

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

Sensores agroclimáticos

Estudio de Mercado

Autoría: Poggio Aguerre, Guillermo

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Poggio Aguerre, G.(2025). "Sensores agroclimáticos. Estudio de Mercado". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella].

Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella.

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13910>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>

SENSORES AGROCLIMATICOS

ESTUDIO DE MERCADOS

GUILLERMO POGGIO AGUERRE

TUTOR: ANDRES BORENSTEIN

AÑO: 2020

LUGAR: CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

CONTENIDO

- 1. AGRADECIMIENTOS**
- 2. RESUMEN**
 - 2.1 Introducción**
 - 2.2 Objetivos**
 - 2.2.1 Objetivo general**
 - 2.2.2 Objetivos específicos**
- 3. SELECCIÓN DE MERCADOS**
- 4. EL MERCADO**
 - 4.1. Introducción**
 - 4.2. Mercado del Cannabis en Argentina**
 - 4.2.1. Empresas productoras de Cannabis**
 - 4.2.2. Autocultivadores de Cannabis**
 - 4.3. Mercado Hortícola bajo cubierta en Argentina**
 - 4.4. Mercado Hortícola bajo cubierta en España**
 - 4.5. Oportunidades para soluciones Tecnológicas en el Sector**
 - 4.6. Análisis de la Demanda Estimada**
 - 4.7. Censo entre productores**
- 5. LA INDUSTRIA DE SENSORES**
 - 5.1. Competidores: Descripción de la Industria**
 - 5.2. Competencia: Conclusión.**
 - 5.3. Cinco Fuerzas de Porter.**
- 6. CONCLUSIONES**
- 7. TERMINOLOGIA**
- 8. BIBLIOGRAFIA**
- 9. ANEXOS**

1. AGRADECIMIENTOS

Aprovecho este espacio para agradecer a toda la institución de la UTDT, donde me han permitido en los 2 años de cursada nutrirme de conocimiento y sobre todo por la posibilidad de conocer compañeros que voy a recordar para toda la vida, con quienes espero cruzarme en la continuidad de mi desarrollo de carrera.

Agradezco especialmente a Andres Borenstein, tutor de este plan de negocio y a todos los docentes con quienes tuve la posibilidad de participar en sus cursos.

2. RESUMEN

1.1 Introducción

El siguiente trabajo, es un estudio que analiza la factibilidad de incorporar tecnología al mercado agrícola con productos de desarrollo nacional. Tecnología generada desde la electrónica e informática, cuyo principal objetivo es brindar información precisa en tiempo real a través de sensores agroclimáticos, como así también generar datos y recomendaciones mediante la retroalimentación del uso continuo de esta tecnología montada en una plataforma digital.

Se puede determinar en los últimos 10 años como se intensificó la agricultura a nivel mundial, dado por el aumento en la tasa de población y la limitante frontera agrícola, cuyo limite solo es expandible mediante la deforestación y avance sobre paisajes naturales tales como bosques, selvas, etc.¹ Es por ello que, para alimentar al mundo hay que hacer foco en aumentar la producción sobre la superficie cultivable, maximizando la eficiencia en el uso de los recursos y prestando especial atención a la trazabilidad de cada producto obtenido.

¹ <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail>

1.2 Objetivos

Se definen: objetivo general y objetivos específicos. El fin de ambos es lograr determinar el posible mejora que pueda generar la incorporación de tecnología migrada de la electrónica a la agricultura. Por lo cual, esta innovación busca no solo realizar un aporte en el proceso productivo, esto sería una mejora económica para el productor, sino que podría tener un impacto relevante para el consumidor. Este estudio se centra en el área productiva, buscando primeramente en que áreas de la agricultura generaría mejor introducción dadas sus características y luego analizar a sus actores.

1.2.1 Objetivo general

Siendo la industria agrícola muy dependiente de factores externos a la producción en sí, factores no controlables por el productor tales como clima, precios de la mercadería vendida, etc. El estudio busca el sector agrícola donde uno de sus principales factores como es el climático, pueda ser intervenido por el agricultor. Dado que la tecnología que motiva al estudio son sensores que miden parámetros climáticos, el mero hecho de medir sin poder realizar acciones para modificar determinadas situaciones adversas para los cultivos en desarrollo no tendría sentido. Esto induce a focalizarse en sistemas de producción que cuenten con la característica de poder modificar el microclima que los rodea.

El objetivo general es determinar el mercado a estudiar, y por lo anteriormente mencionado se determina al **mercado hortícola bajo invernadero**.

1.2.2 Objetivos específicos

Habiendo determinado el mercado target: Producción Hortícola bajo Invernadero, se determina los siguientes objetivos específicos del trabajo:

- Determinar características generales de la producción hortícola.
- Definir mercados hortícolas bajo cubierta: países.
- Análisis de contexto y del sector agroindustrial.
- Niveles tecnológicos alcanzados.

- Posibilidades de incorporación de tecnología de sensores agrícolas enbn cada mercado.
- Valorizar los mercados en su potencial económico.
- Segmentar clientes.
- Determinar la demanda.

