudio de casos múltiple, donde se analizan seis de las principales startups del sector de la AVI en España, recopilándose datos acerca de sus experiencias emprendedoras a través de sus páginas web, noticias de prensa y principalmente mediante las entrevistas online realizadas a las mismas. En último término, los resultados muestran que la AVI tiene un gran potencial como complemento de la agricultura tradicional mediante la producción de aquellos alimentos o plantas cuyo cultivo en el exterior se vea amenazado por las condiciones climáticas. Sin embargo, para que dicho impacto se pueda materializar se deben superar importantes problemas como sus altos costes, su dificultad de escalabilidad y el escaso conocimiento y los prejuicios que los consumidores poseen acerca del sector.

Palabras clave: inseguridad alimentaria, cambio climático, agricultura vertical de interior, innovación tecnológica, cultivos amenazados, valor en los modelos de negocio, rentabilidad.

ABSTRACT

The current agricultural system faces a seemingly contradictory dilemma of, on the one hand, increasing food production to satisfy a rapidly growing population, and, on the other hand, reducing both the consumption of increasingly limited natural resources (such as land and water) and the use of pesticides and fertilisers, in order to minimise the agriculture's degradation of the environment and contribution to climate change. Within the range of existing responses, indoor vertical farming stands out for its efficiency in the use of resources, the sustainability of its crops and the potential profitability of its business models. In the case of Spain, indoor vertical farming is of particular interest due to the alarming droughts suffered by the country. Therefore, as a result of this context, a need arises to respond to a threefold objective consisting of analysing the business models of indoor vertical farming companies, understanding their main challenges and opportunities and exploring the future of these companies and their potential positive impact on the Spanish agri-food system. For this purpose, a multiple case study is carried out, where six of the main startups in the indoor vertical farming sector in Spain are analysed, collecting data about their entrepreneurial experiences through their websites, press releases and mainly through online interviews conducted with them. Ultimately, the results show that indoor vertical farming has great potential as a complement to traditional agriculture through the production of those crops or plants whose cultivation outdoors is threatened by climatic conditions. However, in order for this impact to materialise, major problems must be overcome, such as high costs, difficulty of scalability and low consumer knowledge and prejudices about the sector.

Keywords: food insecurity, climate change, indoor vertical farming, technological innovation, threatened crops, value in business models, profitability.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi gratitud hacia la Directora de mi Trabajo Final de Grado, Amparo Merino de Diego, por su gran apoyo y disponibilidad a lo largo de todo el proceso, guiándome desde el principio y aportándome valiosísimas herramientas e ideas sin las cuales no habría sido posible llevar a cabo este trabajo.

Además, quisiera también agradecerle que me abriera las puertas del mundo del emprendimiento social y las transiciones sostenibles en el sistema alimentario, lo cual me ha llevado a descubrir el más que interesante y actual fenómeno de la agricultura urbana y, derivado de ello, también de la agricultura vertical.

También quisiera manifestar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han confiado en mí y han aceptado participar en esta investigación, privándose de realizar otras muchas tareas de su ajetreada agenda empresarial: Guzmán Juárez (Farmbrots), Pelayo Bolívar (Gurban), Inés Sagrario (Ekonoke), Tesa Portillo y Javier Espina (Cantábrica Agricultura Urbana), Roberto Estévez (Néboda Farms) y Alejandro Casacuberta (Aloalto).

Por último, me gustaría agradecer a mi familia por darme la oportunidad de estudiar en la Universidad Pontificia Comillas (ICADE) y apoyarme durante todo estos años de duro esfuerzo.



Juan Zapatero Lamas

Madrid, Marzo 2024

ÍNDICE

Índice de figuras y tablas	6
Listado de abreviaturas	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	8
2. OBJETIVO.....	12
3. METODOLOGÍA	13
4. ESTRUCTURA	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
1. EL CONCEPTO DE AGRICULTURA URBANA	15
1.1. Definición.....	15
1.2. Tipologías	16
2. EL FENÓMENO DE LA AGRICULTURA VERTICAL DE INTERIOR	18
2.1. ¿En qué consiste la agricultura vertical de interior?	18
2.2. Situación actual y tendencias para el futuro	25
3. LA INNOVACIÓN EN MODELOS DE NEGOCIO.....	28
3.1. ¿Qué se entiende por “modelo de negocio”?	28
3.2. El marco conceptual del valor en un modelo de negocio	29
3.3. La innovación en los modelos de negocio	31
3.4. La innovación en modelos de negocio del sector agrícola	32
3.5. Modelos de negocio innovadores en el sector de la agricultura vertical de interior	34
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	36
1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	36
2. MÉTODO DE RAZONAMIENTO	36
3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN	37

4. RECOGIDA DE DATOS	37
4.1 Fuentes primarias y secundarias	37
4.2 Entrevistas semiestructuradas/en profundidad	39
4.3 Proceso de obtención de datos de las entrevistas	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	41
1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE NEGOCIO	41
1.1. Proposición de valor	41
1.2. Creación y entrega de valor	43
1.3. Captura de valor	47
2. OPORTUNIDADES, RIESGOS Y PERSPECTIVAS DE FUTURO DE LAS EMPRESAS DE AGRICULTURA VERTICAL DE INTERIOR EN ESPAÑA.....	49
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	52
1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE NEGOCIO	52
2. OPORTUNIDADES Y RIESGOS QUE SE PLANTEAN	56
3. EVOLUCIÓN E IMPACTO POTENCIAL DEL SECTOR	57
4. IMPLICACIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS.....	58
CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN	61
1. CONCLUSIÓN	61
2. LIMITACIONES y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	62
CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA	64
CAPÍTULO VIII. ANEXO	72
1. DOCUMENTO ADJUNTO ENVIADO A LOS ENTREVISTADOS.....	72
2. GUION DE LA ENTREVISTA	73

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura 1. Evolución del valor de mercado del sector de la agricultura vertical de interior en el mundo (en miles de millones de dólares)	10
Figura 2. Representación gráfica de una GVIEC	19
Figura 3. Diagrama de un sistema hidropónico.....	20
Figura 4. Diagrama de un sistema aeropónico	21
Figura 5. Diagrama de un sistema acuapónico.....	21
Figura 6. Esquema del marco conceptual sobre el valor en los modelos de negocio ...	30
Figura 7. Clasificación de los modelos de negocio de las empresas de AVI.....	35

TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica de las startups de AVI españolas analizadas	38
Tabla 2. Ficha técnica de las startups de AVI españolas analizadas	39

LISTADO DE ABREVIATURAS

AgTech	Agriculture Technology
AVI	Agricultura Vertical de Interior
AU	Agricultura Urbana
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
CAPEX	Capital Expenditure
CEO	Chief Executive Officer
CO2	Dióxido de carbono
FaaS	Farming-as-a-service
FoodTech	Food Technology
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura
GVIEC	Granjas Verticales de Interior en Entornos Controlados
HVAC	Heat, Ventilation and Air Conditioning
IA	Inteligencia Artificial
IoT	Internet of Things
LED	Light-emitting diode
ONU	Organización de las Naciones Unidas

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

El sistema agroalimentario que existe en la actualidad en el mundo se encuentra en un punto de inflexión, tanto desde el punto de vista de inseguridad alimentaria (insuficiencia de suministro de alimentos para la población), como de insostenibilidad medioambiental (contaminación, destrucción de la naturaleza y contribución al cambio climático) (Curmi et al., 2023).

El brutal crecimiento de la población mundial, estimado por la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2022) en 2000 millones de personas durante los próximos 30 años, unido al hecho de que en torno al 68% de la población vivirá concentrada en zonas urbanas en 2050 (ONU, 2020), implica que, para satisfacer la demanda de alimentos de 9700 millones de personas en el futuro, habrá que aumentar la producción mundial, y especialmente en las ciudades, en aproximadamente un 70% (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO], 2022).

Pues bien, dicho aumento de la producción no parece que sea factible en las condiciones actuales, dado que la cantidad de espacio de tierra cultivable disponible por persona ha disminuido de forma continua en los últimos 60 años, viéndose reducida en un 85% (FAO, 2022), que la mayoría de tierras cultivables se encuentran en condiciones aceptables, pobres o muy pobres (ITPS & FAO 2015) y, además, que los recursos de agua son cada vez más escasos, suponiendo la agricultura entre un 70% y un 80% del consumo total de agua dulce en el mundo (FAO, 2022).

Asimismo, el sector agrícola tradicional, arraigado en el uso extensivo de tierras, cuantiosos recursos hídricos, pesticidas y fertilizantes, contribuye considerablemente a los efectos del cambio climático (Srinivasan & Yadav, 2023), estimándose que la agricultura es responsable de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero (Curmi et al., 2023).

Por lo tanto, nos enfrentamos a una seria crisis alimentaria y climática, y es esencial encontrar una solución que permita asegurar un abastecimiento suficiente a las sobrepobladas ciudades del futuro, y además realizarlo de forma medioambientalmente sostenible, especialmente en términos de emisiones de carbono, degradación del suelo y conservación de los escasos recursos hídricos (Banerjee & Adenauer, 2014).

En este contexto complejo e insostenible en el que se halla el sistema agroalimentario, se han ido desarrollando diversas respuestas para el problema expuesto, entre las que se encuentran: la mitigación del desperdicio alimentario (teniendo en cuenta que un tercio de todos los alimentos que se producen nunca se llegan a consumir (FAO, 2011)), la ingeniería genética (que modifica genéticamente organismos para aumentar la resistencia y productividad de los cultivos) las empresas de FoodTech (por ejemplo, las que elaboran carne sintética en laboratorios para paliar la insuficiencia de animales que existe), las empresas de AgTech (que implantan nuevas tecnologías como sensores, o drones en la agricultura tradicional para aumentar su eficiencia y sostenibilidad) o los sistemas alimentarios alternativos (más sostenibles y cercanos al consumidor) (Brennan et al., 2023).

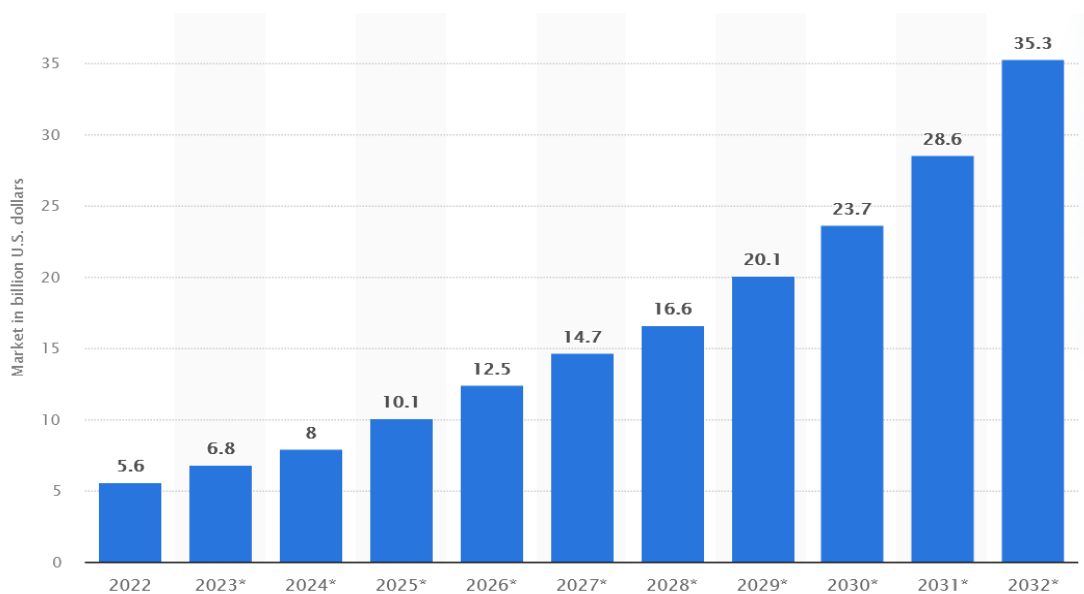
De entre todas estas respuestas, el presente trabajo de investigación se centra en el amplio concepto de la **agricultura urbana [AU]**, fenómeno que consigue llevar a cabo, desde diversos proyectos de emprendimiento, un acercamiento sostenible de la agricultura a las propias zonas urbanas (Pradhan et al. 2023), pudiéndose encontrar cultivos en todo tipo de localizaciones como azoteas, invernaderos, edificios, fachadas e incluso sótanos o contenedores (De Simone et al., 2023).

El principal interés en la AU reside en su carácter híbrido, al pretender solucionar un problema agroalimentario hipercomplejo desde una perspectiva empresarial, pero también desde un punto de vista humanista y social (Yang & Fu, 2023), abarcando así diversas iniciativas y formas de entender los cultivos que van desde huertos o jardines comunitarios con fines más educativos o sociales, hasta invernaderos o **granjas verticales de interior en entornos controlados [GVIEC]** con fines más lucrativos y comerciales (De Simone et al., 2023).

Y es precisamente en dichas iniciativas emprendedoras de **agricultura vertical de interior [AVI]** en lo que se centra la presente investigación, debido principalmente a que en los últimos años han vivido, al contrario que otras iniciativas de AU más a pequeña escala, una notable expansión y evolución a escala global, acompañada de rápidos y significativos avances tecnológicos, todo lo cual permite prever en la AVI un gran potencial para generar un impacto transformador al crear núcleos urbanos con sistemas alimentarios locales, resilientes y sostenibles, en los que se asegure el suministro de alimentos y además se contribuya a la lucha contra el cambio climático (Martin & Bustamante, 2021; Kobayashi et al., 2022; Droege, 2023).

Asimismo, el sector de la AVI no solo lleva años multiplicándose y desarrollándose a un ritmo vertiginoso, sino que sus expectativas de crecimiento a futuro también son imponentes; de hecho, Statista (2023) ha proyectado que su valor de mercado podría incrementarse desde 5.600 millones de dólares en 2022 hasta 35.300 millones en 2032 (un aumento de un 530% en 10 años) (Figura 1).

Figura 1. Evolución del valor de mercado del sector de la agricultura vertical de interior en el mundo (en miles de millones de dólares)



Fuente: Statista (2023).

El principal motivo detrás del considerable crecimiento del sector de la AVI y de su aumento de popularidad, radica en su capacidad para producir alimentos en el interior de prácticamente cualquier estructura cerrada, con una altísima productividad por metro cuadrado, sin utilizar fertilizantes ni químicos, con un uso del agua y de la tierra un 95% y un 99% inferior que en la agricultura tradicional, en entornos controlados que no dependen de las condiciones climáticas, y, además, en zonas cercanas a los núcleos urbanos, lo cual reduce la emisión de dióxido de carbono [CO₂] en el transporte y refuerza a las ciudades frente a las cada vez más comunes interrupciones de las cadenas de suministro (Kurt & Tomkins, 2018; Van Delden et al., 2021; Jaeger et al., 2023).

Consecuentemente, la AVI se presenta como una contribución innovadora y eficiente a la mitigación de las dificultades que plantean la creciente demanda global de alimentos, la escasez de tierras cultivables y agua, y el cambio climático (Kabir et al., 2023).

No obstante, a pesar de las ventajas que ofrece este sistema de cultivo, el uso de la AVI sigue planteando algunas dificultades técnicas y prácticas que afectan seriamente a la rentabilidad y escalabilidad de los negocios, como la elevada inversión inicial, los altos costes del personal cualificado, la limitación de productos cultivables, la escasa aceptación por parte de los consumidores y, sobre todo, el alto coste de la energía en un alto número de países (Kumar et al., 2023; Lubna et al., 2022; Kabir et al., 2023).

Pues bien, tal y como establecen Mina et al. (2023), la gran mayoría de las investigaciones académicas sobre AVI se centran en los aspectos biológicos y técnicos, examinando las diferentes tecnologías e innovaciones aplicadas en los sistemas de producción (Kobayashi et al., 2022; Avgoustaki & Xydis, 2020; Ahamed et al., 2023; Prasad et al., 2023; Kabir et al., 2023), en el impacto medioambiental y en como aumentar la eficiencia del consumo de recursos (Khalaf et al., 2023; Fasciolo et al., 2024; Zauli & Penissi, 2023) y en los aspectos económicos, tanto con perspectivas clasificatorias, como de análisis estadísticos, técnicos o tecnológicos (Martin & Bustamante, 2021; Marczewska et al., 2024; Biancone et al., 2022 Thompson, 2022; Cavazza et al., 2023).

Por lo tanto, todo ello pone de manifiesto la escasez de contribuciones científicas que analizan en profundidad los modelos de negocio innovadores de las empresas de AVI, así como sus principales riesgos y oportunidades, a través de la comprensión de sus experiencias emprendedoras en el sector.

El estudio de los modelos de negocio desde una perspectiva experiencial surge como una lente teórica especialmente apropiada para obtener una amplia visión del devenir al que se enfrentan las empresas de AVI, dado que permite comprender el valor que éstas proponen a los clientes, así como la estructura de costes e ingresos que les permite capturar parte de dicho valor (Teece, 2010), lo cual es vital para que las GVIEC puedan aprovechar las oportunidades y superar los retos, esencialmente de rentabilidad, a los que se enfrentan en la actualidad, y puedan generar así un impacto transformador sustancial en el contexto agroalimentario vigente (Van Delden et al., 2021).

A este respecto, en un reciente informe de McKinsey se establece que “la mayor fuerza para impulsar una transformación sostenible en la alimentación y la agricultura es sin duda la innovación del sector privado, especialmente la innovación en los modelos de negocio” (Brennan et al., 2023, p. 9).

Por último, cabe destacar que **el presente trabajo se centra en el ámbito geográfico de España** a la hora de estudiar las experiencias emprendedoras de las startups de AVI, esencialmente debido a que el contexto español presenta una serie de relevantes características como la cada vez más rápida concentración de la población en los principales núcleos urbanos (esencialmente Madrid y Barcelona) (INE, 2022), un elevado potencial de consumo de energías renovables y unas importantes fluctuaciones en las precipitaciones que provocan alarmantes sequías (Kobayashi et al., 2022).

Respecto a este último punto, cabe añadir que la FAO (2022) menciona a España como una de las zonas a nivel global con mayor estrés hídrico y agotamiento de las aguas subterráneas, lo cual unido a las altas temperaturas, las bajas precipitaciones y los incendios, lleva a dicha institución a catalogar un 20% del territorio español como degradado (de muy baja productividad) y a concluir que 1,1 millones de hectáreas agrícolas están en peligro de verse abandonadas, debido a su conversión en desiertos.