3. SELECCIÓN DE MERCADOS

El mercado es toda producción hortícola en condiciones de ambiente controlado. Focalizado esto en el mercado argentino y en el mercado español, en el primero por ser una tecnología de desarrollo nacional, aquí se se identifican 2 grandes posibilidades: el mercado de cultivo de cannabis y la producción hortícola bajo invernadero. Respecto al mercado español, se estableció avanzar con el estudio de dicho mercado dado que es uno de los más importantes del mundo, tanto por tamaño como por nivel de avance tecnológico, por lo que su análisis cumple 2 grandes objetivos, uno es la evaluación en si de exportar tecnología nacional para competir en un mercado más desarrollado respecto al mercado argentino, y la otra es captar ideas para establecerlas en Argentina.

4. EL MERCADO

5.1 Introducción

A continuación, se realiza el análisis de los mercados con proyección a incursionar con productos de medición ambiental mediante el uso de sensores agroclimáticos, sus características, segmentación y análisis de números oficiales, potenciales y estimativos.

Dentro del mercado agrícola, el estudio se enfoca en los mercados de producción hortícola bajo condiciones agroclimáticas controladas, con diversos grados de control según los cultivos, la zona y la forma de producción.

La palabra horticultura deriva del vocablo “Hortualis”, que significa huerto. Hortalizas son las verduras y demás plantas cultivadas en la huerta. Bajo esta acepción se incluyen las plantas frutales, aromáticas y cultivos florales que normalmente existen en los huertos. Este concepto es amplio y es el que generalmente se acepta en los países anglosajones y se aplica en la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS) y aceptado por la Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)².

La producción de los cultivos a analizar se desarrolla indoor, ya sea en habitación con factores completamente controlados, como en invernáculos con condiciones parcialmente controladas, dado que el estudio se basa en la posibilidad de comercializar sensores agroclimáticos, y su mayor utilidad se considera en ambientes cuyos factores puedan ser modificados. Como señala Maroto, (1989): Invernadero es un recinto delimitado por una estructura de madera o de metal, recubierta por vidrio o cualquier material plástico de naturaleza transparente, en cuyo interior suelen cultivarse hortalizas y plantas ornamentales en épocas durante las cuales las condiciones climáticas externas no permitirían obtener el producto deseado³.

Los tipos de producción a los cuales se procede a estudiar para evaluar la posibilidad de incorporar sensores agroclimáticos de industria argentina son los siguientes:

- Producción de Cannabis en Argentina
- Producción hortícola bajo cubierta en Argentina
- Producción hortícola bajo cubierta en España

Seguidamente, se analiza cada uno de estos mercados, se determina potenciales, se identifica a los clientes, se los caracteriza y se evalúan posibilidades ofrecidas por cada uno de ellos de demandar tecnología electrónica de sensado climático.

² INTA PROGRAMA NACIONAL HORTALIZAS, FLORES Y AROMÁTICAS, 2009.

³ Maroto, J.V. (1989). Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

5.2 Mercado del Cannabis en Argentina

Dado el concepto de horticultura de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas, ubicamos la producción de cannabis dentro de este sistema, donde se aplican técnicas en ambiente controlado para beneficiar el desarrollo del cultivo de la manera más eficiente posible. Hoy en día convive la producción regulada bajo la Ley 27.669 y la producción informal donde la misma es estimada principalmente por revistas y clubes de producción de cannabis sativa.

SUPERFICIE CULTIVADA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Según datos recientes, las provincias argentinas muestran una distribución geográfica diversa en cuanto a la producción de cannabis⁴:

Jujuy: Con 7,78 hectáreas cultivadas por un solo productor, es la provincia con mayor superficie destinada al cultivo de cannabis medicinal.

Salta: Cuenta con 3,5 hectáreas distribuidas entre dos productores.

Buenos Aires: Posee 2,47 hectáreas divididas entre 20 productores.

Córdoba: Tiene 2 hectáreas cultivadas por dos entidades.

Chubut: Con 1,22 hectáreas cultivadas por dos productores.

San Juan: Dispone de 1,2 hectáreas cultivadas por dos productores.

Entre Ríos: Cuenta con 1,06 hectáreas cultivadas por dos productores.

Corrientes: Posee 0,72 hectáreas cultivadas por un productor.

Mendoza: Con 0,2 hectáreas cultivadas por un productor.

Estas cifras reflejan una concentración significativa de la producción en el noroeste y centro del país, especialmente en Jujuy, Salta y Buenos Aires.

⁴ https://www.industriacannabis.com.ar/es/el-mapa-del-cannabis-bonaerense-en-que-consisten-los-distintos-tipos-de-ordenanzas/?utm_source=chatgpt.com

Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y Provincia de Buenos Aires: Concentran más del 50% de los proyectos aprobados, destacándose como centros neurálgicos de la industria cannábica en el país.

Jujuy: La empresa estatal Cannava S.E. lidera la producción de cannabis medicinal, desarrollando productos que ya están en el mercado.

La Rioja: La empresa Agrogenética Riojana SAPEM registró la primera cepa nativa de cannabis en el Instituto Nacional de Semillas (INASE), abriendo posibilidades para futuras exportaciones.

Misiones: Proyectos como Misio-Pharma y Biofábrica se enfocan en la producción de cannabis para uso medicinal y en la investigación de productos biotecnológicos relacionados.

Noreste argentino (NEA): Provincias como Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Chaco y Formosa presentan realidades diversas, desde avances en producción e investigación hasta falta de adhesión a la Ley 27.350 en algunas regiones.

Según un informe del Observatorio de Cannabis de la Universidad Nacional de José C. Paz, el mercado de cannabis en Argentina podría alcanzar los USD \$1.697 millones en un escenario de regulación para uso tanto medicinal como adulto, con una recaudación anual proyectada de USD \$441 millones⁵.

4.2.1 Empresas productoras de Cannabis en Argentina

En Argentina, el sector del cannabis medicinal ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, con diversas empresas públicas y privadas dedicadas a la producción, investigación y comercialización de derivados de cannabis. A continuación, se presentan algunas de las principales empresas en este campo⁶:

⁵ <https://observatoriocannabis.unpaz.edu.ar/>

⁶ <https://www.cafabo.org.ar/main/noticias-ver/>

Cannava S.E. (Jujuy)

Tipo: Empresa estatal provincial

Descripción: Cannava es la primera empresa estatal dedicada a la producción de derivados medicinales de cannabis en Argentina. Ubicada en Jujuy, produce y comercializa productos como el aceite Cannava CBD10, utilizado para tratar diversas afecciones. Su planta tiene una capacidad de producción anual de 80 toneladas y cuenta con un laboratorio de I+D+i con tecnología de grado farmacéutico.

Pampa Hemp

Tipo: Empresa privada

Descripción: Pampa Hemp es una empresa que ha establecido un acuerdo con el INTA para desarrollar productos farmacéuticos a base de cannabis. Está acondicionando invernaderos en la Estación Experimental Agropecuaria de Pergamino para la germinación de plantas y la producción de materia prima para uso farmacéutico.

Incubo Biotech

Tipo: Empresa privada

Descripción: Ubicada en el Parque Industrial Privado San Vicente, en Buenos Aires, Incubo Biotech se dedica a la investigación, desarrollo y genética del cannabis con fines medicinales y cáñamo industrial. Trabaja en colaboración con el CONICET en proyectos de fitomejoramiento y desarrollo de genéticas específicas para el tratamiento de diversas patologías.

Misio-Pharma y Biofábrica

Tipo: Empresas públicas y privadas

Descripción: En la provincia de Misiones, proyectos como Misio-Pharma y Biofábrica se enfocan en la producción de cannabis para uso medicinal y en la investigación de productos biotecnológicos relacionados. Estas iniciativas buscan desarrollar una industria diversificada y tecnológicamente avanzada en la región.

Agrogenética Riojana SAPEM

Tipo: Empresa estatal provincial

Descripción: Agrogenética Riojana SAPEM es una empresa estatal que logró inscribir la primera cepa de cannabis nativa en el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Este hito abre la puerta para futuras exportaciones y posiciona a la provincia de La Rioja como un actor clave en la industria del cannabis medicinal.



Producción de Cannabis bajo invernadero en Jujuy.

4.2.2 Autocultivadores de Cannabis en Argentina

En Argentina, el cultivo de cannabis está regulado principalmente para fines medicinales y científicos. El Registro del Programa de Cannabis (REPROCANN), creado por el Ministerio de Salud en 2021, permite a personas con indicación médica cultivar cannabis para uso terapéutico, ya sea de forma individual o a través de organizaciones autorizadas. La inscripción en este registro es obligatoria y se realiza a través de la plataforma oficial del gobierno. Los cultivadores deben contar con un diagnóstico médico que respalde el uso de cannabis y cumplir con los requisitos establecidos por las autoridades sanitarias⁷.

El Instituto Nacional de Semillas (INASE) regula las condiciones de producción, manejo y acondicionamiento de las semillas de cannabis. Las actividades de cultivo

⁷ <https://reprocann.salud.gob.ar>

deben realizarse en invernaderos o predios de seguridad, y el material vegetal debe mantenerse bajo estrictas medidas de control y trazabilidad. El INASE también supervisa la importación de semillas y la disposición final de los residuos generados durante el cultivo⁸.

En 2024, se introdujeron modificaciones en la normativa que limitan la cantidad de personas que un cultivador puede representar, estableciendo un máximo de dos pacientes por cultivador. Además, se especificaron los rangos permitidos de cultivo, con un máximo de 9 plantas florecidas por paciente y superficies de cultivo de hasta 6 m² en interiores y 15 m² en exteriores. También se reguló el transporte de los productos derivados del cannabis, permitiendo cantidades específicas de flores secas o aceites para su traslado⁹.

A nivel provincial, Mendoza ha sido pionera en la reglamentación del cultivo de cannabis para uso medicinal, estableciendo una ley que integra aspectos económicos y de salud. La provincia ha creado una Unidad de Control de Cannabis que regula los proyectos productivos, asegurando la calidad y trazabilidad de la producción desde la importación de semillas hasta el destino final del producto.