Por tanto, todas estas características hacen de **España un ejemplo especialmente interesante para estudiar el fenómeno de la AVI, los modelos de negocio de sus empresas y sus perspectivas de futuro**, dado que esta zona geográfica posee de manera excepcionalmente abundante, por un lado, los factores/oportunidades que justifican la existencia y proliferación de la AVI (es decir, las condiciones extremas para el cultivo producidas por las sequías y el proceso de desertificación, y la escasez de suelo en grandes zonas urbanas, debido a la cada vez mayor concentración de población en las mismas), y, por otro lado, uno de los elementos fundamentales de cara a solventar el riesgo de rentabilidad y escalabilidad al que se enfrentan las GVIEC (es decir, la posibilidad de reducir los costes energéticos mediante el aprovechamiento de las abundantes fuentes de energías renovables disponibles) (Lubna et al., 2022; Kuljanic, 2022; Tooy et al., 2023).

2. OBJETIVO

Partiendo de todas estas premisas, este trabajo pretende alcanzar un **triple objetivo**: en primer lugar, llevar a cabo un análisis detallado de los elementos clave de los modelos de negocio de las empresas de AVI, en segundo lugar estudiar cuáles son las principales oportunidades y riesgos a los que se enfrentan estas empresas en España, y, por último, comprender la evolución e impacto que se prevé que tengan tanto las empresas de AVI como el sector en general en el sistema agroalimentario español (contribuyendo así en mayor o menor medida a mitigar las crisis alimentaria y climática que éste plantea).

Por tanto, para lograr dichos objetivos, se plantea la siguiente pregunta de investigación: **¿cómo es la experiencia de emprender en el sector de la AVI en España?**

Para analizar las experiencias de estas empresas y sus modelos de negocio, se utiliza un marco conceptual basado principalmente en el marco propuesto por Richardson (2008), el cual consiste en tres elementos principales: la **proposición de valor**, la **creación y entrega de valor**, y la **captura de valor**, aunque estos mismos conceptos han sido también descritos y desarrollados de forma más o menos similar por otros reconocidos académicos (Shafer et al., 2005; Osterwalder & Pigneur, 2010; Teece, 2010).

Por consiguiente, este marco surge como una manera sumamente visual de analizar la realidad de las distintas startups de AVI, porque permite concentrar algo tan ambiguo como un modelo de negocio en algo tan representativo como es el valor que las empresas consiguen proponer, crear y entregar a sus clientes (a través de distintos productos, canales, tecnologías...), así como la parte de dicho valor que consiguen capturar gracias a una estructura rentable de costes e ingresos (Teece, 2010; Richardson, 2008).

3. METODOLOGÍA

De cara a poder encontrar una respuesta a los objetivos de este trabajo, el método de investigación seguido es el método cualitativo, dado que un análisis numérico no permitiría profundizar en todos los elementos de las experiencias emprendedoras vividas por las distintas empresas.

Asimismo, se sigue un razonamiento deductivo-inductivo al extraer o inducir ideas de las entrevistas, pero también al usar dichas ideas para contrastar la información deducida del marco teórico.

Respecto a la estrategia de investigación, se llevará a cabo un **análisis de casos múltiple**, ya que, como afirman Marczevska et al. (2024, p. 2), “se puede aportar mucho más a la cuestión de los modelos de negocio de la agricultura vertical examinando el tema desde la perspectiva de un estudio de casos múltiples”.

Esta estrategia lo que permite es estudiar un hecho, como es en este caso el fenómeno de la AVI, desde la perspectiva conjunta de varios casos de empresas de dicho sector en España, pudiendo obtener así una visión en profundidad de sus diversas experiencias, reflexiones y opiniones emprendedoras, las cuales son especialmente útiles para aclarar la complejidad del fenómeno analizado (Bryman y Bell, 2015).

Esta investigación ha utilizado tanto datos primarios como secundarios fiables para dar respuesta al objetivo planteado.

Los datos primarios han sido obtenidos mediante la realización de entrevistas online semiestructuradas/en profundidad a Directivos y fundadores de las principales empresas de AVI en España.

Por otra parte, los datos secundarios se han recogido a partir de fuentes como las propias páginas web de las empresas, noticias de prensa y otras entrevistas realizadas a las empresas publicadas en internet.

4. ESTRUCTURA

Por último, cabe describir brevemente cómo se han estructurado las distintas secciones del trabajo.

En primer lugar, encontramos el marco teórico, el cual está dedicado a plasmar una visión general de la literatura revisada tanto sobre la AVI como sobre modelos de negocio innovadores, de cara comprender con mayor detalle el análisis posterior.

En segundo lugar, la sección de metodología profundiza respecto a lo ya explicado en la introducción y explica con mayor detalle el proceso seguido a la hora de entrevistar y estudiar los diferentes casos de empresas.

A continuación, la sección de resultados muestra los datos que hemos recabado en las entrevistas, estructurados desde el concepto de valor en los modelos de negocio.

Posteriormente, en la sección de discusión de los resultados, se lleva a cabo una labor de extracción de recomendaciones e ideas comparando la base teórica de la que partíamos como los conceptos empíricos hallados en las entrevistas.

Por último, la sección de conclusión permite cerrar el trabajo con un resumen de lo que éste ha aportado y con una breve descripción tanto de las limitaciones de la investigación, como de los temas sobre los que sería interesante seguir profundizando o enfocando desde otras lentes teóricas o metodológicas en el futuro.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1. EL CONCEPTO DE AGRICULTURA URBANA

1.1. Definición

Existen multitud de definiciones y ninguna está universalmente aceptada acerca de lo que se entiende por “agricultura urbana”. Sin embargo, el concepto en su forma más básica hace referencia a la producción de alimentos y otras actividades agrícolas, llevadas a cabo en parcelas y otros espacios situados en y alrededor de las zonas urbanas (Goldstein et al., 2016; Azunre et al., 2019).

En un reciente informe de la FAO et al. (2022. p. 9), se incluye una definición más precisa, en la cual se establece que la agricultura urbana hace referencia a “prácticas que producen alimentos y otros productos derivados de la producción agrícola y los procesos relacionados (transformación, distribución, comercialización, reciclaje...), que tienen lugar en terrenos y otros espacios dentro de las ciudades y las regiones circundantes, en las que participan agentes, comunidades, métodos, lugares, políticas, instituciones, sistemas, ecologías y economías, y que utilizan y regeneran en gran medida los recursos locales para satisfacer las necesidades cambiantes de las poblaciones locales, al tiempo que cumplen múltiples objetivos y funciones”.

Aunque este fenómeno surgió en la década de los 90, ha sido en este comienzo de siglo cuando se ha desarrollado y ha encontrado una gran aceptación como una ventajosa alternativa sostenible a los sistemas agrícolas tradicionales que consumen brutales cantidades de recursos naturales escasos como el agua o la tierra (Yuan et al., 2022).

Son muchos los motivos que explican dicha aceptación y la consiguiente proliferación de iniciativas de AU, entre otros la cada vez mayor conciencia ambiental, la convicción de que la creación de sistemas urbanos y ciudades sostenibles es un paso clave en la mitigación del cambio climático, la lucha contra la pobreza, pero sobre todo la importancia que tiene este fenómeno en relación con los esfuerzos por garantizar la seguridad alimentaria (Goldstein et al., 2016; Yuan et al., 2022).

Sin embargo, la transición de un sistema alimentario mundial a la AU sigue siendo difícil debido a los bajos precios y a la abundante producción del sistema global, mientras que la mayoría de iniciativas de AU siguen siendo a pequeña escala, requieren mucha mano de obra y tienen una producción de muy bajo nivel (Mougeot, 2000).

1.2. Tipologías

Una vez analizado el concepto de agricultura urbana y de sus ventajas y limitaciones, es importante dividirla en categorías o clases, para entender así las distintas iniciativas que existen.

El problema con esta categorización es que la agricultura urbana, como ya hemos ido mencionando tiene un carácter multidimensional, involucrando así a distintos actores, pudiendo desarrollarse en muchos lugares distintos y abarcando una gran variedad de técnicas de cultivo y escalas de producción (FAO et al, 2022).

La forma más genérica de dividir los distintos tipos es en función del interés o motivación con la que se lleva a cabo la práctica de agricultura urbana concreta. En este sentido, y tal y como explican FAO et al. (2022) y Krikser et al. (2016), nos encontramos con tres categorías diferentes:

- Los cultivos domésticos o familiares, cuyo único interés es la producción agrícola en pequeñas parcelas individuales para autoabastecerse, consiguiendo así acceso directo a alimentos frescos y nutritivos mediante su cultivo.
- Los huertos comunitarios, los cuales tienen fines más orientados a la educación y la integración social y comunitaria, y se suelen llevar a cabo en parcelas o espacios públicos, como parques públicos, pero también se han dado casos en azoteas o en patios interiores de viviendas.
- Y la producción a escala comercial de cultivos, cuya principal motivación es la obtención de beneficios. Generalmente utilizan su cercanía al consumidor final como ventaja competitiva y suelen llevarse a cabo en entornos controlados y con un cierto nivel técnico y tecnológico.

Es muy importante tener en cuenta que esta es la división más genérica que se puede llevar a cabo y que la mayoría de estos tipos en la realidad se solapan unos con otros, dando lugar a, por ejemplo, huertos comunitarios en los que sus miembros además de los intereses sociales y culturales, también tienen un interés individual en el consumo de los productos, o empresas de agricultura urbana con un alto nivel de compromiso social en las que además de comercializar los productos para obtener beneficios económicos, también generan una comunidad y organizan eventos culturales y educativos (Krikser et al., 2016).

Otros autores han establecido otras tipologías, como Nowysz y Trocka-Leszczyńska (2021), los cuales en vez de en función del interés con el que se lleva a cabo el cultivo, han desarrollado una clasificación en función de la morfología, es decir, en base a las formas y maneras de disponer el huerto urbano. En este sentido, distinguen entre:

- Huertos en parcelas, ya sea en parcelas privadas, callejones o zonas comunes.
- Huertos comunitarios establecidos en espacios urbanos vacíos, y utilizados por comunidades como vecindarios o escuelas.
- Granjas horizontales, ubicadas en grandes zonas urbanas, parques o azoteas, con fines más productivos que recreativos.
- Granjas verticales que pueden ser o en el exterior (por ejemplo, en fachadas de edificios o azoteas), o en el interior (invernaderos, edificios, sótanos o naves).

Por otro lado, el Foro Europeo de Agricultura Urbana realizó en 2022 un estudio en base a 112 iniciativas de agricultura urbana en Europa y también concluyó en una tipología similar a lo ya explicado (granjas urbanas, huertos comunitarios, etc.), pero introduce una categoría muy interesante que es la “**agricultura de superficie cero**”, más habitualmente llamada en inglés *zero acreage farming* o *Zfarming*.

Esta forma específica de cultivo se denomina así debido a que está caracterizada por la no utilización o utilización mínima de superficie o “hectáreas” (Thomaier et al., 2014).

Algunos ejemplos son los huertos en azoteas, las fachadas verdes o, predominantemente, las **granjas verticales de interior**, aprovechando todos ellos de forma eficiente espacios urbanos en muchos casos infrautilizados (Müller et al., 2022).

Por tanto, dada la cada vez mayor falta de terrenos disponibles para el cultivo, el desarrollo de estos distintos modos de utilizar de forma creativa el espacio limitado es clave para el desarrollo de las ciudades sostenibles del futuro (Yuan et al., 2022).

Por último y sí por ello más importante, cabe mencionar una clasificación en la que Srinivasan y Yadav (2023) distinguen la agricultura en entornos abiertos, como jardines, huertos o azoteas al aire libre, de la agricultura en entornos controlados, como invernaderos o **granjas verticales de interior**.

Especificando también dichos autores que la diferencia entre los invernaderos y las granjas verticales de interior reside en que, mientras que los primeros necesitan la luz solar directa para el cultivo, las segundas emplean luces LED como sustitutas del sol, cultivando en entornos totalmente independientes de las condiciones climáticas exteriores.

2. EL FENÓMENO DE LA AGRICULTURA VERTICAL DE INTERIOR

2.1. ¿En qué consiste la agricultura vertical de interior?

El concepto de AVI se enmarca dentro del concepto más genérico de “agricultura vertical”, el cual ha ido evolucionando a lo largo de los años impulsado por los avances tecnológicos y ha ido acumulado una amplia variedad de definiciones sin consenso (Prasad et al., 2023), como ya ocurría con la AU.

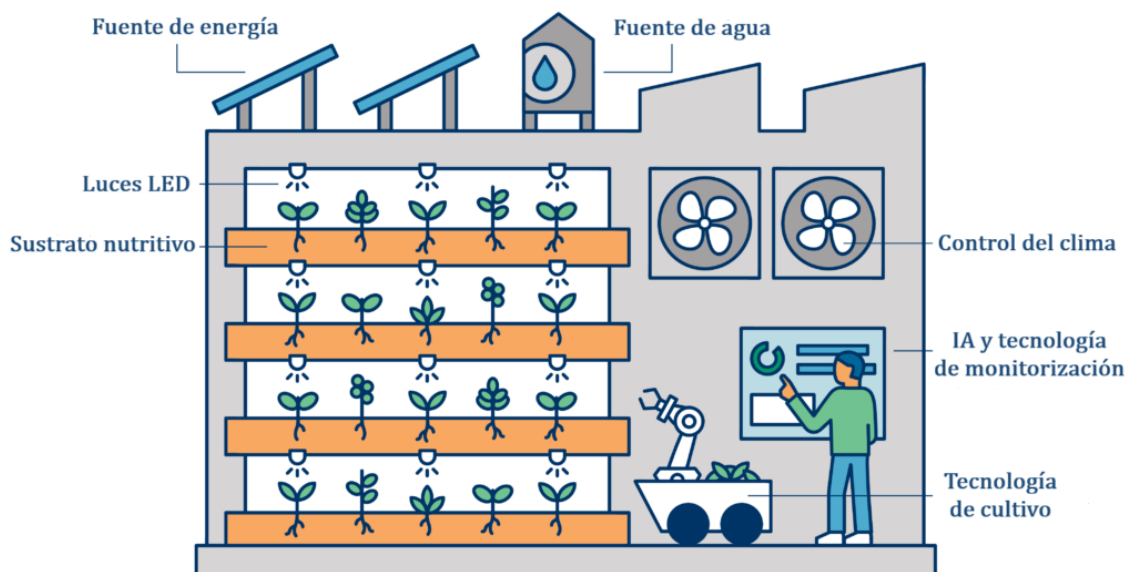
No obstante, en su forma más básica, la agricultura vertical puede definirse como el cultivo de diversas plantas y alimentos en varias capas o niveles superpuestos, de tal forma que se aprovecha el espacio con la máxima eficiencia posible (Tooy et al., 2023).

Como se ha descrito en el apartado anterior, este tipo de agricultura puede encontrarse tanto en el exterior como en el interior, y tanto en entornos abiertos como controlados, pero, tal y como se explicó en la introducción, debido al mayor potencial e interés de las GVIEC respecto a otros métodos de cultivo de agricultura urbana y vertical (como los cultivos en azoteas, fachadas o invernaderos), el presente trabajo se centra exclusivamente en el estudio del fenómeno de la agricultura vertical en el interior y en entornos controlados, al ser este, además, el sistema empleado por la práctica totalidad de las empresas del sector.

Por tanto, la AVI se puede definir como un sistema de cultivo multicapa en el cual se apilan diversas baldas **en el interior** de estructuras como edificios o sótanos ya existentes, o en naves o contenedores diseñados a tal efecto, creando así un **entorno controlado** donde todos los parámetros de crecimiento (sin tierra) de las plantas como la luz (con iluminación LED), la temperatura y humedad (mediante sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado [HVAC]¹), la concentración de CO₂, el agua (con riego automático) y los nutrientes, se monitorizan, y en algunos casos automatizan, con total precisión gracias al uso de diversos sensores, *softwares* avanzados, robótica, inteligencia artificial [IA] y el *Internet of Things* [IoT] (Fasciolo et al., 2024; Pizzirani et al., 2023; Lubna et al., 2022; Kumar et al., 2023) (Figura 2).

¹ Estos sistemas, habitualmente son denominados por sus siglas en inglés: HVAC, que hacen referencia a: *Heat, Ventilation and Air Conditioning*.

Figura 2. Representación gráfica de una GVIEC



Fuente: adaptado de CBIInsights (2021).

Consecuentemente, estas **granjas verticales de interior en entornos controlados [GVIEC]** (llamadas en ocasiones “fábricas de plantas” (Beacham et al., 2019)), están protegidas en su totalidad de las inclemencias climáticas y habitualmente cuentan con sistemas de control automatizados, los cuales no solo permiten la gestión remota y la supervisión en tiempo real de los cultivos, sino que también permiten optimizar todo el proceso de cultivo, logrando una máxima eficiencia en el consumo de recursos como la energía o el agua (Lubna et al., 2022; Tooy et al., 2023; Kumar et al., 2023).

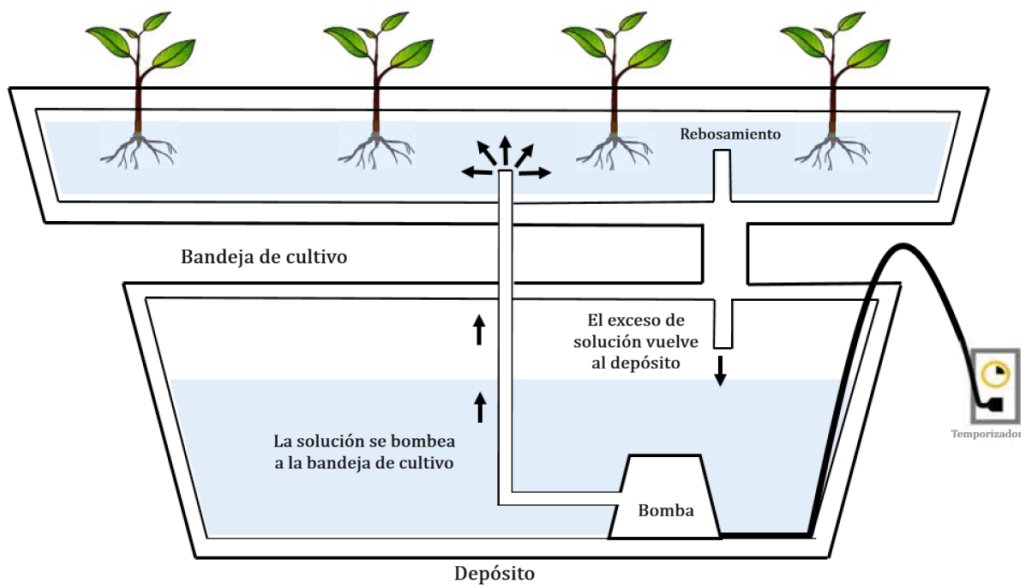
Una vez determinado y delimitado el concepto de AVI, cabe mencionar que existen tres principales métodos de cultivo: la hidroponía, la aeroponía y la acuaponía, los cuales comparten la característica de que no utilizan la tierra como sustento nutritivo para el crecimiento de las plantas (Pizzirani et al., 2023).