El mundo del autocultivo, como así también, las salas de cultivo, es una industria “florecente” en llano crecimiento, y que cuenta con fondos excedentes cuantiosos, ya que el producto tiene un valor de mercado muy alto, mucho más alto que cualquier otro cultivo intensivo.

REPROCANN: El Registro del Programa de Cannabis (REPROCANN), administrado por el Ministerio de Salud, permite el autocultivo de cannabis con fines medicinales. Hasta octubre de 2023, se habían registrado cerca de 300.000 personas en todo el país. Los usuarios autorizados pueden cultivar entre 1 y 9 plantas florecidas en un espacio de hasta 6 m², ya sea en interior o exterior. También se les permite transportar hasta 40 gramos de flores secas o 6 frascos de 30 ml de aceite.

⁸ <https://www.argentina.gob.ar/inase/cultivodecannabis>.

⁹ <https://elplanteo.com/reprocann>

Desde diciembre de 2023, se han reportado demoras significativas en la aprobación de trámites, con más de 100.000 solicitudes pendientes a febrero de 2025¹⁰.

Crecimiento de grow shops: En el último año y medio, se han abierto más de 200 grow shops en Argentina, tanto en tiendas físicas como en línea. Estos establecimientos ofrecen insumos para el autocultivo, como fertilizantes, carpas y luces.

Clubes de cultivo: Se estima que existen alrededor de 400 clubes de cultivo en el país. Estos clubes, también conocidos como asociaciones civiles, permiten a sus miembros cultivar cannabis de manera colectiva para uso medicinal.

Además de los autocultivadores individuales, existen figuras como el cultivador solidario, que permite a una persona cultivar para hasta 2 pacientes (incluyéndose a sí mismo). Sin embargo, esta modalidad ha sido limitada por una reciente resolución que reduce el número de personas que un cultivador solidario puede asistir.

Asimismo, las ONG y asociaciones civiles pueden cultivar para sus asociados, con un límite de 9 plantas por paciente autorizado. Actualmente, hay 51 organizaciones registradas en el REPROCANN, aunque existen miles de solicitudes pendientes debido a demoras en la aprobación.

Existen tres segmentos principales dentro de este mercado:

Producción en salas de cultivo: Empresas y cooperativas han comenzado a desarrollar instalaciones especializadas para el cultivo en interiores con condiciones controladas. Estas salas requieren tecnología avanzada para la regulación de temperatura, humedad, luz y ventilación.

Autocultivo en carpas indoor: Se estima que más de 3 millones de personas en Argentina practican el autocultivo en carpas indoor. Estas configuraciones dependen de equipamiento específico, como iluminación LED, extractores y controladores de clima, que pueden beneficiarse del monitoreo en tiempo real mediante sensores.

Clubes de cultivo: Con el crecimiento de la regulación, han proliferado clubes de cultivo donde se producen plantas para socios que no pueden o prefieren no cultivar por cuenta

¹⁰ <https://www.cba24n.com.ar/argentina>

propia. Estos espacios requieren una gestión eficiente de variables ambientales y pueden representar un nicho clave para la introducción de sensores agroclimáticos.



Autocultivo de Cannabis en CABA.

TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Espacio de cultivo

- Carpas de cultivo (grow tents): reflectantes por dentro, aíslan luz y temperatura.
- Revestimientos reflectantes: como Mylar, para aprovechar la luz al máximo.

Iluminación

- LEDs full spectrum: bajo consumo, menos calor, simulan luz solar.
- Luces HPS y MH: lámparas de alta presión para floración (HPS) y crecimiento (MH).
- Controladores de fotoperiodo: temporizadores automáticos para ciclos luz/oscuridad.

Ventilación y control climático

- Extractores e inductores: renuevan el aire, eliminan olores y controlan temperatura.
- Filtros de carbón activado: eliminan el olor del cannabis hacia el exterior.
- Humidificadores y deshumidificadores: ajustan humedad relativa según la etapa del cultivo.
- Aires acondicionados o calefactores portátiles: para mantener una temperatura estable.

Suelo, agua y nutrientes

- Medidores digitales de pH y EC: esenciales para controlar la acidez del agua y la cantidad de sales/nutrientes.
- Sistemas hidropónicos o aeropónicos (menos comunes en autocultivo): cultivan sin tierra, usando soluciones nutritivas.

Valores de insumos inicial (por m²):

Elemento	Detalle	Costo Aprox. por m² (USD)
Carpa de cultivo	Carpa reflectante 100x100x200 cm	\$35
Iluminación LED	Panel LED full spectrum 100W	\$70
Sistema de ventilación	Extractor + filtro de carbon	\$60
Controladores y sensors	Temporizador, termohigrómetro, medidores	\$25
Macetas textiles + bandeja	3-4 plantas por m ²	\$10
Suelo (sustrato completo)	Tierra preparada, perlita, humus	\$10
Nutrientes y fertilizantes	Para vegetativo y floración	\$20
Sistema de riego por goteo básico	Kit con mangueras, goteros y bomba para riego automático.	\$40
Lupa 60x con luz LED	Para observar tricomas y determinar el momento óptimo de cosecha.	\$10

Elemento	Detalle	Costo Aprox. por m² (USD)
Filtro de carbono 4"	Controla olores, esencial en cultivos indoor.	\$50
Medidor pH/EC 4 en 1	Herramienta para monitorear la acidez y conductividad del agua.	\$90
Macetas textiles 10L	Mejoran la aireación de las raíces, evitando el encharcamiento.	\$5 por unidad
Temporizador analógico	Controla el ciclo de luz para las plantas.	\$10

Costo de insumos por ciclo

Elemento	Detalle	Costo mensual estimado por m²
Electricidad (luz, extracción)	18h/día vegetativo, 12h floración	\$30
Fertilizantes de reposición	Aditivos y refuerzos	\$10
Agua, riego y otros	Dependerá del tipo de riego	\$5

Los costos de iniciales rondan los 435 USD x m². Y por ciclo productivo 480 USD por m². Por metro cuadrado se producen unas 4 plantas y lo permitido es 9 plantas por autocultivador, por lo que estimamos 2 m² cuadrados por cada uno de ellos, siendo así un costo por ciclo promedio de 960 USD, cuya inversión inicial rondaría los 870 USD.

La planta de Cannabis Sativa, es especialmente sensible a valores óptimos de DPV, y el cultivador promedio suele no tener años de experiencia de campo que le permitan manejar "a ojo" por lo cual, la aplicación de la ciencia a este cultivo es clave y mucho más atractiva. El DPV es un valor derivado de la humedad relativa y temperatura, las cuales, la mayoría de los cultivadores pequeños y medianos miden manualmente mediante termohigrómetros de baja calidad, y sin conectividad.

La utilización de un medidor de humedad, temperatura (y consecuentemente DPV) con el agregado de medición de radiación lumínica para contrastar el rendimiento de las luminarias, es extremadamente atractiva para todos los usuarios, y de los testeos preliminares de mercado que se han hecho, con un producto accesible. Asimismo, es de

gran interés para los cultivadores, la opción de poder agregar un control automático de los dispositivos de sus salas/carpas.

CONCLUSIONES DEL MERCADO

En los últimos años, la producción de cannabis en Argentina ha crecido exponencialmente debido a la regulación para uso medicinal y la expansión del autocultivo recreativo. Con la Ley 27.350 y su reglamentación, se ha permitido el cultivo para fines medicinales bajo autorización, lo que ha generado un mercado emergente en torno a la producción controlada y el acceso a tecnologías de optimización del cultivo.

El mercado del cannabis presenta ventajas competitivas para la adopción temprana de tecnología debido a su alto valor agregado y la necesidad de precisión en el cultivo. Dividiendo la producción en empresas especializadas y autocultivadores (registrados e informales). Estos últimos, con baja experiencia en la producción del cultivo y con necesidades de suplir dicha falta de experiencia con tecnología. Respecto a las empresas especializadas, sus sistemas de producciones son muy similar a la producción hortícola bajo invernadero que se describe a continuación, tanto en lo que a tecnología se refiere como a los costos de producción.

4.3 Mercado hortícola bajo cubierta en Argentina

Se estima que existen alrededor de 7.000 hectáreas bajo cubierta en el país, de las cuales el 80% se destinan a la horticultura, el 11% a la floricultura y el resto se dedica a viveros y plantas aromáticas, entre otros cultivos¹¹. Dentro del 11% se encuentra el mercado de producción cannábica, descrito anteriormente (0,2% del total).

Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), indica que, en comparación con otros sistemas productivos, la producción agrícola protegida es relativamente reciente en la Argentina por lo que su desarrollo tecnológico es aún

¹¹ INTA INVERNADEROS Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54), 2019. Pag.10

insuficiente para lograr una mayor eficiencia productiva en cuanto a rendimientos, calidad y consecuentemente, competitividad.¹²

La horticultura es una actividad intensiva, que ocupa en general menor superficie que otras actividades agrícolas, pero que aporta gran valor agregado. De las alrededor de 270 millones de hectáreas que tiene el país, cerca de 30 millones se dedican a la agricultura y de éstas sólo el 2% a la producción hortícola; sin embargo, la producción de hortalizas representa alrededor del 11% del producto bruto agrícola del país.¹³

Alrededor del 93% de la producción nacional de hortalizas se destina al mercado interno y el 7% se exporta. El 90% de la producción nacional se consume en fresco y se comercializa en mercados mayoristas, verdulerías e hipermercados, el restante 10% se industrializa¹⁴.

El consumo diario de hortalizas en Argentina ronda los 140 g por habitante, lejos de lo aconsejado por la Organización Mundial de la salud (OMS), que recomienda 400 g por habitante y por día. Aunque la tendencia de los últimos años es un incremento en el consumo promedio.¹⁵

Una oportunidad que se ratifica es la tendencia mundial de incremento del consumo de hortalizas por su asociación con efectos benéficos para la salud. Para ello es fundamental asegurar la trazabilidad e inocuidad de la producción, de allí la necesidad de desarrollar e implementar protocolos de buenas prácticas y sistemas de producción integrada, entre otras alternativas.