En primer lugar, **la hidroponía** es el método más utilizado en la AVI y consiste en la infiltración directa de soluciones nutritivas especiales en las raíces de las plantas, prescindiendo así del uso de los sustratos de cultivo tradicionales como la tierra (Tooy et al., 2023). No obstante, en ocasiones, además del agua, también se utiliza algún medio inerte para dar soporte a las raíces, como la fibra de coco (Kumar et al., 2023).

Además, como se puede observar en la Figura 3, este sistema emplea un sistema de riego recirculante, lo cual permite que el agua no absorbida por las raíces vuelva al depósito para su reutilización, lo cual supone un importante ahorro (Prasad et al., 2023).

También cabe mencionar que, de entre los múltiples sistemas hidropónicos que existen (como los sistemas de flujo y reflujo, los sistemas de goteo o los sistemas de mecha), los dos más empleados son: el cultivo en “aguas profundas” (*Deep Flow Technique*) que es el que se observa en la Figura 3, en el que las raíces se encuentran completamente sumergidas, recibiendo así una nutrición constante (basada en el nivel del agua), y la “técnica de película nutritiva”, donde solamente son las puntas de las raíces las que entran en contacto con una fina capa de la solución nutritiva (Prasad et al., 2023; Kabir et al., 2023).

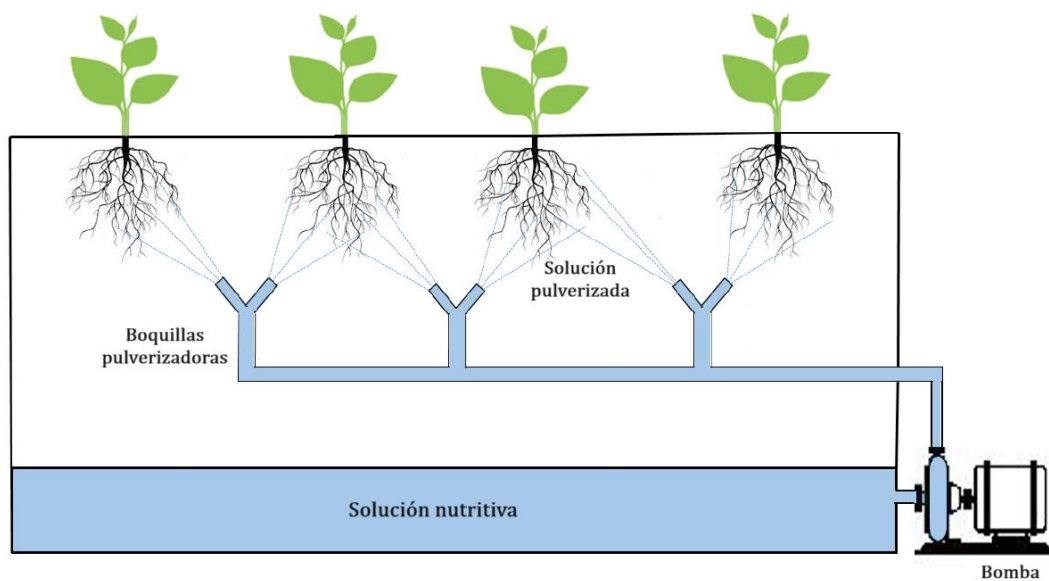
Figura 3. Diagrama de un sistema hidropónico



Fuente: adaptado de Gupta & Ganapuram (2019, p. 4).

En segundo lugar, existe otro método, muy similar al ya explicado, que se denomina **aeroponía**, en el cual las raíces no necesitan ni tierra ni las soluciones hidropónicas mencionadas, sino que las plantas simplemente se suspenden en el aire y sus raíces se rocían o pulverizan de forma intermitente con una solución acuosa rica en nutrientes (Kumar et al., 2023; Prasad et al., 2023) (Figura 4).

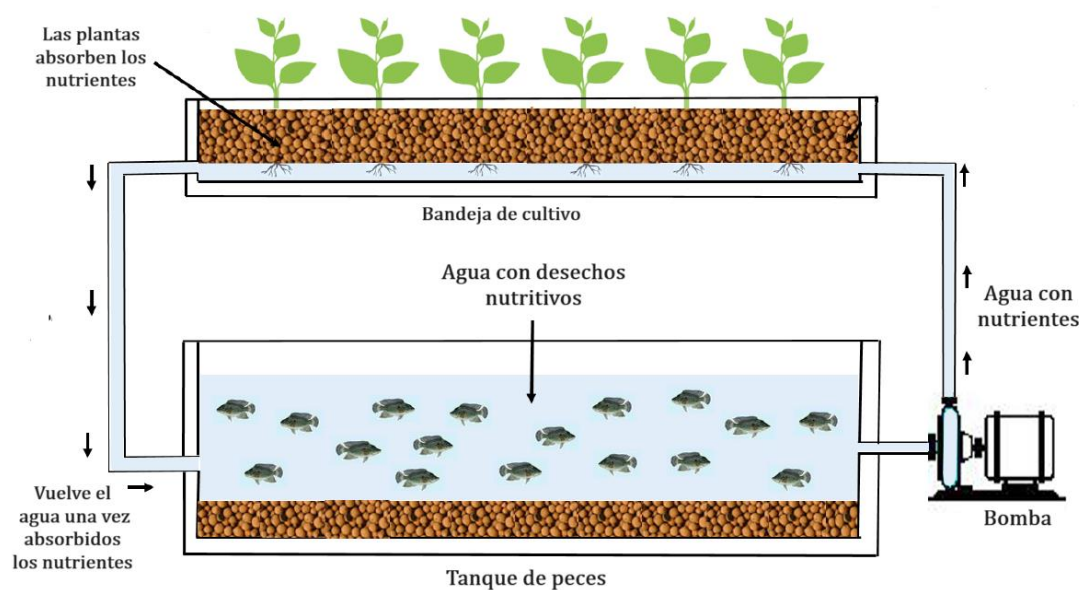
Figura 4. Diagrama de un sistema aeropónico



Fuente: adaptado de Gupta & Ganapuram (2019, p. 5).

Por último, hay un tercer método, menos utilizado, que es la **acuaponía**, donde se combinan la acuicultura (crianza de peces) con la hidroponía, de tal manera que los desechos producidos por los peces se convierten en una valiosa fuente de nutrientes para las plantas, mientras que éstas filtran y purifican el agua para los peces fundiéndose en una relación simbiótica totalmente sostenible (Prasad et al., 2023) (Figura 5).

Figura 5. Diagrama de un sistema acuapónico



Fuente: adaptado de Gupta & Ganapuram (2019, p. 6).

Una vez comprendidos los distintos métodos de cultivo de la AVI, cabe mencionar sus principales ventajas e inconvenientes.

Respecto a las **ventajas**, se pueden enumerar, no exhaustivamente, las siguientes:

- **Aumento de eficiencia y productividad en el uso del suelo:** una hectárea cultivada mediante AVI puede producir la misma cantidad de alimentos que 30 hectáreas de agricultura tradicional, dado que donde normalmente podía crecer una sola planta, ahora pueden crecer decenas, logrando así altas producciones pese a utilizar un 99% menos de suelo que la agricultura tradicional (Kumar et al., 2023; Jaeger et al., 2023).
- **Reducción del uso del agua:** como se ha explicado, los métodos hidropónicos, aeropónicos y acuapónicos utilizados en la AVI recirculan constantemente el agua, pudiendo consumir así desde un 60% hasta un 95% menos agua que los métodos tradicionales (Tooy et al., 2023).
- **Un control de plagas más sencillo y sostenible que no requiere el empleo de fertilizantes ni pesticidas,** debido a que no se utiliza la tierra como sustrato de cultivo y a que se cultiva en entornos interiores controlados, lo cual minimiza al máximo el riesgo de contaminación por patógenos (Kobayashi et al., 2022).
- **El valor añadido de los productos cultivados mediante AVI:** suelen ser de una calidad (gracias al control y optimización de su proceso de crecimiento) y de una frescura (debido a su corto traslado desde su cultivo hasta su punto de venta o consumo) muy superiores a los productos que encontramos en el mercado tradicional (Pinstrup-Andersen, 2018).
- **Cultivo estable y garantizado de alimentos durante todo el año:** al cultivarse en GVIEC, se garantiza un suministro de alimentos frescos y de calidad uniforme durante todo el año con independencia de la luz solar, de las estaciones y de las condiciones meteorológicas (Lubna et al., 2022; Pizzirani et al., 2023).

Por tanto, los elementos ambientales causantes de la volatilidad y el deterioro de las cosechas, como el granizo, las inundaciones o las sequías, están completamente ausentes (Kumar et al., 2023; Pinstrup-Andersen, 2018).

- **Acortamiento de la cadena de suministro:** al situarse las GVIEC en el centro de núcleos urbanos o en zonas muy próximas a ellos, la distancia que recorren los alimentos desde su cultivo hasta el consumidor final es muy inferior respecto de los sistemas de distribución tradicionales (Thomaier et al., 2014), lo cual tiene principalmente tres beneficios.

Primero, que es mucho más sostenible, dado que las emisiones de CO₂ durante el transporte son muchísimo más bajas (Pinstrup-Andersen, 2018).

Segundo, que se reducen las pérdidas nutritivas e incluso de los propios productos ocasionadas a lo largo de la kilométrica cadena de suministro convencional (Gori & Castellini, 2023). Pérdidas las cuales se estiman en un 5,1% o lo que es lo mismo, unas 6,6 millones de toneladas al año (FAO, 2023).

Tercero, que se reduce la dependencia de las importaciones y se crea una mayor capacidad de resiliencia y autoabastecimiento de las ciudades, lo cual es muy relevante, dado el riesgo que supone para la seguridad alimentaria una situación como la actual de constantes disrupciones de la cadena de suministro, debido a diversos conflictos y tensiones geopolíticas (Pradhan 2022).

Respecto a los **inconvenientes** a los que se enfrenta la AVI, se pueden mencionar los siguientes:

- **Limitación de productos cultivables:** en teoría es posible cultivar casi cualquier producto en una GVIEC; sin embargo, la producción se centra en los cultivos que más fácilmente se adaptan a estas granjas interiores, como verduras de hoja verde (lechugas), plantas aromáticas (albahaca), plantas ornamentales (flores o microbrotes) y algunos cultivos frutales (tomates, fresas, arándanos o frambuesas) (Tooy et al., 2023; Lubna et al., 2022; Dargent, 2023).

El principal motivo del foco en estos cultivos es porque, al contrario que los alimentos básicos (trigo, arroz, maíz), tienen ciclos de crecimiento rápidos, ofrecen un alto rendimiento por m², tienen un precio elevado (alto valor en el mercado) y además ocupan poco volumen (Beacham et al., 2019; Dargent, 2023).

No obstante, existen otros cultivos como los especializados de alto valor (lúpulo, vainilla) o los medicinales o cosméticos (algas, echinacea), los cuales podrían empezar a cultivarse en el futuro de forma rentable (O’Sullivan et al., 2020).

- **Alta inversión inicial:** principalmente para adquirir la infraestructura, para pagar al personal altamente cualificado y para comprar todo el material necesario para montar el sistema de cultivo, como por ejemplo las luces LED, los sistemas de riego o los sensores, robots y *softwares* requeridos, en función del nivel de control y automatización que se busque (Lubna et al., 2022).

Esta elevada inversión también se ve reflejada en el momento en que se pretende **escalar el negocio** y pasar de una producción limitada, a una producción más cercana a niveles industriales, dado que la ampliación de las instalaciones de cultivo y de los sistemas necesarios para llegar a esa producción es altamente costosa (Martin & Bustamante, 2021).

- **Ausencia de apoyo regulatorio:** el desconocimiento que los políticos y reguladores tienen de estos sistemas de cultivo hace que no se adopten políticas gubernamentales favorables y que, por ejemplo, no existan subsidios públicos para cubrir la inversión en tecnología (Pizzirani et al., 2023), la producción de granjas verticales no se ajuste a la definición europea ni estadounidense de “alimento ecológico u orgánico” al no cultivarse en tierra (Pinstrup-Andersen, 2018), o que la concesión de licencias de uso del suelo sea complicada debido a que la AVI se sitúa en un limbo entre los usos agrícolas e industriales (Pizzirani et al., 2023).

- **Dependencia del comportamiento de los consumidores:** aunque cada vez hay un mayor interés en los alimentos sostenibles, siguen existiendo muchos recelos y falsas creencias en torno a la AVI, principalmente sobre la percepción de sus productos como no naturales (Mina et al., 2023).

Existen diversas causas para esta desconfianza, como el desconocimiento (no haber probado nunca los productos o no haber visto de cerca las instalaciones y tecnología empleada), las barreras culturales (hay sociedades muy ancladas a la agricultura tradicional y que rechazan tajantemente nuevos sistemas innovadores) o la percepción de que estos productos “tecno-locales” son tan caros que solo los consumidores más adinerados pueden acceder a ellos (Mina et al., 2023).

Por tanto, existe un reto importante en relación con conseguir cambiar la percepción de los consumidores para que empiecen a confiar en los productos de la AVI, y la principal solución pasa por llevar a cabo un aumento considerable de la comunicación y la información sobre estos productos y métodos de cultivo de cara al público (Tooy et al., 2023; Lubna et al., 2022).

- **Encarecimiento respecto a los productos convencionales:** tanto la alta inversión en infraestructura (CAPEX) como los altos costes de explotación (sobre todo de energía y mano de obra cualificada) suponen un coste total de producción tan elevado que inevitablemente hace que los precios sean notablemente más altos que los provenientes de la agricultura tradicional (Lubna et al., 2022).

El principal reto en este sentido es intentar reducir el considerable consumo de energía necesario para mantener el microclima del entorno controlado, el cual requiere de un sistema de HVAC, enriquecimiento de CO₂, iluminación artificial y sistemas de riego (Ahamed et al., 2023).

No obstante, este problema se ha solucionado en gran parte gracias a la incorporación de sistemas de energías renovables (sobre todo placas solares) y gracias a la mayor eficiencia de las luces LED utilizadas (Ahamed et al., 2023).

Además, cabe destacar que, dado que los costes operativos son altos y el precio va a tener que ser alto, en consecuencia, estos productos tienen que tener algún valor añadido en comparación con los cultivos tradicionales que contrarreste el sobreprecio, ya sea su mayor frescura, su aumento de calidad, la indisponibilidad del producto en las cosechas del exterior o su mayor sostenibilidad medioambiental (Lubna et al., 2022).

2.2. Situación actual y tendencias para el futuro

Actualmente, existe un interés creciente (y cada vez más) a nivel mundial por la AVI, principalmente motivado por la preocupación de que los devastadores efectos del cambio climático, el crecimiento de la población y la cada vez mayor escasez recursos como tierras fértiles o el agua, dificulten o impidan la disponibilidad de suficientes alimentos para satisfacer las necesidades humanas (Lubna et al., 2022; Tooy et al., 2023).

Aun así, la AVI sigue siendo un sector aún muy joven y con un mercado muy reducido (y aún más en Europa, que se sitúa por detrás de EEUU y Asia-Pacífico), y, por tanto, todavía no se ha podido comprobar si realmente va a suponer un antes y un después en el futuro de la alimentación humana (Kuljanic, 2022).

No obstante, sí que se han demostrado, con el ejemplo de miles de empresas por todo el mundo, tanto las múltiples ventajas que este tipo de cultivo ofrece, como también los importantes retos a los que debe hacer frente en los próximos años si realmente quiere convertirse en un sector estable, tal y como se ha descrito en el apartado anterior.

En este sentido, cabe mencionar los tres riesgos o tendencias de mayor relevancia de cara al futuro que se pretenden cambiar o revertir en el sector de la AVI.

En primer lugar, se espera un intento de **modificación del escepticismo y la percepción de artificialidad que tienen la mayoría de consumidores** respecto a estos novedosos métodos de cultivo gestionados de forma altamente tecnológica (Kuljanic, 2022).

Modificación que provendrá tanto de la educación a los jóvenes, como consumidores del futuro, (Cavazza et al., 2023), como, sobre todo, de intentar que se regule un certificado que permita etiquetar los productos de AVI como orgánicos (acreditando así su sostenibilidad), dado que esto contribuiría a una mejor imagen de marca, generaría en los consumidores experiencias de consumo mucho más positivas y cambiaría así su actitud y reduciría notablemente sus prejuicios (Jaeger et al., 2023).

En segundo lugar, se ha criticado en múltiples ocasiones a la AVI por el alto consumo de energía que requiere el mantenimiento de un microclima en un entorno controlado (Lubna et al., 2022). Llegándose a afirmar incluso que estos sistemas de cultivo pueden generar mayores emisiones de gases de efecto invernadero que la agricultura convencional (Pizzirani et al., 2023).

Consecuentemente, se espera que con un mayor desarrollo tecnológico (en fuentes de energías renovables, y en sistemas de iluminación artificial y de HVAC cada vez más eficientes) y con los conocimientos que se generen a raíz de la experiencia en el sector, el consumo de energía se reduzca considerablemente (Van Delden et al., 2021; Kuljanic, 2022), pasando así a ser un **sistema de cultivo cada vez más medioambientalmente sostenible**.

Por último, es importante recalcar que las GVIEC son **mucho más lucrativas en determinados contextos geográficos**, como en climas extremos (por ejemplo, Oriente Medio, cuyo clima árido les obliga a importar la mayoría de sus alimentos) o en zonas urbanas donde el suelo sea escaso y caro (beneficiándose así del uso reducido de la superficie y de la cercanía al consumidor final) (Kumar et al., 2023; Kuljanic, 2022).

Por tanto, se espera que en el futuro la tendencia sea instalar cada vez más GVIEC en ubicaciones como el desierto, el centro de grandes metrópolis o incluso el espacio exterior, aprovechando la versatilidad de la que éstas gozan, al poder situarse en prácticamente cualquier estructura cerrada (Val Denden et al., 2023).

Además, como se ha mencionado previamente, también se prevé que se empiecen a producir en granjas verticales **plantas con fines medicinales** (especialmente el cannabis) o **cosméticos**, dado que estos productos tienen un alto valor en el mercado y además necesitan variedades de plantas muy concretas (normalmente plantas exóticas con propiedades específicas y muy sensibles al clima), las cuales, gracias a las GVIEC y las “recetas” de luz artificial (entre otros parámetros), se pueden cultivar en lugares donde de forma natural serían imposibles de encontrar (Baumont de Oliveira, 2023).

En resumen, la AVI es un sector incipiente con un gran potencial para seguir mejorando gracias al progreso tecnológico y al impulso de la IA (Ahamed et al., 2023), teniendo aún un amplio margen para seguir optimizando sus sistemas, consumiendo recursos cada vez de forma más eficiente y cultivando cada vez una mayor variedad de productos (Pinstrup-Andersen, 2018; Martin & Bustamante, 2021).

No obstante, como bien apuntan Jaeger et al. (2023), de nada sirven todos estos importantes avances científicos y tecnológicos en la AVI, mientras los consumidores no acepten y normalicen estos sistemas de cultivo y sus productos.