Respecto a la floricultura, en la Argentina, para el año 2002, de acuerdo a un estudio de INTEA-INTA-JICA, se estimaba el valor de ventas de la producción de flores y plantas ornamentales en 159 millones de dólares, valor que actualmente se lo puede ubicar cerca de los 200 millones de dólares. La cantidad de productores es de alrededor de 1300, con una superficie total de 2.500 has, de las cuales 650 hectáreas se cultivan bajo cubierta.

¹² INTA INVERNADEROS Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54), 2019. Pag.12

¹³ INTA PROGRAMA NACIONAL HORTALIZAS, FLORES Y AROMÁTICAS, 2009.

¹⁴ <https://mercadocentral.gob.ar/informacion>

¹⁵ Secretaría de Salud de la Nación. Encuesta Nacional de Factores de Riesgo, 2019.

El 99% de la producción nacional se consume en el mercado interno, concentrado en el AMBA, que junto con Brasil son los mayores de Sudamérica. Argentina no figura como país exportador de bulbos, flores u otros productos florícolas a pesar de presentar un gran potencial por su situación geográfica lo que le da la posibilidad de producir en contra estación respecto de los países importadores, además de las ventajas agroclimáticas y tecnologías disponibles¹⁶.



Producción de tomate bajo invernadero en La Plata.

¹⁶ INTA INVERNADEROS Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54), 2019. Pag.12



Producción de flores bajo invernadero en La Plata.

SUPERFICIE CULTIVADA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

De las más de 7000 hectáreas que se estiman en producción bajo cubierta, estas se encuentran en la región de Buenos Aires principalmente, que lidera la producción protegida nacional (particularmente La Plata) seguido por el NEA (Corrientes, fundamentalmente) y el NOA (Salta, principalmente). En términos de producción de hortalizas, dicha información también indica que el 39% de la superficie correspondía al cultivo de tomate, un 24% con pimiento y el 27% con hortalizas de hoja.¹⁷

Según una estimación del CAPP (Comité Argentino de Plásticos para la Producción Agropecuaria), en 2015 la superficie total de invernaderos era de aproximadamente 6517 ha, con porcentajes de utilización (horticultura, fruticultura y viveros). Estimaciones recientes indican que en 2016 solo la zona del Gran La Plata (Florencio Varela, Berazategui y La Plata) la superficie cubierta es de 5462 has. (Miranda, 2017).

A diferencia de los cultivos extensivos, donde la secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGPyA) lleva un registro oficial que publica semanalmente las hectáreas producidas en el país y su avance productivo. No hay un registro oficial de las hectáreas en producción bajo invernadero de organismos públicos en Argentina, estas son

¹⁷ INTA INVERNADEROS Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54), 2019.

TECNOLOGIA UTILIZADA

Los invernaderos nacionales se han desarrollado aprovechando estructuras locales existentes o copiando modelos de otras zonas de producción (p. ej. España y Chile principalmente) pero en ningún caso sobre bases científicas para lograr el mejor aprovechamiento climático de cada región en particular.

A su vez, estas estructuras utilizadas, que como se mencionó anteriormente no son las más adecuadas para las zonas productivas, no cuentan con mediciones y registros de condiciones micro ni macro ambientales, por lo que se limitan a lo que el productor o asesor mida en el lugar o estime en un determinado momento. Y que, a su vez, anote estos datos para llevar un registro histórico de los mismos, practica que no es habitual.

A nivel nacional la tecnología empleada para la producción bajo cubierta es insuficiente y existe poca información en lo referente a la influencia del tipo de estructuras más comunes en la Argentina y su relación con los factores ambientales internos. El manejo de los factores ambientales y del cultivo es totalmente empírico, en base a la experiencia de prueba y error de cada productor en particular. Los rendimientos de los cultivos hortícolas protegidos resultan dispares, pues son pocas las variables que se han estado optimizando al no existir una base técnico-científica que permita lograr el máximo desarrollo. Si bien estos sistemas de manejo en algunos casos son exitosos, en general no se aprovecha la potencialidad productiva que podría darse bajo estas condiciones.

PRINCIPALES ACTORES Y ANALISIS COMPETITIVO

La diferencia fundamental en los logros productivos entre los productores es el grado de entendimiento o asesoramiento que tienen o reciben. Es por ello que podemos segmentar a los mismos de acuerdo al tamaño en hectáreas bajo invernadero, nivel tecnológico y zona de producción.

Como se mencionó anteriormente, las principales zonas de producción hortícola bajo cubierta en Argentina son las siguientes:

BUENOS AIRES → Cinturón hortícola de La Plata: estimado 5500 hectáreas bajo cubierta.

NEA → Goya – Corrientes: estimado 1350 hectáreas bajo cubierta.

NOA → Oran – Salta: estimado 450 hectáreas bajo cubierta.

En un estudio de mercado realizado por la empresa GEA¹⁹ para la empresa DuPont en el año 2019, se determinaron los siguientes tipos de productores por zona:

ZONA: BUENOS AIRES						
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Agr.	Ing. Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share	
Grande	20 - 40 hectareas	Si	Alto	25	16%	
Mediano	5 - 8 hectareas	No	Medio	400	47%	
Pequeño	2 - 5 hectareas	No	Medio y bajo	550	37%	
ZONA: NEA – CORRIENTES						
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de produccion bajo invernadero	Asesorado por Agr.	Ing. Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share	
Grande	10 - 30 hectareas	Si	Alto	20	30%	
Mediano	2 - 6 hectareas	No	Medio	120	39%	
Pequeño	1 - 2 hectareas	No	Medio y bajo	390	31%	
ZONA: NOA – SALTA						
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de produccion bajo invernadero	Asesorado por Agr.	Ing. Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share	
Grande	30 - 50 hectareas	Si	Alto	5	44%	
Mediano	5 - 8 hectareas	No	Medio	20	29%	
Pequeño	2 - 5 hectareas	No	Medio y bajo	35	27%	

Tomando esta información y proyectando a las hectáreas actuales de producción bajo invernadero (dado que el estudio se realizó en 2019) donde los porcentajes de participación de mercado de cada tipo de productor han de mantenerse, se puede

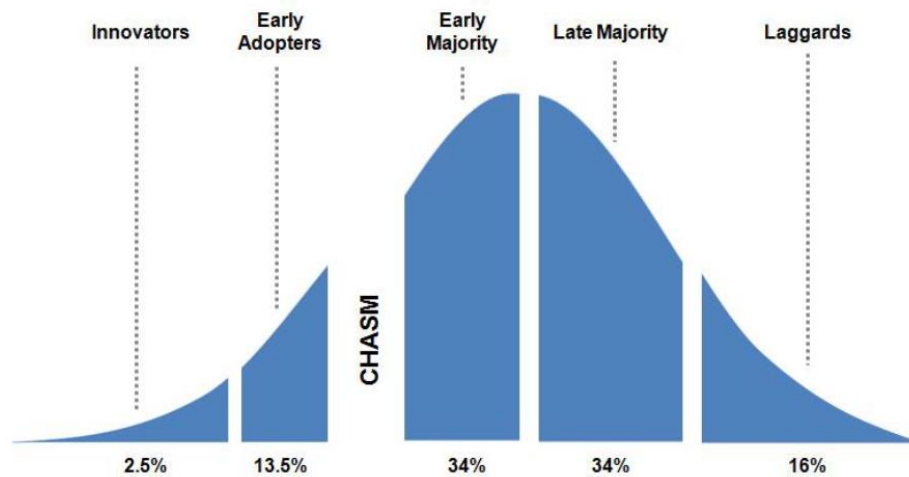
¹⁹ GEA Research for Estretegy. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA: Mercado de Nematicidas en Tomate para consumo fresco, 2019.

categorizar a los productores de la siguiente manera según la curva de adopción de Geoffrey Moore (1991) vista en la materia de Marketing del MBA de la UTDT:

- Grandes productores → 50 productores. Superficie total: 1483 hectáreas.
- Productores medianos → 540 productores. Superficie total: 3233 hectáreas.
- Pequeños productores → 975 productores. Superficie total: 2275 hectáreas.

Del total de productores contabilizados = 1565 podemos identificarlos de la siguiente manera:

- *Innovators* 39 productores
- *Early Adopters* 211 productores
- *Early Majority* 532 productores
- *Late Majority* 532 productores
- *Laggards* 250 productores



Curva de adopción de tecnología. Fuente: Geoffrey Moore (1991)

Dentro de los productores identificados como *Innovators*, asumimos que se encontrarían la mayor parte de grandes productores. A su vez, los *Early Adopters* también involucrarían a una porción menor de grandes productores y fundamentalmente a los productores medianos.

Luego se encontrarían los *Early Majoritys*, vinculados fundamentalmente a productores medianos y *Late Majority* y *Laggards* en su mayoría pequeños productores.

Todos los productores tanto grandes, medianos como pequeños, se proveen de productos de los agroinsumos locales. Estas ofrecen agroquímicos, fertilizantes, semillas, plásticos y madera para la confección de invernáculos, mangueras y bombas para los sistemas de riego entre otros. A su vez estas asesoran sobre los productos a utilizar a pequeños y medianos productores, los que no cuentan con asesoramiento profesional y son las que introducen nuevos productos al mercado en conjunto con los grandes productores donde se llevan a cabo los ensayos y posteriores evaluaciones, para luego compartir los resultados.



Agroinsumos AJGD en La Plata, 2019.

Estos resultados se presentan en días de campo organizados en invernáculos experimentales con la participación de empresas vinculadas al sector. Aquí participan todo tipo de productores y se generan los intercambios técnicos y actualizaciones respecto a innovaciones tecnológicas tanto de prácticas, como de insumos nuevos que se estén lanzando. También se hace una revisión de la situación de plagas y enfermedades que se hayan presentado durante la campaña y formas que cada uno haya resuelto.

El mercado agrícola bajo invernadero en Argentina es un mercado muy atomizado, se presenta como un mercado perfecto donde la entrada o salida de algún jugador no

modifica el esquema de producción y no influye en el precio de los productos producidos. Este está determinado únicamente por la oferta y la demanda, es por ello que se cuándo baja la producción de la zona de Gran La Plata por condiciones climáticas, ingresan los productos de Oran y Goya.