Además, hoy por hoy, teniendo en cuenta que el 50% de las calorías que consumimos provienen de alimentos básicos como el arroz y el trigo (no susceptibles de cultivo en GVIEC), es prematuro afirmar que la AVI sea la clave para solucionar la inseguridad alimentaria en el mundo (Kuljanic, 2022).

Sin embargo, el objetivo de la AVI no es sostener por sí misma a toda la población, sino que es posicionarse en un equilibrio respecto a otros métodos de cultivo, supliendo unos las deficiencias de los otros, para entre todos garantizar el suministro de alimentos frescos a las ciudades de forma sostenible (Cavazza et al., 2023; Marquez et al., 2022).

3. LA INNOVACIÓN EN MODELOS DE NEGOCIO

3.1. ¿Qué se entiende por “modelo de negocio”?

Dado que no existe una definición generalmente aceptada de “modelo de negocio”, cabe mencionar (cronológicamente) aquellas de las que posteriormente derivará el marco conceptual en el que se basará todo el análisis de este trabajo.

En este sentido, en primer lugar, Shafer et al. (2005, p. 202) lo definen como una “representación de la lógica subyacente y las opciones estratégicas de una empresa para crear y capturar valor dentro de una red de valor”. Entendiendo red de valor como el conjunto de proveedores, socios, canales de distribución y alianzas con los que la empresa se relaciona para ampliar los recursos de los que dispone (Shafer et al., 2005).

En la misma línea, Osterwalder et al. (2005, p. 17) establecen que es “una descripción del valor que una empresa propone a uno o varios segmentos de clientes y de la estructura de la empresa y su red de colaboradores para crear, comercializar y entregar este valor y capital, con el fin de generar flujos de ingresos rentables y sostenibles”.

Siguiendo con las definiciones en torno al concepto de valor, Richardson (2008, p. 138), define un modelo de negocio en función de tres principales componentes: “la propuesta de valor, el sistema de creación y entrega de valor, y la captura de valor”, los cuales considera que “reflejan la lógica del pensamiento estratégico sobre el valor”.

Por último, Teece (2010, p. 179), entiende que un modelo de negocio “articula la lógica, los datos y otras evidencias que apoyan una propuesta de valor para el cliente, y una estructura viable de ingresos y costes para la empresa que entrega ese valor”. Y continúa diciendo que “en resumen, se trata del valor que la empresa entregará a los clientes, cómo se organizará para hacerlo y cómo capturará una parte del valor que entrega”.

Además, también aporta su visión de lo que entiende por un “buen modelo de negocio”, siendo aquel que ofrece propuestas de valor atractivas para los clientes, que además consigue entregar un valor considerable y cuya estructura financiera permite a la empresa capturar una parte importante del valor entregado en forma de ingresos (Teece, 2010).

3.2. El marco conceptual del valor en un modelo de negocio

Una vez analizada la base teórica de lo que se entiende por un modelo de negocio, parece evidente que hay una serie de conceptos que se repiten constantemente, principalmente: la propuesta, la creación, la entrega y la captura de valor por parte de una empresa.

Por tanto, cabe explicar con detalle qué se entiende por cada uno de estos elementos.

En primer lugar, la **propuesta de valor** hace referencia a los **productos o servicios** que una empresa ofrece a sus clientes objetivo (Osterwalder et al., 2005).

Es clave, por tanto, entender **qué es lo que el segmento de clientes objetivo demanda** y necesita, y por qué ninguna empresa ha satisfecho dicha necesidad, dado que, si ya existe un alto número de empresas asentadas satisfaciendo una misma necesidad y entra una nueva empresa ofreciendo el mismo producto o servicio a los mismos consumidores (sin diferenciación alguna), su propuesta de valor será nula y estará abocada a un fracaso empresarial casi asegurado (Richardson, 2008).

Consecuentemente, la clave está en ofrecer un **producto o servicio que proponga un valor superior** que el de los competidores y por el que los clientes estén dispuestos a pagar lo suficiente como para que la empresa sea económicamente viable (Richardson, 2008).

En segundo lugar, la **creación y entrega de valor** incluye todo el conjunto de recursos y capacidades (como la tecnología, la cooperación o alianzas entre empresas o la financiación a la que se accede), así como las actividades que una empresa lleva a cabo para producir (crear) el valor que ha propuesto y después distribuirlo o venderlo (entregarlo) mediante los canales oportunos a los clientes (Teece, 2010; Richardson, 2008; Chesbrough, 2007).

Lo importante en este caso, igual que pasaba al definir la propuesta de valor, es utilizar las competencias clave y todas las capacidades y recursos para realizar actividades profesionales únicas que diferencien a la empresa de la competencia y que a la vez permitan crear y entregar un valor considerable a los clientes (Shafer et al., 2005).

Por último, la **captura de valor** consiste en la combinación de unas fuentes de ingresos con una estructura de costes que permita a la empresa capturar o adueñarse de una parte del valor que crea y entrega, en forma de beneficios (Richardson, 2008).

Por tanto, aunque diseñar una propuesta de valor sólida y encontrar una forma de crear y entregar dicho valor es vital, por sí solo no es suficiente para asegurar unos altos beneficios, ni si quiera para asegurar que el negocio sea rentable (Richardson, 2008).

De hecho, tal y como indican Shafer et al. (2005), cuando un Directivo de una empresa se centra demasiado en crear valor y no piensa en cómo capturar los rendimientos económicos correspondientes, en muchas ocasiones el negocio termina por no funcionar, por muy buen producto que fuera y por mucha aceptación que tuviera.

Y para reflejar bien esta idea, dichos autores establecen un símil entre centrarse en crear valor e ignorar su captura, con valorar una empresa en función del número de clientes, en vez de en función de los flujos de caja, siendo ambos errores igual de peligrosos y perjudiciales para el devenir de la empresa. (Shafer et al., 2005).

Por tanto, de los conceptos expuestos se pueden extraer las características clave, recogidas en la Figura 6, que se deben tener en cuenta a la hora de analizar y comprender realmente el funcionamiento (ya sea óptimo o mejorable) de un modelo de negocio y las herramientas, sistemas y estructuras que utilizan las empresas para crear y entregar el valor que proponen, y para capturar parte de dicho valor en forma de beneficios con el objetivo de asegurar la viabilidad económica del negocio.

Figura 6. Esquema del marco conceptual sobre el valor en los modelos de negocio



Fuente: elaboración propia en base a la literatura analizada.

3.3. La innovación en los modelos de negocio

La innovación en modelos de negocio es entendida como aquellas **formas novedosas** de llevar a cabo las operaciones comerciales y actividades clave del negocio que **crean y entregan el valor propuesto**, así como las correspondientes **nuevas formas de capturar un valor de ello**, siendo, por tanto, vital para mantener la competitividad de la empresa en cualquier mercado y para conseguir que los productos o servicios ofrecidos sigan teniendo un valor diferencial (Yang et al., 2016; Amit & Zott, 2001).

Tanto es así, que Teece (2010) afirma que los modelos de negocio tienen un carácter provisional, en el sentido de que el continuo progreso tecnológico y las innovaciones organizativas con el tiempo siempre acaban desarrollando modelos mejorados y novedosos que acaban por volver obsoletos y reemplazar a los tradicionales.

Y el mismo autor pone un claro ejemplo con el desarrollo de la industria del transporte, en la que se pasó del caballo, al ferrocarril, al automóvil y al avión, siendo todas ellas soluciones tecnológicas sucesivas para satisfacer una misma necesidad (llevar a las personas de un sitio a otro) y que se fueron desplazando unas a otras, creando así modelos de negocio cada vez más innovadores y competitivos (Teece, 2010).

Asimismo, es vital comprender que la tecnología o las ideas, por muy innovadoras que sean, por sí solas no consiguen crear empresas rentables y exitosas, sino que necesitan verse acompañadas de una innovación en los modelos de negocio (Chesbrough, 2010).

De hecho, se han dado casos de empresas que han desarrollado innovaciones impresionantes, pero que acaban “huérfanas” en la empresa, ya sea porque no han sabido ofrecer una propuesta de valor convincente a los consumidores o porque no han conseguido establecer un sistema de precios y costes que permita obtener un beneficio de la innovación (Chesbrough, 2010; Teece, 2010).

Por lo tanto, parece claro que “la creatividad que no se ve complementada por la ingeniosidad y creatividad empresarial (en el diseño de modelos de negocio) puede no generar valor ni para el inventor ni para su sociedad.” (Teece, 2010, p. 186).

No obstante, la innovación en modelos de negocio lleva aparejada un conflicto y una tensión (y cuanto más disruptiva mayor es), entre la alta inversión necesaria para adaptarse al nuevo modelo (nueva tecnología, diferentes clientes e incluso distintos canales de distribución) y el menor coste y riesgo (y, por tanto, mayor rentabilidad) de mantener el modelo y la tecnología ya existentes (Chesbrough, 2010).

En resumen, la innovación en los modelos de negocio es un factor esencial para mantener la viabilidad de las empresas a lo largo del tiempo, pero es muy complicado de modificar debido a los objetivos de rentabilidad que hacen a las empresas descartar el cambio y por la barrera que supone el miedo al fracaso (Chesbrough, 2010).

No obstante, es infrecuente encontrar modelos de negocio innovadores cuyo éxito no derive de un proceso de pruebas y errores, y, por lo tanto, siempre que el fracaso nos dé nueva información y nuevos enfoques, y siempre y cuando se mantenga dentro de los límites de pérdidas asumibles, debería ser una práctica mucho más fomentada y practicada entre las empresas (Chesbrough, 2010; Teece, 2010).

3.4. La innovación en modelos de negocio del sector agrícola

A lo largo de la historia, la agricultura ha ido sufriendo diversas revoluciones impulsadas por mejoras en la tecnología como la comercialización de fertilizantes, la mecanización del campo mediante tractores o el uso de pesticidas y otros químicos, todo lo cual ha contribuido en gran medida a la contaminación del medio ambiente y a la emisión de gases de efecto invernadero, pero también ha producido un más que notable aumento de la productividad del campo y ha conseguido que tenga una menor dependencia de la mano de obra humana (Marczewska et al., 2024).

En este sentido, no hay más que mirar los datos de Our World in Data (2015), en los que se observa una evolución del porcentaje de población activa dedicada a la agricultura en EEUU, pasando de un 63% en 1840, a un 40% en 1900 y hoy en día se encuentra en tan solo en torno a un 1%.

Esta pérdida progresiva de puestos de trabajo en la agricultura no debe verse como algo negativo, sino como un reflejo de la innovación y del aumento de la productividad a lo largo de los años, y la consiguiente liberación de recursos humanos que se han podido dedicar al sector industrial, al sector servicios o a actividades tan vitales como la educación, el desarrollo personal o la producción cultural y artística (Marinič, 2023).

Actualmente, nos encontramos en la cuarta revolución agrícola, la denominada “**Agricultura 4.0**”, a la cual también se le llama en ocasiones “agricultura de precisión”, “agricultura digital” o agricultura inteligente” (Marinič, 2023).

Este concepto de Agricultura 4.0, podría definirse como aquella agricultura que utiliza nuevas tecnologías para aumentar la productividad y la eficiencia en los cultivos, a la vez que realiza un uso sostenible (sobre todo medioambientalmente) y responsable de recursos cada vez más escasos como las tierras fértiles o el agua (Klerkx & Rose, 2020).

Este aumento de productividad y eficiencia se ha llevado a cabo principalmente gracias a las tecnologías de la información y a la IA, cuya aplicación en drones, robots o sensores permite operar máquinas a distancia o llevar a cabo un seguimiento muy preciso de las condiciones del campo, del agua, de los fertilizantes o de los nutrientes (Mendes et al., 2022).

Es precisamente el análisis de estos datos de campo la gran contribución de esta revolución agrícola, dado que permite a los agricultores gestionar de manera mucho más eficiente e incluso preventiva todas las complejas e inciertas variables (como condiciones climáticas adversas o enfermedades) que influyen en la productividad y el rendimiento de los cultivos, con el correspondiente impacto positivo que ello tiene en los beneficios (Cavazza et al., 2023).

Y es, por tanto, en este contexto disruptivo en el que surgen nuevos modelos de negocio dentro de lo que se denomina el sector AgTech (tecnología aplicada a la agricultura), el cual consiste en startups altamente tecnológicas centradas en buscar soluciones específicas para mejorar el rendimiento y la productividad de los negocios agroalimentarios, con el objetivo de asegurar en cierta medida la disponibilidad suficiente de alimentos en el futuro (Mendes et al., 2022).

La proposición de valor de estos nuevos modelos de negocio no solo se centra en enfoques y técnicas tecnológicas innovadoras para aumentar la producción de alimentos, sino que también se basa en contribuir a la reducción de los costes medioambientales y sociales que caracterizan a las prácticas de producción agrícolas tradicionales (Mendes et al., 2022; Pizzirani et al., 2023).

Por último, cabe recalcar que las revoluciones agrícolas necesitan de trabajadores adecuadamente preparados para poder progresar, de ahí que sea esencial que el sector agrícola invierta en talento capaz de utilizar eficazmente las nuevas tecnologías, apoyando así el desarrollo de nuevos modelos de negocio innovadores que puedan aportar grandes mejoras al sistema agroalimentario actual (Brennan et al., 2023).

3.5. Modelos de negocio innovadores en el sector de la agricultura vertical de interior

Pese a la existencia de diversos modelos de negocio innovadores dentro del sector de la AVI, se pueden enumerar una serie de elementos en común entre todos ellos como: su presencia en entornos urbanos, su fabricación en función de la demanda (gracias a la tecnología que les permite acelerar o ralentizar crecimientos) y la integración vertical de la cadena de suministro, dado que en las granjas verticales se cosecha, se envasa y se distribuye con una política de kilómetro 0 altamente sostenible y sin depender de proveedores u otros agentes externos (Thomson, 2022; Baumont de Oliveira, 2023; Cavazza et al., 2023; Marczevska et al., 2024).

Además, también se puede encontrar una alta especialización requerida en los trabajadores de cualquier GVIEC, en las que se busca que estén formados en una o varias disciplinas como la ingeniería, biología, arquitectura, ciencia de datos o desarrollo de software, siendo este tipo de perfil profesional en la mayoría de casos muy costoso además de muy escaso (Kuljanic, 2022; Cavazza et al., 2023).

Por último, también es muy interesante el modelo de negocio híbrido que se sigue en todos los casos, al combinarse intereses puramente comerciales y lucrativos, con otros intereses más humanistas o éticos (como pueden ser la sostenibilidad o la seguridad alimentaria), en los que no existe ningún ánimo de lucro (Baumont de Oliveira, 2023).

Respecto a las clasificaciones, varios autores las han basado en distintas características de los modelos de negocio. En primer lugar, Baumont de Oliveira (2023), lo divide en tres clases principales, por ser los modelos más practicados y visibles:

- **Venta al por menor:** aquí se encuentran la gran mayoría de empresas de AVI, las cuales producen plantas de alto valor y las venden en volúmenes bajos (principalmente a restaurantes u otras empresas).
- **Venta al por mayor:** aquí las GVIEC se desplazan a naves mucho más grandes para aumentar considerablemente la producción (suelen encontrarse algo más alejadas de los centros urbanos por limitaciones de espacio).
- **Agricultura como servicio** (la denominada **Faas** [*Farming-as-a-Service*]): venta directa de sistemas de GVIEC de distintos tamaños y altamente personalizables a otras empresas que las gestionan y explotan.

Por profundizar un poco más, en este último modelo de negocio (Faas), una empresa de AVI alquila a otra (como supermercados, restaurantes u otros espacios comerciales) un módulo de cultivo para que lo instalen en sus negocios y así poder producir allí mismo plantas o alimentos frescos (Drottberger & Langendahl, 2023).

El negocio de estos módulos no consiste únicamente en el alquiler o venta de la unidad de cultivo, sino también en su instalación, monitorización digital a distancia, suministro de nutrientes y otros materiales, mantenimiento de la instalación, e incluso información y educación acerca de los métodos de cultivo (Martin & Bustamante, 2021).

Por último, Brin et al. (2016), identifica tres principales categorías dentro de los modelos de negocio de AVI:

- **Soluciones y servicios de cultivo listos para usar:** los cuales a su vez se dividen en **B2B**, cuando se vende el servicio a empresas u otras GVIEC a nivel comercial y **B2C**, cuando se venden kits de cultivo a particulares que quieren cultivar sus propios productos en casa de forma fácil y con poco mantenimiento.
- **Venta de productos cultivados en las granjas verticales:** a mayor o menor escala y tanto a empresas (distribuidores, supermercados o restaurantes) (B2B), como a consumidores finales normalmente mediante ventas online (B2C).
- **Venta de sistemas:** cuando lo que comercializas no es el sistema de cultivo, sino una tecnología en concreto que aplicada en una GVIEC aumente la eficiencia de la producción. Por ejemplo, venta de software de gestión del cultivo, de sistemas de monitorización o incluso de sistemas de iluminación artificial pioneros.

Figura 7. Clasificación de los modelos de negocio de las empresas de AVI



Fuente: elaboración propia en base a la literatura analizada.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Una vez sentadas las bases teóricas en las que se fundamenta el presente trabajo de investigación, cabe explicar qué métodos se van a llevar a cabo para poder dar respuesta al objetivo que se plantea: comprender la realidad emprendedora de las startups españolas de AVI, así como sus principales riesgos, oportunidades y previsiones de cara al futuro.

1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

De cara a poder encontrar una respuesta a las preguntas y objetivos del presente trabajo de investigación, se va a utilizar una **metodología cualitativa**. Esto significa que, lejos de utilizar datos numéricos como principal fuente de información, el trabajo se basa en el estudio de casos múltiple a través de la realización de entrevistas y del análisis de distintas fuentes y recursos de internet.

La razón principal por la que se usa el método cualitativo es porque las medidas cuantitativas y los análisis estadísticos no sirven en este caso para llegar a la comprensión compleja y detallada del tema objeto de estudio que se busca. Y esto es así, porque los números difícilmente son capaces de describir los procesos y las historias que experimentan los emprendedores o las motivaciones y el contexto que subyacen en sus acciones y decisiones (Creswell & Poth, 2017).

2. MÉTODO DE RAZONAMIENTO

Además, la investigación se va a llevar a cabo con una combinación de los métodos de razonamiento **deductivo e inductivo**. Por un lado, se inducen conceptos e ideas acerca de las experiencias emprendedoras en el sector de la AVI en España a raíz de las entrevistas realizadas; mientras que, por otro lado, las ideas extraídas del mundo empírico se usan para contrastar deductivamente las nociones y teorías generales de la literatura revisada, todo lo cual permite llegar a conclusiones muy valiosas.

Este proceso de razonamiento deductivo-inductivo lo explican Creswell & Poth (2017, p. 84) como una construcción de “patrones, categorías y temas "de abajo arriba", organizando los datos inductivamente en unidades de información cada vez más abstractas” y una posterior utilización del “pensamiento deductivo, ya que construyen temas que se contrastan constantemente con los datos”.

3. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Como adelantaba previamente, la estrategia de investigación que se va a seguir es la del **estudio de casos múltiples**, es decir, se llevará a cabo una investigación empírica de un fenómeno actual en su contexto natural, usando para ello una combinación de fuentes de información profundas y variadas (Yin, 2014; Eisenhardt, 1989).

Concretamente, **se analizan los casos de seis de las startups más relevantes actualmente en el sector de la AVI en España**, y, para estudiar dichos casos, se emplea un conjunto de fuentes diversas como: entrevistas online, las páginas web de cada una de las empresas, noticias de prensa y entrevistas a las empresas publicadas en internet.

El motivo de haber elegido este enfoque de investigación es su adecuación al objeto del trabajo, al ser el estudio de casos múltiple muy apropiado para comprender nuevas áreas de investigación (Eisenhardt, 1989), y este trabajo tiene el objetivo precisamente de profundizar en la laguna teórica existente en la literatura sobre la AVI en relación con la comprensión de las experiencias vividas por las empresas en el sector.

4. RECOGIDA DE DATOS

4.1 Fuentes primarias y secundarias

Las fuentes de información que se han usado en esta investigación para llegar a capturar las experiencias emprendedoras son: por un lado, fuentes primarias, como es el caso de las **entrevistas semiestructuradas/en profundidad online** llevadas a cabo a las empresas, y por otro lado las fuentes secundarias como son las páginas web de las empresas, noticias de prensa en formato online (de periódicos relevantes como El Mundo, El País o El Español) y otros artículos en internet donde también se entrevista a las empresas elegidas para el estudio de casos (esencialmente, las entrevistas realizadas por la página especializada en agricultura de interior Urbanvine.co).

Consecuentemente, de cara a poder realizar las entrevistas mencionadas, se han elegido un total de 6 startups españolas, dedicadas todas ellas a la producción de plantas y alimentos en GVIEC con fines comerciales y con una cierta experiencia en el mercado (aunque la mayoría no llevan más de dos o tres años operando en fase comercial).

La selección de empresas ha sido llevada a cabo con una cierta variedad de tamaños (desde pequeñas producciones en un sótano hasta grandes naves industriales) y modelos de negocio, aunque tampoco existe un amplio margen de selección, dado que al ser un sector aún muy poco desarrollado en España no existen más de 15-20 empresas que se dediquen en exclusiva a la AVI.

No obstante, es precisamente por su carácter incipiente por lo que es tan interesante de investigar, dado que entrevistar a las primeras empresas que operan en el sector de la AVI en la historia de España con el objetivo de comprender sus modelos de negocio y los retos y oportunidades que tienen por delante, permite visualizar el futuro no solo de dicho sector, que también, sino del sector agrícola e incluso del propio sistema agroalimentario español en su conjunto.

Las empresas estudiadas en el presente trabajo se describen en las siguientes tablas, donde se refleja una ficha técnica con sus aspectos básicos, incluyendo datos como: la fecha de la entrevista, la identidad y cargo del entrevistado, el año de fundación de la empresa (pudiéndose observar que todas fueron fundadas hace 5 años o menos), el tamaño de la empresa (empleados y superficie de cultivo en GVIEC) o el sistema de cultivo empleado (siendo en todos los casos un sistema hidropónico).

Tabla 1. Ficha técnica de las startups de AVI españolas analizadas

	FARBROTS	GURBAN	EKONOKE
Fecha entrevista	05/02/2024	07/02/2024	12/02/2024
Nombre/puesto	Guzmán Juárez (Comunicación)	Pelayo Bolívar (Socio Gerente)	Inés Sagrario (Confundadora y CEO)
Año fundación	2020	2022	2018
Nº empleados	9	6	12
Superficie cultivo	600 m2	90 m2	1.200m2 + 10.000m2
Método cultivo	Hidroponía	Hidroponía	Hidroponía
Página web	www.farbrots.com/	www.gurban.es/	www.ekonoke.com

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Ficha técnica de las startups de AVI españolas analizadas

	CANTÁBRICA AU	NÉBODA FARMS	ALOALTO
Fecha entrevista	15/02/2024	19/02/2024	19/02/2024
Nombre/puesto	Tesa y Javier (Cofundadores)	Roberto Estévez (Confundador y COO)	Alejandro Casacuberta (Confundador)
Año fundación	2021/2022	2019	2022
Nº empleados	2	5	3
Superficie cultivo	70m2	100m2	75m2
Método cultivo	Hidroponía	Hidroponía	Hidroponía
Página web	www.cantabricagr.com/	www.nebodafarms.com/es/	www.aloaltofoods.com

Fuente: elaboración propia.

4.2 Entrevistas semiestructuradas/en profundidad

Respecto al motivo por el cual he decidido utilizar un modelo de entrevistas que tiene componentes tanto de entrevistas semiestructuradas como de en profundidad, es porque dicho modelo se sitúa, a ojos de esta investigación, en un perfecto término medio entre las totalmente estructuradas y las totalmente desestructuradas (o en profundidad).

Una entrevista totalmente desestructurada consiste en una conversación fluida sin parámetros o preguntas fijadas a priori, mientras que, en el extremo opuesto, en una totalmente estructurada, las preguntas se formulan textualmente y en un orden específico predeterminado del que no te puedes desviar (Mueller & Segal, 2015). Sin embargo, una entrevista semiestructurada permite que, aunque se parta de unas preguntas prefijadas comunes a todos los entrevistados, exista un margen considerable con el fin de entender con mayor profundidad el tema objeto de estudio (Mueller & Segal, 2015).

Por lo tanto, en el presente estudio se opta por realizar **entrevistas semiestructuradas**, al existir un guion de preguntas prefijadas sin rigidez ni orden concreto en su formulación, pero se le añade también un carácter conversacional (de **entrevista en profundidad**), al permitir a los entrevistadores hablar con cierta libertad y flexibilidad acerca de aquellos temas que surjan con un mayor interés.

4.3 Proceso de obtención de datos de las entrevistas

El proceso de obtención de datos de las entrevistas ha constado de tres partes.

En primer lugar, se realizó una **primera toma de contacto** con los participantes en la que, a través de distintos medios como sus ficheros de contacto en sus páginas web, correos electrónicos y, principalmente, sus perfiles de LinkedIn, pude presentarles brevemente la idea de mi TFG y lo que necesitaba de ellos y de su participación (de forma muy similar pero no igual para todos). Además, se adjuntó un documento oficial firmado por la tutora del presente estudio en aras de una mayor formalidad (el cual se puede consultar en el Anexo 1).

En segundo lugar, una vez que habían aceptado la propuesta y que se fijaba una fecha dentro de sus agendas, **las entrevistas se llevaron a cabo**, algunas mediante conversaciones telefónicas y otras a través de la plataforma para videoconferencias “Google Meets”.

El diseño de la estructura empleada para llevar a cabo las entrevistas (la cual se puede encontrar en el Anexo 2) se ha basado, como es lógico, en intentar dar respuesta a la pregunta de investigación, así como a los objetivos planteados en la introducción.

En este sentido, se comienza con un primer bloque, en el que se realizan una serie de preguntas generales para visualizar la empresa en su conjunto, como su número de empleados, la motivación de los fundadores a la hora de crearla o la capacidad productiva con la cuentan.

A continuación, se pasa al segundo bloque, en el que se analiza en profundidad el modelo de negocio de las empresas en base al marco conceptual explicado previamente de proposición, creación y entrega, y captura de valor.

Y, finalmente, el tercer bloque se basa en preguntas relacionadas con entender qué oportunidades y riesgos, así como qué perspectivas de futuro contemplan estas empresas para sus negocios y para el sector en general.

Por último, y, en tercer lugar, recogiendo las grabaciones que se habían realizado de las entrevistas, así como las notas que se habían tomado, **se transcribieron todas ellas** en un documento del que posteriormente se extraerían los datos para redactar los resultados y la correspondiente discusión de los mismos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

De las entrevistas realizadas se han extraído una serie de ideas y conclusiones acerca de los distintos objetivos que se pretenden dilucidar en el presente trabajo, y en este capítulo se exponen siguiendo la estructura del propio guion de preguntas empleado.

1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE NEGOCIO

1.1. Proposición de valor

Siguiendo el esquema resumen expuesto en el marco teórico (Figura 6), respecto a la proposición de valor se han estudiado principalmente dos elementos.

En primer lugar, hay una cierta similitud respecto a **los productos que ofrecen o venden las distintas startups y el valor diferencial** que hace a dichos productos (en principio) atractivos y competitivos en el mercado.

En este sentido, la mayoría de las empresas (Gurban, Farmbrots, Néboda Farms y Cantábrica Agricultura Urbana [Cantábrica AU]) se dedican principalmente a los cultivos más habituales dentro de la AVI, los cuales, tal y como se explicó en el marco teórico, comprenden microbrotes, lechugas, plantas aromáticas (albahaca) y flores ornamentales.

Y todos ellos coinciden más o menos en que su valor diferencial proviene de alguna de las siguientes cualidades: la calidad de su producto, su frescura, su carácter local y cercano, su durabilidad, sus carácter medioambientalmente sostenible, su continuidad a lo largo del año o sus propiedades organolépticas.

En Cantábrica AU, por ejemplo, potencian muchísimo la personalización del producto, dado que, al trabajar principalmente con restaurantes, éstos necesitan unas plantas con unas características específicas que, gracias a la AVI, pueden ser producidas.

No obstante, hay dos empresas cuyos productos y propuestas de valor destacan.

Por un lado, hablamos de Aloalto y su cultivo de una variedad de fresa japonesa de muy alta calidad llamada “Oku Berry” (<https://www.aloaltofoods.com/>), la cual nunca se ha producido en Europa, dado que su cofundador Alejandro buscaba un producto que pudiera cultivar y vender en este continente sin importarlo, y que enriqueciera el mercado de manera diferencial al no poderse cultivar de manera natural.

Y, por otro lado, nos referimos a Ekonoke y su cultivo de lúpulo en interior (por primera vez en el mundo), dados los severos problemas que están teniendo en muchas de las principales regiones productoras de lúpulo del mundo (como Alemania o España) para poder sacar adelante estos cultivos en el exterior, los cuales están perdiendo entre un 9% y un 20% de su rendimiento debido al cambio climático (Criado, 2023).

En estos dos casos es evidente que su valor diferencial proviene directamente de lo innovador del producto y de la imposibilidad o dificultad para cultivarlo en el exterior. Además, no cuentan con competencia, al ser los únicos cultivando fresas japonesas o lúpulo en GVIEC en España (y prácticamente en el mundo).

En segundo lugar, respecto a **qué clientes ha determinado cada empresa como su segmento objetivo y la aceptación que ha tenido su producto** en dichos clientes, también ha habido bastantes similitudes y alguna diferencia.

Hay una predominancia absoluta por los modelos de negocio *business-to-business* [B2B] en todas las startups, tanto por venta a restaurantes (que valoran y conocen la alta calidad de los productos de las GVIEC), como a distribuidores o a minoristas.

En este sentido en Néboda Farms de momento producen “a muy pequeña escala y por eso quienes compran el producto son restaurantes de perfil alto o los que valoran ese punto extra de calidad” (Alonso, 2023).

Además, por poner otro ejemplo, en Gurban aprovechan la cercanía de sus contenedores de cultivo respecto a Mercamadrid, donde han encontrado “un nicho de mercado en determinados productos que tienen tracción en el mercado a nivel de distribuidores que nos permiten alcanzar altos niveles de ventas y clientes finales a los que nos resultaría difícil llegar directamente” (Urban Vine, 2024).

Gurban, además, también destaca por tener una segunda línea de negocio B2B en la que construye, vende e instala directamente a empresas sus propios contenedores innovadores y la tecnología y sistemas de cultivo de diseño propio integrados en los mismos, lo que, como se ha explicado en el marco teórico, se conoce como Faas.

Por tanto, la mayoría están de acuerdo en que no tiene sentido realizar la inversión tan alta de marketing que sería necesaria si pretendieran dar a conocer su producto entre el público, porque aún no lo valoran y porque el volumen de ventas que esto les va a generar es mínimo. En este sentido Pelayo(Gurban), comentaba que lo que vende en Mercamadrid en un día es el mismo volumen que le comprarían unos 40 clientes distintos.

No obstante, también existen iniciativas *business-to-consumer* [B2C] en el sector:

- Farmbrots presenta sus productos (brotes) en su página web (<https://farmbrots.com/>) y los vende de forma online mediante “suscripciones” que te garantizan entregas semanales.
- Cantábrica AU tiene una línea de negocio de Faas, aunque más a nivel doméstico que Gurban, en la que vende en su web (www.cantabricagr.com) unos kits de cultivo que incluyen todo lo necesario (como luz LED o fibra de coco) para permitir a los clientes particulares cultivar plantas desde cero en sus hogares.
- Aloalto pretende, una vez que posicione sus fresas en restaurantes de alto nivel y éstos le hayan permitido ganarse una reputación entre los clientes que las hayan probado, pasar a venderlas directamente al consumidor final.

Por último, cabe mencionar que todas las startups coincidían en que una vez probado su producto a prácticamente todo el mundo le encantaba y tenía una experiencia muy positiva. Por lo tanto, creen que el boca a boca y el cada vez ir posicionando más su producto de cara al público para que lo vayan conociendo es clave, porque una vez que se empiece a expandir lo más probable es que sea un “boom” muy relevante.

1.2. Creación y entrega de valor

En este apartado, siguiendo también el esquema de la Figura 6, cabe hablar principalmente de cinco elementos.

En primer lugar, respecto a las **actividades clave del negocio** que permiten crear el valor propuesto, poseen una especial relevancia y un gran valor todas las prácticas de sostenibilidad que llevan a cabo estas empresas.

En este sentido, todos los casos coincidían en las mismas contribuciones sostenibles implícitas en el propio sistema de cultivo de la AVI, como:

- El sistema hidropónico recirculante que usan y su brutal ahorro de agua.
- Que sus plantas sean una fuente continua de absorción de CO₂. En Ekonoke, por ejemplo, tienen la intención de instalar sus GVIEC junto a fábricas de cerveza por todo el mundo para así absorber el CO₂ emitido durante la fermentación.
- El no usar pesticidas, dado que, al cultivarse en un entorno controlado, el ambiente se encuentra limpio y libre de patógenos.

- El no usar fertilizantes (al ser sistemas que no emplean tierra).
- El no tener desperdicios de comida, porque en la mayoría de casos las empresas de AVI no cuentan con stock (en Cantábrica AU, por ejemplo, sus clientes tienen que esperar para la entrega de su producto, dado que solo trabajan por pedidos).

También se menciona el sustancial acortamiento del transporte de los alimentos desde su cultivo hasta su consumo, lo cual no solo reduce emisiones de CO₂, sino que también contribuye a la frescura del producto. Llevado al extremo, Farmbrots realiza sus entregas mediante una empresa que se desplaza en bicicleta por Barcelona.

Además, también varias de las empresas, como Farmbrots, Néboda Farms o Aloalto, utilizan envases y etiquetas reutilizables, reciclables o retornables.

Cabe mencionar el caso de Gurban, que dentro de que lleva a cabo la gran mayoría de estas prácticas sostenibles, no se centra tanto en su imagen corporativa, y se focaliza mucho más en vender un producto rentable, porque tal y como menciona su CEO Pelayo, “no hay nada más sostenible que pagarle el salario a la gente y pagarles bien”.

En segundo lugar, respecto a **la tecnología empleada** es muy interesante la diversidad de opiniones entre crearla tú mismo o comprarla a una empresa externa (*off-the-shelf*).

Por un lado, encontramos a Cantábrica AU y Ekonoke las cuales han creado su tecnología y sistemas, en el primer caso porque no querían depender de otra empresa para poder realizar modificaciones o reparaciones al sistema de cultivo (y también por aprender) y en el segundo caso porque al ser pioneros a nivel mundial en este cultivo, no existía ningún sistema de AVI para producir lúpulo.

Por otro lado, encontramos dos empresas, como Gurban y Néboda Farms, las cuales empezaron comprando tecnología americana, pero después han acabado aprendiendo y creando sus propios sistemas de cultivo y su propia tecnología mejorada, tal y como se puede observar en sus páginas web: www.gurban.es/ y www.nebodafarms.com/.

Y, por último, encontramos empresas como Aloalto o Farmbrots que adquieren directamente la tecnología de terceros. En el caso de Farmbrots lo hacen a través de una empresa española de agricultura como servicio (Faas) llamada Enkitek.

Cabe mencionar una reflexión de Alejandro (Aloalto), en la que afirma que “el error de muchas granjas verticales ha sido invertir en tecnología solo por diferenciarse y atraer el interés de nuevos inversores, pero sin el foco en que dicha tecnología le dé un valor directo al producto y que éste sea perceptible por el cliente.”

Asimismo, en Cantábrica AU explican que de nada sirve invertir mucho en una “super tecnología” si luego lo que produces es “una lechuga que tienes que vender a 5€ y que en una sociedad con tanta cultura agrícola como España no te va a comprar nadie”.

Por tanto, hacer una gran inversión en tecnología solo tiene sentido si realmente te va a aportar beneficios directos en tu empresa, al contrario de lo que hacen algunas empresas estadounidenses que tras realizar inversiones millonarias en tecnología llevan años teniendo pérdidas considerables (Pelayo, Gurban).

En tercer lugar, cabe hablar de las **fuentes de financiación** con las que han contado estas empresas y el interés inversor que ven el sector.

Quitando los casos de Gurban (cuyo accionista mayoritario es el holding familiar Domus Fide) y a Ekonoke (que tiene el apoyo financiero de la empresa Hijos de Rivera), las demás empresas se han financiado principalmente con capital propio y de familia y amigos, aunque también algunas han sido beneficiarias de subvenciones, premios o de las importantes rondas de financiación que ENISA está dando a empresas AgTech como Alolato o Farmbrots (Urban Vine, 2023).

Respecto a los inversores, consideran en general que cada vez existe un mayor interés en las empresas de AVI, pero que no van a dar el dinero “porque sí”, de ahí la importancia de proponer un valor realmente diferencial y tener un modelo de negocio rentable y escalable.

En cuarto lugar, cabe mencionar algunas **alianzas clave** que han establecido las startups entrevistadas como recurso clave en su creación de valor, destacando tres empresas.

Gurban ha firmado un contrato de colaboración con Carrefour para introducir en los supermercados lechugas vivas y brotes de albahaca cortada (que cuenta con más sabor y durabilidad que la normal).

Esta alianza AVI-supermercado es una gran oportunidad para introducir en la mente del consumidor la existencia de este tipo de productos, dado que por estos supermercados pasan miles de personas al día y en otros países está mucho más normalizado encontrarse productos de AVI en los estantes.

Ekonoke tiene una alianza con Hijos de Rivera por la que ellos financian toda su investigación y desarrollo de sus cultivos, pero a cambio obtienen una gran imagen en materia de sostenibilidad y se aseguran, gracias a la AVI, tener producción de lúpulo todo el año con independencia del clima.

Farmbrots, como mencionaba previamente, colabora con Enkitek, en una alianza en la cual Farmbrots le compra la tecnología para sus cultivos, pero a cambio le concede una oportunidad para experimentar y desarrollar sus sistemas.

En las propias palabras de Farmbrots, describen su alianza con Ekitek así: “la fusión de su hardware y software con nuestras necesidades y requisitos agrícolas nos brindan cada día más control, eficiencia y experiencia. Somos co-creadores, influenciándonos mutuamente con nuestras necesidades y soluciones” (Urban Vine, 2024).

En quinto y último lugar, es importante entender los **canales de distribución** que utilizan y los medios de los que disponen para poder entregar el valor creado a sus clientes.

En general, dado que todas las startups se sitúan en el centro o muy próximas a los núcleos urbanos, su medio de distribución suelen ser cortos desplazamientos en coche.

No obstante, antes he mencionado el caso de Farmbrots que realiza las entregas en bicicleta, o el caso de Gurban, al cual muchos de sus distribuidores le compran y pasan a buscar los productos aprovechando entregas que tengan que realizar cerca de sus contenedores, reduciendo al máximo los transportes realizados.

Es muy interesante la reflexión que Alejandro (Aloalto) realiza sobre la cercanía al consumidor, dado que establece que “hay que encontrar un equilibrio entre cercanía y coste del real estate”. Es decir, explica que, por supuesto que la cercanía a las zonas urbanas es clave, pero no es necesario situarse en el pleno centro de la ciudad, sobre todo si su coste hace que no seas rentable.

Al final siempre va a ser mucho más beneficioso tanto para el producto como el medioambiente “una distancia de 10-15 km entre la producción y los consumidores finales, que si tienen que llegar desde Almería o Marruecos” (Alejandro, Aloalto).

En una visión más internacional y exportadora, Ekonoke pretende llevar este modelo de distribución de cercanía por todo el mundo, afirmando que “no queremos que nuestros lúpulos viajen, sino que pretendemos que nuestro conocimiento y tecnología se desplacen en su lugar, llegando a cada rincón del mundo donde exista un cervecero preocupado por la seguridad de su cadena de suministro”.

1.3. Captura de valor

Lo último que falta por analizar es cómo consiguen las empresas de AVI apropiarse de una parte del valor que crean y entregan, mediante el análisis tanto de sus fuentes de ingresos como de su estructura de costes, comprendiendo así los factores clave para lograr tener una startup de AVI rentable.

La principal y única **fuentes de ingresos** en la mayoría de casos es la venta de sus productos cultivados, aunque existen empresas, como se mencionó previamente, como Gurban o Cantábrica AU, que cuentan con segundas líneas de negocio centradas en el Faas, ya sea más a nivel empresarial o doméstico.

En opinión de Pelayo (Gurban), a nivel de rentabilidad no merece la pena ser solamente agricultor, sino que es vital diversificar, porque “con obtener un 40% de beneficio de una venta de una instalación, ya se gana lo mismo que vendiendo productos durante medio año”. Al contrario, Ekonoke considera que “quizá apostar por un solo cultivo y no diversificar nos haya ayudado” (Urban Vine, 2023).

Respecto a la **estructura de costes**, todos están de acuerdo en que los altos costes que implica la AVI son un gran problema que aún no está resuelto, y coinciden en la mayoría de casos en que los dos principales son: **costes de personal** (debido a su alta especialización, por ejemplo, en Ekonoke cuentan con un equipo multidisciplinar formado por biotecnólogos, agrónomos, químicos, economistas y financieros) y **de energía** (salvo empresas más pequeñas como Aloalto o Cantábrica AU, cuya estructura de costes es más homogénea, comentando estos últimos que su mayor coste es la cuota de autónomos...).

A la hora de afrontar los **costes de personal** existe un debate acerca de la eficacia de utilizar la automatización y robotización de las instalaciones y los procesos y su correspondiente reducción de personal altamente cualificado como método de ahorro.

Por un lado, hay empresas como Gurban que argumentan que las máquinas consumen también mucha energía y no suponen un ahorro tan significativo. Sin embargo, por otro lado, hay empresas, como Néboda Farms, que realmente han sido capaces de minimizar los costes, tanto de personal como del sistema en general, mediante la creación de robots con las máximas funcionalidades posibles, lo cual les permite automatizar sus sistemas de cultivo y minimizar notablemente la intervención humana en el proceso.

En la línea de lo que se mencionó previamente acerca de la inversión en tecnología, lo lógico desde un punto de vista rentable es emplear un nivel de automatización coherente con el sistema de cultivo y la capacidad productiva de la que se disponga, es decir, tal y como mencionan en Cantábrica AU: “como las dimensiones de nuestro espacio de cultivo son abarcables y controlables para nuestro nivel de actividad, no empleamos ni inteligencia artificial ni robótica. Sin embargo, en espacios de cultivo mayores donde no sea posible controlar todo adecuadamente, sí que tendría más sentido” (Carpena, 2023).

A la hora de enfrentarse a los costes de energía, hay mucho más consenso en que la solución parte del empleo de energías renovables (que reducen el coste de energía en un 70-80%), principalmente mediante placas solares que permitan aprovechar la abundante luz solar de la que por suerte se dispone en España (Gurban y Néboda Farms).

Por tanto, tal y como concluyen en Gurban y Aloalto, la AVI y sus costes únicamente tienen sentido en ciertos tipos de cultivos de alto valor en el mercado, dado que produciendo vegetales de hoja verde es muy difícil competir contra la agricultura tradicional, al ser cultivos baratos, sencillos y rápidos que no se ven especialmente afectados ni por la estacionalidad ni por el cambio climático.

Es decir, “no puedes competir con la lechuga de Navarra o Murcia porque es imposible, dado que la lechuga producida mediante AVI tiene sus costes y tiene que tener un precio más alto para poder ser rentables” (Gurban).

Consecuentemente, ambos consideran que la clave está en especializarse en algún producto concreto (como ha hecho Ekonoke), hacerlo el que mejor del mercado y con la mejor eficiencia energética y productiva, porque así es como se consigue encontrar una proposición de valor interesante y es cuando los inversores se empiezan a interesar de verdad en el proyecto (Gurban y Aloalto).

2. OPORTUNIDADES, RIESGOS Y PERSPECTIVAS DE FUTURO DE LAS EMPRESAS DE AGRICULTURA VERTICAL DE INTERIOR EN ESPAÑA

Las principales **oportunidades** que las distintas empresas han detectado en el sector de la AVI en España son las siguientes;

- El mercado está aún por abrir, la AVI sigue siendo muy desconocida entre los consumidores, entonces progresivamente se irá descubriendo hasta que llegue el día en el que se produzca un “boom” de clientes (Farmbrots y Gurban).
- La AVI utiliza una tecnología relativamente joven y, por tanto, con el tiempo irá mejorando y se irá optimizando cada vez más, lo cual va a permitir tener unos procesos cada vez más eficientes en el consumo de recursos, y por lo tanto mucho más rentables (Cantábrica AU).
- Existe una relevante oportunidad de aprovechamiento de locales y espacios vacíos disponibles en los núcleos urbanos, dado que al final siempre hay algún garaje o local vacío (sobre todo con la proliferación del *e-commerce*) que con la tecnología de AVI puede cultivar suficientes productos como para alimentar potencialmente a comunidades o barrios (Cantábrica AU y Farmbrots)
- La integración vertical (concentración de la cadena de valor) que caracteriza a este tipo de negocios, donde no dependen de ningún agente externo (como transportistas o empaquetadores) para entregar el producto final, permite a estos negocios ser autónomos y resilientes frente a los conflictos y disrupciones de las cadenas de suministro globales (Néboda Farms).
- La posibilidad de seguir investigando y desarrollando nuevos productos cultivables mediante AVI, principalmente aquellos sensibles a los efectos del cambio climático o que se enfrenten a algún problema de cultivo mediante los métodos tradicionales (Alejandro, Aloalto).
- La posibilidad de enfocar la producción de plantas a otras industrias, no solo la alimentaria. Por ejemplo, en Ekonoke el lúpulo que cultivan puede ser utilizado en ensayos clínicos para tratar enfermedades como la de Crohn o el Alzheimer (Blasco, 2023), por lo tanto, en el futuro pretenden abrir nuevas líneas de negocio en el sector medicinal.

Asimismo, se plantea también como un sector muy interesante y rentable el de los productos naturales cosméticos, siendo una línea de negocio en la que Néboda Farms no descarta investigar e invertir en el futuro.

- La posibilidad de aprovechar, mediante placas solares, la abundante luz solar de España como un factor clave de ahorro de costes energéticos (Pelayo, Gurban).

Por otro lado, los principales **riesgos** a los que se enfrentan los negocios de AVI en España son los siguientes:

- El alto coste y la variabilidad en los precios de la energía, así como el alto consumo de la misma, lo cual pone en duda la sostenibilidad de la AVI (Gurban).

No obstante, en relación con los altos costes de la AVI, si bien es cierto que es un problema, Inés (Ekonoke) recuerda que se nos olvidan los costes en términos de salud y contribución al cambio climático que supone la agricultura tradicional (costes, según comenta, estimados por la FAO en más de \$10 trillones anuales).

- El salto del nicho en el que muchas empresas de AVI están centradas al mercado de gran consumo. Tal y como opinan en Aloalto: “aunque confiamos en nuestras capacidades, afrontamos el obstáculo de la escalabilidad con respeto” (Urban Vine, 2024).

- La falta de regulación del sector, principalmente en lo relativo a la no consideración de los productos como “ecológicos” (Cantábrica AU y Gurban).

No obstante, en este aspecto difiere Roberto (Néboda Farms), el cual considera que “hay maneras de demostrar que tu producto es mucho mejor, a nivel marketing. No hace falta tener el sello de ‘ecológico’ en la etiqueta, porque, de hecho, dicho sello permite legalmente un uso de pesticidas, aunque sea mínimo, mientras que en la AVI el uso de dichos químicos es 0”.

- Una bajada de precios generalizado de los alimentos haría que las GVIEC fueran mucho menos competitivas, porque sus costes seguirían requiriendo unos precios altos para mantener la viabilidad económica de la empresa . (Pelayo, Gurban).
- Realizar una inversión inicial demasiado alta en tecnología e infraestructura y que luego ello no genere suficientes beneficios como para tener un negocio rentable (Cantábrica AU).

- Igual que es una oportunidad a futuro, también es un gran inconveniente en la actualidad la poca concienciación social y el desconocimiento de la AVI y de sus productos que existe, así como la incertidumbre de cuándo cambiará esto, existiendo una necesidad imperiosa de educar a los consumidores para comenzar a expandir el mercado (Farmbrots y Gurban).
- La posibilidad de no encontrar un producto o no ser capaz de desarrollar el sistema necesario para cultivar un producto realmente diferenciador que permita proponer un auténtico valor y una mejora real y palpable para el consumidor respecto a su cultivo tradicional, impidiendo así a tu negocio ser competitivo (Alejandro, Aloalto).
- La falta de interés e incluso el rechazo que existe en diversos sectores respecto de la AVI, porque consideran que la agricultura tradicional sigue funcionando y hay que impedir el desarrollo de otras alternativas innovadoras (Farmbrots).

Pues bien, como reflexión final acerca del probable devenir de los empresas de AVI en España, la opinión generalizada (en base a lo mencionado por Ekonoke, Aloalto, Cantábrica AU y Néboda Farms), es que los innovadores modelos de negocio de la AVI no van a suponer la sustitución total ni la desaparición de la agricultura tradicional, tal y como la conocemos.

El objetivo, tal y como mencionan dichas empresas, realmente es que la AVI complemente a la agricultura tradicional, ayudándole a dar respuesta a la creciente demanda de alimentos (debido al aumento de la población mundial y demográfica en las ciudades) mediante la identificación de aquellas variedades de plantas o productos cuyos cultivos en el exterior estén más amenazados por el cambio climático y mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas de cultivo cada vez más eficientes que permitan cultivar los productos amenazados en GVIEC de forma rentable (Carpena, 2023).

Por tanto, dichas empresas concluyen que, teniendo en cuenta que en el sistema agroalimentario español existen un elevado número de problemas por resolver (esencialmente los ya mencionados: inseguridad alimentaria y contribución al cambio climático) y cada vez la sensibilidad de los cultivos ante los efectos del cambio climático es mayor, irán surgiendo cientos de oportunidades interesantes y con un alto valor de mercado para emprender en el sector de la AVI durante los próximos años.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En este capítulo se analizan los resultados de la investigación descritos en la sección anterior y las implicaciones teórico-prácticas que éstos plantean.

Para ello, el punto de partida reside en la necesidad detectada de ahondar en un problema de investigación sobre el que existe un estudio escaso y que es fundamental para el devenir de la AVI, como es la comprensión profunda desde una perspectiva experiencial de los modelos de negocio innovadores de las empresas del sector y de los riesgos y oportunidades a los que éstas se enfrentan.

Por tanto, a raíz de dicho problema, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo es la experiencia de emprender en el sector de la AVI en España?

Además, y por último, cabe recordar los tres objetivos principales del presente trabajo, como son: analizar las características particulares de los modelos de negocio de las empresas de AVI en España, descubrir qué retos y oportunidades se les plantean y comprender qué previsiones de cara al futuro se pueden realizar sobre la evolución e impacto de estas empresas y del sector de la AVI en el sistema agroalimentario español.

1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE NEGOCIO

Los resultados inducidos en la sección anterior presentan datos empíricos muy relevantes que nos permiten cumplir con el primer objetivo propuesto de comprender las **características principales de los modelos de negocio de las empresas de AVI**.

De cara a exponer dichas características, se seguirá una vez más la estructura del marco conceptual explicado de la proposición, creación y entrega, y captura de valor (Figura 6).

Por tanto, respecto a la **proposición de valor**, los resultados de la investigación muestran que, tal y como habían descrito diversos autores (Tooy et al., 2023; Lubna et al., 2022; Dargent, 2023) los principales cultivos llevados a cabo por las empresas de AVI son microbrotes, lechugas, plantas aromáticas (albahaca), flores ornamentales y fresas.

Cabe destacar que aproximadamente a la vez que O'Sullivan et al. (2020) mencionaban en su artículo el lúpulo como un producto de alto valor potencialmente cultivable en GVIEC, en Ekonoke estaban empezando a experimentar sobre ello y posteriormente conseguirían convertirlo, de forma pionera, en un cultivo de AVI viable.

Además, en relación con los clientes objetivo en los que se han centrado las empresas, podemos observar una cierta variedad de modelos de negocio, cubriendo todas las tipologías descritas en el marco teórico (Figura 7) (Baumont de Oliveira, 2023; Brin et al., 2016), aunque con una absoluta predominancia de los modelos B2B.

Encontramos, dentro de los modelos B2B, tanto venta de sistemas y tecnología (Gurban), como venta de productos a distribuidores (Néboda Farms y Gurban) y a restaurantes (Aloalto y Cantábrica AU). Y, dentro de los modelos B2C, hallamos tanto venta de kits de cultivo domésticos (Cantábrica AU), como venta de productos online (Farmbrots).

El motivo de la relevancia y superioridad de los modelos B2B es porque, todas las empresas están de acuerdo en que no compensa económicamente realizar una costosa y laboriosa campaña de marketing para penetrar y darse a conocer el mercado de los consumidores, dado que estos no valoran (aún) los productos de AVI lo suficiente como para pagar el sobreprecio que conllevan (debido al desconocimiento, recelos y barreras culturales que mantienen, tal y como explican Mina et al., 2023) y, además, generarían un volumen de ventas muy inferior al que puede comprar un distribuidor u otra empresa.

Por otro lado, respecto a la **creación y entrega de valor** cabe mencionar, en primer lugar, que las **prácticas sostenibles** clave de las empresas analizadas no aportan nada especialmente innovador respecto a las propias características sostenibles intrínsecas a la AVI como la considerable reducción en el consumo de agua (Tooy et al., 2023), el no empleo de fertilizantes ni pesticidas (Kobayashi et al., 2022) o la reducción de emisiones de CO₂ (Pinstrup-Andersen, 2018).

Lo más destacable es la reciente tendencia, no descrita en la literatura analizada, de las empresas de AVI (como Farmbrots, Néboda o Aloalto) a utilizar envases de PLA o rPET² reciclables, reutilizables o retornables, así como etiquetas de material también reciclable.

En segundo lugar, encontramos una diversidad de enfoques a la hora de **gestionar la tecnología**, existiendo empresas que desarrollan sus propios sistemas desde 0 (Ekonoke o Cantábrica AU), otras que crean su propia tecnología mejorando otros sistemas adquiridos (Gurban y Néboda Farms), y otras que directamente adquieren la tecnología de terceras empresas de Faas (Aloalto o Farmbrots).

² PLA (ácido poliláctico) hace referencia a un tipo de plástico biodegradable, y el rPET hace referencia a un plástico PET (tereftalato de polietileno) reciclado.

En este sentido, cabe destacar la opinión de Aloalto, Cantábrica AU y Gurban sobre el hecho de que invertir en tecnología sin alinear dicha inversión con una proposición de valor atractiva y perceptible por el cliente acaba arruinando a las empresas de AVI.

Opinión la cual se encuentra en consonancia con las ideas de Chesbrough (2010) y Teece (2010) acerca de que una idea innovadora, por muy impresionante que sea, necesita verse complementada por un modelo de negocio que ofrezca un valor convincente a los consumidores y que permita obtener un beneficio económico, dado que la tecnología y la innovación por sí mismas no son capaces de crear empresas rentables y prósperas.

En tercer lugar, tras describir las principales **fuentes de financiación** de las empresas, como capital propio, el de familiares y amigos, subvenciones, premios o rondas de financiación, se establece el consenso que existe entre las empresas entrevistadas acerca del cada vez mayor interés general, pero sobre todo inversor, en la AVI, lo cual en el marco teórico se atribuye esencialmente a la cada vez mayor consciencia del riesgo que supone la inseguridad alimentaria (Lubna et al., 2022; Tooy et al., 2023).

En cuarto lugar, se mencionan algunas **alianzas clave** como la de Ekonoke con la empresa Hijos de Rivera (financiación a cambio de imagen corporativa), la de Farmbrots con Enkitek (tecnología a cambio de espacio de pruebas) o la de Gurban con Carrefour.

Esta última alianza estratégica es especialmente interesante, porque se presenta como una gran oportunidad para reducir el escepticismo, desconfianza y desconocimiento que los consumidores tienen en general hacia la AVI (Kuljanic, 2022), dado el considerable aumento de visibilidad de cara al público que genera la aparición de los productos de AVI en los estantes de Carrefour, por donde pasan miles de consumidores al día.

En quinto y último lugar, todas las empresas entrevistadas sitúan sus GVIEC en el centro de núcleos urbanos o muy cerca de ellos, lo cual permite que la distribución se realice mediante cortas distancias en coche, generando beneficios como una menor emisión de CO₂, un menor desperdicio alimentario y una mayor resiliencia de las ciudades (Thomaier et al., 2014; Pinstrup-Andersen, 2018; Pradhan 2022). En este aspecto destaca Farmbrots al realizar las entregas a través de una empresa que se desplaza en bicicleta.

Además, Aloalto realiza una importante reflexión, en la que, si bien no pone en duda los beneficios medioambientales y sociales que genera el situar una GVIEC en el centro de una gran urbe, destaca la importancia de ponderar dichos beneficios con los costes de alquiler del local, dado que a lo mejor los 15km extra que ahorras de transporte al producto (respecto a si ubicaras la GVIEC en las zonas circundantes al centro urbano) no son suficientemente relevantes como para compensar el incremento de la inversión, ya de por sí muy elevada, en CAPEX que ello supone (Lubna et al., 2022).

Por último, respecto a la **captura de valor**, las principales fuentes de ingresos detectadas son la venta de productos y los servicios Faas (como la venta de sistemas o kits de cultivo).

Por su parte, los costes más elevados en la gran mayoría de las empresas entrevistadas son los de personal y los de energía.

Los de personal porque se requiere una alta especialización y multidisciplinariedad en los perfiles profesionales buscados por las GVIEC (Kuljanic, 2022; Cavazza et al., 2023), y los de energía porque mantener un entorno controlado con unos niveles de luz, temperatura, humedad y CO2 específicos requiere de sistemas de HVAC y de luces LED específicas que consumen altas cantidades de energía (Ahamed et al., 2023).

En relación con los costes, existen dos reflexiones a destacar.

Por un lado, Cantábrica AU, siguiendo también la línea de las ideas de Chesbrough (2010) y Teece (2010), mencionadas previamente, acerca de la inversión en innovación y tecnología, declaran que utilizar la automatización como medio de ahorro de costes de personal únicamente tiene sentido si tu nivel de producción necesita de este tipo de control, dado que si se trabaja a pequeña escala, una alta inversión en IA y robótica lo más probable es que no sea rentable y que acabe por arruinar a la empresa.

Y, por otro lado, Gurban y Aloalto establecen que, dado que por mucha eficiencia que se consiga en una GVIEC siempre va a haber costes altos y, consecuentemente, precios altos, es clave encontrar productos con una atractiva y diferencial propuesta de valor, para que puedan ser competitivos en el mercado frente a los productos de la agricultura tradicional.

En este mismo sentido, tal y como se explicó en el marco teórico, Lubna et al. (2022) presentan algunas opciones de valor añadido que permiten justificar el sobreprecio de los productos de AVI, como su mayor frescura, su alta calidad, su cultivo sostenible o la imposibilidad de cultivarlos en el exterior.

2. OPORTUNIDADES Y RIESGOS QUE SE PLANTEAN

De los resultados del capítulo anterior también se desprenden otras ideas muy interesantes que han permitido dar una respuesta al segundo objetivo establecido de explorar los **retos y oportunidades a los que se enfrentan las empresas de AVI en España**.

Por un lado, las empresas entrevistadas han mencionado algunas de las principales **oportunidades** que tiene por delante la AVI en España, como el hecho de que el mercado esté aun por abrir (debido al desconocimiento y escepticismo que aún tienen los consumidores (Mina et al., 2023; Kuljanic et al., 2022)) o lo joven que es y el amplio margen de desarrollo con el que cuenta la tecnología de AVI (sobre todo en relación con sistemas de cultivo cada vez más eficientes y automatizados (Van Delden et al., 2021)).

Además, también mencionan otras oportunidades como: la elevada cantidad de locales inutilizados disponibles en las ciudades (donde se pueden instalar GVIEC gracias a su óptimo aprovechamiento del espacio (Kumar et al., 2023)), la posibilidad de aprovechar la luz solar mediante energías renovables (y reducir con ello los costes energéticos (Ahamed et al., 2023)) y la posibilidad de seguir experimentando el cultivo de nuevos productos de alto valor mediante AVI, así como enfocar la producción de plantas a otras industrias como la medicinal o la cosmética, tal y como prevén O’Sullivan et al. (2020).

Por otro lado, cabe analizar los **riesgos** fundamentales a los que, según las empresas entrevistadas, se enfrentan tanto ellas como el resto del sector de la AVI en España.

Se mencionan riesgos como: el alto coste y la variabilidad de los precios de la energía (lo cual encarece los productos considerablemente (Lubna et al., 2022)), las dificultades de escalabilidad que existen (debido a la alta inversión en CAPEX que ello implica (Martin & Bustamante, 2021)) o la ausencia de regulación del sector (como el hecho de que se sitúe entre los usos agrícolas e industriales (Pizzirani et al., 2023)), pero sobre todo la no consideración de los productos de AVI como “ecológicos” (Pinstrup-Andersen, 2018).

Respecto a este último riesgo, cabe destacar que mientras que en la literatura se plantea que si se permitiese un etiquetado de los productos de AVI como ecológicos u orgánicos mejoraría sustancialmente la percepción de los consumidores sobre los mismos (Jaeger et al., 2023), Néboda Farms difiere al considerar que existen otras formas de mejorar tu imagen de marca y de demostrar a los consumidores el origen sostenible de los productos, dado que dicha etiqueta no implica que ese producto sea más sostenible que el de la AVI.

Del mismo modo, se siguen enumerando otros riesgos como: realizar una inversión tecnológica inicial demasiado alta (en línea una vez más con las teorías de Chesbrough (2010) y Teece (2010)), la necesidad de educar a los consumidores para eliminar su escepticismo y desconocimiento (Kuljanic, 2022), la falta de interés e incluso rechazo por la AVI que existe por parte de algunos sectores (debido a que es España una sociedad con gran arraigo en la agricultura tradicional (Mina et al., 2023)) o la posibilidad de no encontrar un producto con un valor lo suficientemente alto y diferenciador como para que pueda ser competitivo en el mercado (Lubna et al., 2022).

3. EVOLUCIÓN E IMPACTO POTENCIAL DEL SECTOR

En la última parte del capítulo anterior se recogen una serie de reflexiones, las cuales, junto con la literatura estudiada en el marco teórico, permiten dar una respuesta suficientemente completa al tercer objetivo de visualizar la **evolución e impacto que las empresas de AVI y el sector en general pueden llegar a tener en el sistema agroalimentario español**.

Por consiguiente, el devenir que las empresas entrevistadas auguran para el sector de la AVI es un contexto en el que los innovadores modelos de negocio de las empresas de AVI, lejos de reemplazar o eliminar la agricultura tradicional del panorama alimentario, lo que consiguen es complementarla (Cavazza et al., 2023; Marquez et al., 2022) mediante la identificación y producción de aquellas variedades de plantas o cultivos que de forma natural no puedan crecer en un contexto geográfico determinado.

En este sentido, existen diversas causas por las cuales puede ser inviable cultivar un producto de forma natural en el exterior, como que no exista una superficie disponible donde poder cultivarlo, tal y como es el caso de las grandes metrópolis con un suelo escaso y caro, donde las empresa de AVI pueden beneficiarse de su uso limitado de la superficie (Kumar et al., 2023).

Otra causa es que las condiciones naturales o climáticas de dicha región no permitan el cultivo, dado que existen variedades de plantas y alimentos únicas en diversas partes del mundo, las cuales gracias a la AVI se podrían cultivar en muchas otras zonas geográficas, incluso en regiones, como España, con climas cada vez más extremos y áridos (Kuljanic, 2022), con grandes beneficios para industrias como la medicinal o la cosmética que suelen trabajar con plantas de un considerable exotismo (Baumont de Oliveira, 2023).

Finalmente, hay otra causa que consiste en la alta sensibilidad de determinados cultivos a los efectos del cambio climático (como el lúpulo ya mencionado, pero también la soja o los viñedos), los cuales dentro de unos años lo más probable es que solamente se puedan cultivar en GVIEC, y, por tanto, presentan una gran oportunidad para el sector en España.

Consecuentemente, si bien es cierto que la AVI por sí sola no es capaz de alimentar a toda la población, sí tiene el potencial para convertirse en un factor determinante a la hora de asegurar un suministro suficiente y sostenible de alimentos en el sistema agroalimentario español del futuro.

No obstante, para poder desarrollar dicho potencial es esencial seguir investigando, realizando mejoras tecnológicas y científicas, y, seguir educando, para así superar los problemas actuales de rentabilidad, escalabilidad, limitación de cultivos y, sobre todo, la falta de aceptación y conocimiento por parte de los consumidores (Jaeger et al., 2023), dado que sin su apoyo y confianza todo el impacto positivo que la AVI puede tener se queda en la teoría y no se materializa en la realidad socioeconómica y agroalimentaria de España.

4. IMPLICACIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Por último, vez constatado que la investigación ha respondido a los objetivos planteados, cabe analizar qué implicaciones se desprenden de los resultados, ideas, reflexiones, conceptos y datos expuestos.

Por un lado, respecto a las **implicaciones teóricas** del presente trabajo, cabe mencionar que, debido al carácter experiencial de la investigación desarrollada, los resultados obtenidos arrojan una luz principalmente ejemplificativa y reflexiva, más que clasificatoria o definitoria (en un sentido más puramente teórico), sobre el problema de investigación detectado, aportando diferentes puntos de vista y nuevas perspectivas sobre el (escaso) conocimiento existente acerca de la comprensión profunda de los modelos de negocio, los retos y oportunidades, y la evolución prevista de las empresas de AVI.

Por lo tanto, las principales aportaciones teóricas son las siguientes:

- Se provee un ejemplo real de una empresa (Ekonoke) que produce lúpulo en una GVIEC, una planta que hasta hace no mucho solamente existía en la literatura como potencialmente cultivable mediante la AVI.

- Se explica el motivo que subyace detrás de la predominancia de los modelos de negocio B2B frente a los B2C en la AVI (fundamentalmente porque económicamente no compensa el esfuerzo de marketing necesario).
- Se aporta una reflexión crítica muy interesante acerca de lo que supone invertir en tecnología para una AVI (desde el punto de vista de la rentabilidad y la gestión del valor) en relación con la proliferación de inversiones casi arbitrarias por el mero hecho de diferenciarse o por el arrastre de la tendencia general en el sector.
- Se proporcionan ejemplos muy relevantes de alianzas clave para el crecimiento y desarrollo del sector de la AVI, como pueden ser las empresas del mismo sector dedicadas al Faas que aportan tecnología (p. ej. Enkitek) o los grandes supermercados que aportan visibilidad (p. ej. Carrefour).
- Se añade una consideración crítica acerca de si realmente todos los beneficios (ampliamente desarrollados por la literatura) de situar una GVIEC en el centro de un núcleo urbano compensan los costes de alquiler, en comparación con lo que supondría situarse simplemente unos kilómetros a las afueras de la ciudad.
- Se discuten los beneficios de la automatización para las empresas de AVI, debiendo analizar si tiene sentido la inversión en función de, fundamentalmente, la capacidad productiva de la empresa y el nivel de control requerido.
- Se reflexiona sobre si existe realmente una necesidad de que los reguladores permitan etiquetar los productos de AVI como “ecológicos” o si el carácter sostenible de los productos se puede reflejar de otras maneras igualmente o incluso más efectivas (dado que la etiqueta de “ecológico” no asegura que el proceso de cultivo haya sido 100% medioambientalmente sostenible).
- Por último, aunque la literatura menciona repetidas veces el carácter complementario y colaborativo, y no eliminario o sustitutivo de la AVI respecto a la agricultura tradicional (salvo algún artículo que lo sigue considerando una “alternativa”), lo que se aporta en esta investigación es el “cómo” va a colaborar y complementar, que es esencialmente mediante la producción de aquellos alimentos cuyo cultivo en exterior en condiciones naturales sea inviable debido a diversos motivos como la indisponibilidad de suelo suficiente o las características climáticas adversas de la zona geográfica donde se encuentren.

Por otro lado, respecto a las **implicaciones prácticas** de la investigación, ésta presenta una serie de ideas y conceptos que pueden ser de gran utilidad para diversos colectivos.

A las propias empresas del sector de la AVI esta investigación les aporta una muy interesante guía de consejos y recomendaciones prácticas, cuya importancia reside en que, al fin y al cabo, como dice la famosa máxima: “el papel lo aguanta todo”.

Por tanto, en un sector tan novedoso e incipiente como la AVI, es especialmente interesante ser conscientes, a través de diversas experiencias emprendedoras, de que existe un elevado número de ideas que en la teoría son impresionantes, pero que en la realidad práctica en la mayoría de casos carecen de sentido empresarial (como tener que situarse en el mismísimo centro de las ciudades o invertir en tecnología híper puntera para tener GVIEC totalmente automatizadas y futuristas).

En este aspecto, es esencial recordar que, si las empresas de AVI no son rentables ni escalables, por muy sostenibles, beneficiosas e innovadoras que sean, nunca van a poder suponer un cambio diferencial en el contexto agroalimentario actual.

A otras empresas del sector agrícola y de la alimentación, este estudio puede ayudarles a entender y visualizar la AVI como un complemento muy beneficioso, y no como una amenaza contra la que hay que luchar. Hay suficiente demanda de alimentos para todos, sobre todo si cada sector se centra en un nicho de cultivo de unos productos concretos.

A organismos públicos y reguladores, el presente trabajo puede permitirles comprender la importancia de potenciar el desarrollo y la innovación en el sector de la AVI a través de subvenciones específicas (como hace a nivel AgTech con ENISA) y de regular las actividades del sector, como, por ejemplo, enmarcando la AVI en algún CNAE para facilitar sus gestiones administrativas.

Además, también puede hacerles ver que defender estos nuevos sistemas de cultivo no implica perjudicar al sector agrícola tradicional (con tanto arraigo cultural y poder en las urnas en países como España), sino todo lo contrario, es algo que pueden defender políticamente al beneficiar a la sociedad en su conjunto.

Por último, **a los consumidores,** espero que la presente investigación pueda descubrirles una nueva forma de entender el sistema agroalimentario, y les permita perder los prejuicios existentes sobre los productos de AVI y comprender la importancia que los mismos tienen de cara a asegurar un suministro de alimentos suficiente y sostenible en el futuro cercano.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN

1. CONCLUSIÓN

El presente trabajo de investigación se inició con el objetivo de comprender en profundidad las experiencias emprendedoras de las empresas de AVI en España, y para llegar a visualizar de forma completa dicha realidad se fijó un triple objetivo consistente en analizar: los modelos de negocio, las oportunidades y riesgos, y el potencial impacto disruptivo de dichas empresas en el sistema agroalimentario actual.

Respecto a los modelos de negocio, gracias a las aportaciones de las empresas entrevistadas y a otros recursos de internet, se proveen conceptos y datos de una gran utilidad como: ejemplos reales de cultivos muy novedosos en la AVI (fresas japonesas y lúpulo), los motivos detrás de la predominancia de los modelos de negocio B2B y la tendencia a intentar cada vez llegar a un mayor número de consumidores finales (B2C), o la importancia de no invertir en tecnología y automatización simplemente como estrategia de diferenciación, sino que debe hacerse con una propuesta de valor clara y con una estructura de costes que permita obtener un beneficio de la inversión.

Por otro lado, en lo relativo a los retos y oportunidades a los que se enfrentan las empresas de AVI en España, cabe destacar la mención que las empresas entrevistadas realizan acerca de la posibilidad de aprovechar tanto, cuando llegue el momento, la apertura del mercado de los productos de AVI, como también la abundante luz solar disponible para reducir los altos costes de producción mediante el uso de energías renovables.

Además, cabe destacar también los riesgos descritos, como la ausencia de regulación del sector, el desconocimiento y recelo que existe por parte de los consumidores respecto a los productos de AVI o las dificultades encontradas a la hora de diseñar modelos de negocio rentables y escalables, debido a los altos costes de producción y las elevadísimas inversiones necesarias en infraestructura y tecnología.

Finalmente, respecto a las previsiones de evolución y potencial impacto que las empresas de AVI pueden tener en el sistema agroalimentario, se han realizado tres principales hallazgos de una gran utilidad práctica.

En primer lugar, se establece cómo la AVI lejos de pretender eliminar la agricultura tradicional, se presenta como un complemento muy beneficioso de la misma.

En segundo lugar, se establece la previsible función de las GVIEC en el sistema agroalimentario del futuro como productoras de aquellos alimentos y plantas que no se puedan cultivar en el exterior, ya sea por las condiciones naturales de la zona geográfica, o por la sensibilidad del producto en concreto ante los efectos del cambio climático.

Y, en tercer último lugar, se recuerdan los problemas esenciales que las empresas de AVI deben superar en los próximos años para poder tener el impacto deseado en la seguridad alimentaria y nutrición de la población, siendo éstos la necesidad de conseguir cultivar una gama de productos más amplia, de forma mucho más eficiente (en términos de energía y recursos) y de forma rentable, así como la urgencia de educar a los consumidores y eliminar los prejuicios que mantienen acerca de los productos cultivados mediante AVI.

Por lo tanto, de todo ello se deduce una realidad emprendedora de la AVI en la que, aunque es vital innovar tecnológica y científicamente, y crear sistemas de cultivo cada vez más eficientes, si no se consigue una aceptación de los productos en la sociedad, a largo plazo, todo el impacto beneficioso que la AVI podría tener en el sistema agroalimentario se quedaría en el plano teórico, sin trascender al plano práctico y socioeconómico.

2. LIMITACIONES y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Finalmente, pese a la relevancia de las conclusiones extraídas del presente trabajo, cabe mencionar una serie de limitaciones que se han detectado y que podrían superarse mediante la apertura de nuevas líneas futuras de investigación.

En este sentido, una de las principales limitaciones deriva de la muestra de empresas empleadas, al tratarse todo de empresas con modelos de negocio bastante similares y en un área geográfica muy reducida (España), pudiéndose aportar muchísimo valor al área de conocimiento de las experiencias emprendedoras en el sector de la AVI mediante una futura investigación que compare empresas de distintos países y con mayor diversidad de productos y clientes, para obtener así un mapa visual mucho más amplio del sector.

Además, la otra notable limitación de la investigación reside en el carácter evolutivo y en constante desarrollo del tema objeto de análisis. Es decir, al tratarse la AVI de un sector tan incipiente, seguramente habrá conceptos o afirmaciones del presente trabajo que en unos meses se puedan encontrar obsoletos o con una explicación demasiado vaga, por lo que sería de un gran interés, la realización de una investigación más dinámica, donde se estudie la evolución a lo largo del tiempo de una serie de casos de empresas de AVI.

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

ADVERTENCIA: Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Juan Zapatero Lamas, estudiante de 5º de E-3, de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Modelos de negocio innovadores en el sector agrícola: el fenómeno de la agricultura vertical de interior", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
2. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 20/03/2024



Firma: _____

CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA

- Ahamed, S., Sultan, M., Monfet, D., Rahman, M. S., Zhang, Y., Zahid, A., Bilal, M., Ahsan, T., & Achour, Y. (2023). A critical review on efficient thermal environment controls in indoor vertical farming. *Journal of Cleaner Production*, 425, 1-40. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138923>
- Alonso, L. (7 de marzo de 2023). Néboda Farms: la agricultura del futuro nace en Vigo y se cultiva en vertical. *El Español*. www.elespanol.com/economia/neboda-farms-la-agricultura-del-futuro
- Amit, R. & Zott, C. (2001), Value creation in e-business. *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 493-520. <https://doi.org/10.1002/smj.187>
- Avgoustaki, D. D., & Xydis, G. (2020). How energy innovation in indoor vertical farming can improve food security, sustainability, and food safety? *Advances in food security and sustainability*, 5, 1–51. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2020.08.002>
- Banerjee, C., & Adenauer, L. (2014). Up, up and away! The economics of vertical farming. *Journal of Agricultural Studies*, 2(1), 40-60.
- Baumont de Oliveira, F.J. (2023). *A Decision Support System for Economic Viability and Environmental Impact Assessment of Vertical Farms*. [PhD Thesis, University of Liverpool]. University of Liverpool Repository. <http://doi.org/10.17638/03169189>
- Beacham, A. M., Vickers, L. H., & Monaghan, J. (2019). Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards. *Journal Of Horticultural Science & Biotechnology*, 94(3), 277-283. <http://doi.org/10.1080/14620316.2019.1574214>
- Biancone, P., Brescia, V., Lanzalonga, F., & Alam, G. M. (2022). Using bibliometric analysis to map innovative business models for vertical farm entrepreneurs. *British Food Journal*, 124(7), 1-23. <https://doi.org/10.1108/BFJ-08-2021-0904>
- Blasco, L. (26 de junio de 2023). Los héroes sin capa, pero con bata, que quieren “salvar la cerveza del planeta”. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2023/06/26/6495b423fdddf97408b45ab.html>

- Brennan, T., Bryan, S., Byrne, S. & Rogers, C. (2023). *Building food and agriculture businesses for a green future*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/businesses-for-a-green-future>
- Brin, H., Fesquet, V., Bromfield, E., Murayama, D., Landau, J., Kalva P. (2016). The State of Vertical Farming. *Association of Vertical Farming Reports*, 35-36. <https://vertical-farming.net/whitepapers/>
- Cavazza, A., Mas, F. D., Campa, M., & Brescia, V. (2023). Artificial intelligence and new business models in agriculture: the “ZERO” case study. *Management Decision*. 61, 1-18. <https://doi.org/10.1108/MD-06-2023-0980>
- Carpena, M. (27 de abril de 2023). Vertical, automatizado y en el centro de la ciudad: así es el huerto de Cantábrica Agricultura Urbana. *El Español*. www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/startups/vertical
- CBInsights. (2021). *How Vertical Farming is Impacting the Food Supply Chain and Enabling Taste Innovation*. <https://www.cbinsights.com/research/what-is-vertical-farming/>
- Chesbrough H (2007) Business model innovation: it’s not just about technology anymore. *Strategy Leadership*, 35(6), 12–17. <https://doi.org/10.1108/10878570710833714>
- Chesbrough, H. (2010). Business model Innovation: Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, 43(2–3), 354–363. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.010>
- Creswell, J. W., & Poth, C. (2017). *Qualitative Inquiry and research design: choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-inquiry-and-research-design/book246896>
- Criado, M. A. (10 de octubre de 2023). El sabor y el aroma de las cervezas europeas están amenazados por el calor. *El País*. <https://elpais.com/ciencia/2023-10-10/el-sabor-y-el-aroma-de-las-cervezas-europeas-estan-amenazados-por-el-calor.html>
- Curmi, E., Channel, J., Qin, Y. & Bergman, A. (2023) *Food Security V2.0*. Citi GPS: Global Perspectives & Solutions. www.citigroup.com/global/insights/citigps/citi-gps-and-the-apec-ceo-summit

- Dargent, E. (9 de febrero de 2023). *Will vertical farming feed the world?* LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/vertical-farming-feed-world-mycelium-managing-partner/>
- De Simone, M., Pradhan, P., Kropp, J. P., & Rybski, D. (2023). A large share of Berlin's vegetable consumption can be produced within the city. *Sustainable Cities and Society*, 91, 1-10. <http://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104362>
- Drottberger, A., & Langendahl, P. (2023). Farming-as-a-service initiative in the making: Insights from emerging proto-practices in Sweden. *Smart Agricultural Technology*, 6, 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100368>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550. <https://doi.org/10.2307/258557>
- FAO (2011). Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. *SAVE FOOD! International Congress*. <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/details/en/c/266053/>
- FAO. (2022). The Future of Food and agriculture – Drivers and triggers for transformation. *The future of food and agriculture*, 3. <https://doi.org/10.4060/cc0959en>
- FAO. (2023). The State of Food and Agriculture 2023 – Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. *The State of the World*. <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
- FAO, Rikolto and RUAF Global Partnership on Sustainable Urban Agriculture and Food Systems. (2022). *Urban and peri-urban agriculture sourcebook – From production to food systems*. FAO and Rikolto. <https://doi.org/10.4060/cb9722en>
- Fasciolo, B., Awouda, A., Grasso, N., Bruno, G., Chiabert, P., & Lombardi, F. (2024). An Evaluation of Research Interests in Vertical Farming through the Analysis of KPIs Adopted in the Literature. *Sustainability*, 16(4), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su16041371>
- Goldstein, B., Hauschild, M. Z., Fernández, J., & Birkved, M. (2016). Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0348-4>

- Gori, F., & Castellini, A. (2023). Alternative Food Networks and Short Food Supply Chains: A systematic literature review based on a case study approach. *Sustainability*, 15(10), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su15108140>
- Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2022). *Proyecciones de Población 2022-2072*. <https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/1254735572981>
- ITPS & FAO. (2015). *Status of the World's Soil Resources – Main Report*. Intergovernmental Technical Panel on Soils and Food & Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/documents/card/es>
- Jaeger, S. R., Chheang, S. L., & Ares, G. (2023). How positive and negative attitudes to vertical farming influence purchase likelihood: Consumer insights from the United States, Germany, Singapore and Australia. *Journal of Cleaner Production*, 415, 1-14. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137752>
- Kabir, M. S. N., Reza, M. N., Chowdhury, M., Ali, M., Samsuzzaman, M., Ali, M., Lee, K. Y., & Chung, S. (2023). Technological Trends and engineering Issues on Vertical Farms: A review. *Horticulturae*, 9(11), 1-47. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111229>
- Khalaf, K. A., Gamil, A., Attiya, B., & Cuello, J. L. (2023). Exploring the potential of concentrating solar power technologies for vertical farming in arid regions: the case of Western Iraq. *Energy for Sustainable Development*, 77, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2023.101310>
- Klerkx, L., & Rose, D. C. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Kobayashi, Y., Kotilainen, T., Carmona-García, G., Leip, A., & Tuomisto, H. L. (2022). Vertical farming: A trade-off between land area need for crops and for renewable energy production. *Journal of Cleaner Production*, 379, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134507>
- Krikser, T., Piorr, A., Berges, R., & Opitz, I. (2016). Urban Agriculture Oriented towards Self-Supply, Social and Commercial Purpose: A Typology. *Land*, 5(28), 1-19. <https://doi.org/10.3390/land5030028>

- Kuljanic, N. (2022). What if we grew plants vertically? *Scientific Foresight: What if?* (European Parliament). <https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/>
- Kumar, R., Fayaz, A., & Kaundal, M. (2023). Vertical Farming: The Future of Controlled-environment Agriculture and Food-production System. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(48), 74-86. <http://dx.doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i484334>
- Langemeyer, J., Madrid-López, C., Beltrán, A. M., & Méndez, G. V. (2021). Urban agriculture: A necessary pathway towards urban resilience and global sustainability? *Landscape and Urban Planning*, 210, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104055>
- Lubna, F. A., Lewus, D. C., Shelford, T. J., & Both, A. (2022). What you may not realize about vertical farming. *Horticulturae*, 8(322), 1-9. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8040322>
- Marczewska, M., Sanaullah, A., & Tucci, C. L. (2024). Business model configurations for successful vertical farming. *European Journal of Innovation Management*, 26, 1-26. <https://doi.org/10.1108/EJIM-01-2023-0017>
- Marinič, P. (2023). Agriculture 4.0 and agricultural vocational education and training. *Ad Alta*, 13(2), 334-337. <https://research.ebsco.com/c/2pxmts/search/details/>
- Martin, M., & Bustamante, M. J. (2021). Growing-Service Systems: New business models for Modular Urban-Vertical farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.787281>
- Mendes, J. A. J., Bueno, L. O., Oliveira, A. Y., & Gerólamo, M. C. (2022). Agriculture startups (AgTechs): a bibliometric study. *International Journal of Professional Business Review*, 7(2), 1-18. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2022.v7i2.312>
- Mina, G., Peira, G., & Bonadonna, A. (2023). Public Perception and Social Sustainability of Indoor Farming Technologies: A Systematic review. *Technology in Society*, 75, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102363>
- Mougeot, L. J. (2000). Urban agriculture: Definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. *Cities feeding people series*. International Development Research Centre (IDRC). <https://p2infohouse.org/ref/03/02555.htm>

- Mueller, A. E., & Segal, D. L. (2015). Structured versus semistructured versus unstructured interviews. En R. L. Cautin & S.O. Lilienfeld (Eds.), *The encyclopedia of clinical psychology* (pp. 1–7). John Wiley & Sons. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118625392.wbecp069>
- Müller, D., Veen, E., Jansma, J.E. (2022). *A typology of Urban Agriculture*. European Forum on Urban Agriculture. <https://edepot.wur.nl/579420>
- Nowysz, A., & Trocka-Leszczynska, E. (2021). Typology of urban agriculture architecture. *Acta Scientiarum Polonorum*, 20(3), 63-71. <https://doi.org/10.22630/aspa.2021.20.3.27>
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: origins, present, and future of the concept. *Communications of the Association for Information Systems*, 15, 1-44. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01601>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons. https://vace.uky.edu/sites/vace/files/downloads/9_business_model_generation.pdf
- O’Sullivan, C. A., McIntyre, C. L., Dry, I. B., Hani, S. M., Hochman, Z., & Bonnett, G. D. (2020). Vertical farms bear fruit. *Nature Biotechnology*, 38(2), 160–162. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0400-z>
- Our World in Data. (2015). *Employment by economic sector, United States, 1840 to 2015*. <https://ourworldindata.org/grapher/employment-by-economic-sector>
- Pinstrup-Andersen, P. (2018). Is it time to take vertical indoor farming seriously? *Global Food Security*, 17, 233-235. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.09.002>
- Pizzirani, S., Newell, R., Glaros, A., Rahman, S. & Newman, L. (2023). Vertical farming innovation: improving food security & conserving biodiversity. *Amplify*, 36(3), 38-47. <https://www.cutter.com/article/vertical-farming-innovation-improving-food-security-conserving-biodiversity>
- Pradhan, P., Callaghan, M., Hu, Y., Dahal, K., Hunecke, C., Reußwig, F., Lotze-Campen, H., & Kropp, J. P. (2023). A systematic review highlights that there are multiple benefits of urban agriculture besides food. *Global Food Security*, 38, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100700>

- Pradhan, P. (2022). Food transport emissions matter. *Nature Food*, 3(6), 406–407. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00563-2>
- Prasad, B., Panda, A., Harshavardhan, K., Pradhan, S. & Mohaptra, S. (2023). Advances in Vertical Farming: Innovations, Challenges, and Sustainable Agriculture for the Future. En S. D.T., B. Bhusan, S. Maitra, S. Pradhan & K. Harshavardhan (Eds.), *Farming for the Future: Smart Agriculture Innovations* (pp. 273-287). Renu Publishers. <http://dx.doi.org/10.30954/NDP-farming>
- Richardson, J. E. (2008). The business model: an integrative framework for strategy execution. *Strategic Change*, 17(5-6), 133-144. <http://dx.doi.org/10.1002/jsc.821>
- Shafer, S. M., Smith, H., & Linder, J. C. (2005). The power of business models. *Business Horizons*, 48(3), 199-207. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2004.10.014>
- Srinivasan, K., & Yadav, V. K. (2023). An Integrated Literature Review on urban and peri-urban Farming: exploring research themes and future directions. *Sustainable Cities and Society*, 99, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104878>
- Statista. (2023). *Forecast for vertical farming market global 2032*. <https://www.statista.com/statistics/487666/projection-vertical-farming-market-worldwide/>
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2–3), 172–194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U. B., & Sawicka, M. (2014). Farming in and on Urban buildings: Present practice and Specific novelties of Zero-Acreage Farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 43-54. <https://doi.org/10.1017/S1742170514000143>
- Thomson, L. (2022). Leveraging the Value from Digitalization: A business model exploration of new technology-based firms in vertical farming. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(9), 88-107. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2021-0422>

- Tooy, D., Supriatna, E., Ma'ruf, M. I., Parandy, L. M., & Barki, K. (2023). Towards global food Security: Vertical farming as an Innovative solution. *ENDLESS: International Journal of Futures Studies*, 6(3), 335–347. <https://doi.org/10.54783/endlessjournal.v6i3.229>
- United Nations. (2020). *Report of the UN Economist Network for the UN 75th Anniversary: Shaping the Trends of Our Time*. UN Economist Network. <https://www.unep.org/resources/report/Shaping-Trends-Our-Time-Report>
- United Nations. (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022>
- Urban Vine. (28 de junio de 2023). *Ekonoke*. www.urbanvine.co/blog/ekonoke-spain
- Urban Vine. (6 de enero de 2024). *Farmbrots*. www.urbanvine.co/blog/farmbrots-spain
- Urban Vine. (8 de enero de 2024). *Aloalto*. www.urbanvine.co/blog/aloalto-foods-spain
- Urban Vine. (21 de enero de 2024). *Gurban*. www.urbanvine.co/blog/gurban-spain
- Yang, M., Evans, S., Vladimirova, D., & Rana, P. (2016). Value uncaptured perspective for sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.102>
- Yang, Z., & Fu, L. (2023). Book Review | Urban and Regional Agriculture: Building Resilient Food Systems. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 20(1), 115–117. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.337012>
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). Sage Publications. <http://dx.doi.org/10.3138/cjpe.30.1.108>
- Yuan, G. N., Márquez, G. P. B., Deng, H., Iu, A., Fabella, M., Salonga, R. B., Ashardiono, F., & Cartagena, J. A. (2022). A review on urban agriculture: technology, socio-economy, and policy. *Heliyon*, 8(11), 1-57. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11583>
- Zauli, I., & Pennisi, G. (2023). Are vertical farms sustainable? *Frontiers for Young Minds*, 11, 1-7. <https://doi.org/10.3389/frym.2023.964569>

CAPÍTULO VIII. ANEXO

1. DOCUMENTO ADJUNTO ENVIADO A LOS ENTREVISTADOS



Carta de presentación de Juan Zapatero Lamas

Estimado/a señor/a:

Me es grato presentarle a Juan Zapatero Lamas, estudiante de Administración y Dirección de Empresas, quien actualmente se encuentra desarrollando de su Trabajo de Fin de Grado (TFG) en la Universidad Pontificia Comillas.

Como supervisora de su proyecto de TFG, me complace informarle que Juan está llevando a cabo una investigación sobre el fenómeno de la agricultura vertical en España, centrándose en el estudio de casos de diferentes modelos de negocio.

Esta investigación implica la recopilación de información que abarca diversas dimensiones y factores relacionados con la creación y desarrollo de los modelos de negocio. Esto incluye datos secundarios y perspectivas directas de los protagonistas a través de entrevistas. En este sentido, agradeceríamos mucho su colaboración reservando un espacio de 30-60 minutos para compartir con Juan sus impresiones y valoraciones sobre la experiencia con la agricultura vertical y el modelo de negocio en el que participa.

Por supuesto, todo ello desde el respeto de su derecho a la protección de datos y a retirarse de la investigación en cualquier momento, como Juan detallará en caso de que acepte colaborar con el estudio. Además, Juan le proporcionará un borrador de los resultados para contrastar la validez de los datos recopilados durante la entrevista, para asegurar la transparencia y la coherencia en el proceso de investigación.

Agradecemos de antemano su consideración y estamos a su disposición para proporcionar información adicional o aclaraciones que pueda necesitar.

Amparo Merino de Diego

Departamento de Gestión Empresarial

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (ICADE)

Universidad Pontificia Comillas

<https://web.comillas.edu/profesor/amerino>

2. GUIÓN DE LA ENTREVISTA

Datos introductorios:

- Año de fundación.
- Contexto de creación: proveniencia de los fundadores y motivos para fundarla.
- Tamaño de la empresa: superficie de cultivo, número de naves o contenedores, producción de dichos espacios, y número de empleados.

Propuesta de valor:

- ¿Qué productos o servicios ofrecéis? ¿Qué tiene de especial o de único lo que ofrecéis? ¿Qué trata el cliente de resolver con el consumo de vuestros productos?
- ¿Cuáles son vuestros clientes o segmento de clientes objetivo y cuál es la razón detrás de dicho enfoque?
- ¿Cuál veis que ha sido la receptividad que han tenido vuestros productos en aquellos consumidores españoles que los han probado?
- ¿Cómo gestionáis las relaciones con vuestros clientes y qué prácticas lleváis a cabo para conseguir nuevos?

Creación y entrega de valor:

- ¿Qué prácticas de sostenibilidad lleváis a cabo y qué relevancia tienen en vuestro modelo de negocio?
- ¿Qué tecnología utilizáis e incorporáis en vuestros sistemas de cultivo? ¿es *off-the-shelf* o es de creación y diseño propio?
- En relación con la tecnología, ¿qué método de cultivo usáis y por qué?
- ¿Cuáles son vuestras fuentes de financiación? ¿Existen dificultades en España para acceder al capital de los inversores?
- ¿Cuáles son vuestras principales alianzas o *partnerships*?
- ¿Qué canales de distribución maneáis para entregar vuestro producto al consumidor?

Captura de valor:

- ¿Cuáles son vuestras principales fuentes de ingresos?
- ¿Cuáles son vuestros principales costes?
- ¿Son rentables este tipo de empresas en España?

Pregunta final:

- ¿Cuáles son los principales riesgos y oportunidades a los que se enfrenta vuestra empresa y en general el sector de la agricultura vertical de interior en los próximos años en España?