NECESIDADES DE LOS PRODUCTORES

Se identificaron las siguientes necesidades de los productores Hortícolas bajo invernadero en Argentina:

- Acceso a insumos y financiamiento

Los productores enfrentan altos costos de insumos (estos están dolarizados), como semillas, fertilizantes y combustibles, que se ven incrementados por la inflación y la volatilidad económica. Además, el acceso a créditos es limitado, con tasas de interés elevadas que dificultan la inversión en insumos y mejoras productivas. Por lo que se necesita facilitar el acceso a créditos con tasas de interés accesibles y condiciones favorables para la adquisición de insumos y mejoras tecnológicas.

- Precios justos y estabilidad en la comercialización

La falta de regulación en los precios y la presencia de intermediarios en la cadena de comercialización resultan en que los productores reciban precios que no cubren sus costos de producción. En algunos casos, esto lleva a situaciones donde el costo de cosecha supera el valor recibido por la venta de los productos, fundamentalmente cuando se presenta diferencias respecto al Dólar y al Peso, donde lo invertido en insumos está dolarizado y la venta de productos al final de la campaña está pesificada. Esto presenta una gran incertidumbre y lleva en muchos casos a ahorrar en el uso de insumos, lo cual impacta directamente en los rendimientos obtenidos y en márgenes de ganancia inferiores o hasta incluso negativos. Esto genera la necesidad de implementar políticas públicas que regulen los precios y apoyen la comercialización directa, garantizando precios justos para los productores.

- Infraestructura y condiciones laborales

Muchos productores operan en condiciones precarias, con infraestructuras inadecuadas y sin acceso a servicios básicos. Además, la inseguridad en las zonas rurales y la falta de caminos adecuados dificultan la comercialización de los productos y aumentan los costos operativos. Necesitando que se fortalezca la infraestructura rural, mejorando caminos y servicios básicos para facilitar la producción y comercialización.

- Asistencia técnica y adopción de tecnologías sostenibles

Existe una necesidad de fortalecer la asistencia técnica para la adopción de tecnologías sostenibles, como los bioinsumos y prácticas agroecológicas, que permitan reducir costos y mejorar la calidad de los productos. Iniciativas como las desarrolladas por la Universidad Nacional de La Plata buscan validar y promover estas tecnologías entre los productores: La Universidad Nacional de La Plata (UNLP), a través de su Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, ha implementado diversas iniciativas para promover tecnologías agroecológicas entre los productores hortícolas, especialmente en el cordón hortícola del Gran La Plata. A continuación, se detallan algunas de estas iniciativas:

- ➔ **Biofábrica Escuela (EsBio):** La Biofábrica Escuela, ubicada en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, es un espacio dedicado a la investigación, elaboración y validación de bioinsumos y biopreparados. Su objetivo es fortalecer la transición hacia sistemas agroecológicos de producción, proporcionando a los productores herramientas para sustituir insumos químicos por alternativas biológicas, reduciendo costos y mejorando la sostenibilidad de sus cultivos.
- ➔ **Diplomatura en Producción Hortícola y Florícola:** Esta diplomatura, impulsada por la UNLP, ofrece formación técnica a productores hortícolas y florícolas, abordando aspectos como la producción sostenible, el manejo de cultivos y la comercialización. La capacitación incluye módulos prácticos y teóricos, con énfasis en la agroecología y la utilización de bioinsumos.
- ➔ **Talleres de Elaboración de Bioinsumos:** En el marco de la diplomatura, se realizan talleres prácticos donde los participantes aprenden a elaborar bioinsumos como supermagro y caldo sulfocálcico. Estos talleres fomentan el intercambio de conocimientos entre productores y técnicos, facilitando la adopción de prácticas.

- ➔ Proyecto Institucional para el Desarrollo Tecnológico y Social (PITS): El proyecto "Hacia un nuevo paradigma en protección fitosanitaria: bioinsumos para una agricultura familiar sustentable" busca reducir la dependencia de insumos químicos mediante el uso de bioinsumos basados en hongos beneficiosos y productos vegetales. Este enfoque contribuye a un ambiente más saludable para los productores y la comunidad, y genera alimentos de mejor calidad.
- ➔ Diálogo de Saberes con Productores: La UNLP promueve el "diálogo de saberes" mediante talleres y encuentros con productores, técnicos y extensionistas. Estos espacios permiten compartir experiencias y conocimientos, fortaleciendo la adopción de tecnologías agroecológicas y fomentando la colaboración entre la academia y la comunidad productiva.

Estas iniciativas reflejan el compromiso de la UNLP con la sostenibilidad y el desarrollo de la agricultura familiar, ofreciendo a los productores herramientas y conocimientos para mejorar sus prácticas y adaptarse a modelos de producción más sustentables.²⁰ Aun así, esto es insuficiente por la llegada a una cantidad limitada de productores y por la necesidad de promover capacitación y asistencia técnica en que reduzcan costos y mejoren la trazabilidad de productos. También fomentar la organización de los productores en cooperativas y asociaciones que les permitan negociar colectivamente y acceder a mercados más amplios.

5.4 Mercado hortícola bajo cubierta en España

Dentro del sector agrícola español, la producción hortícola bajo invernadero constituye una de las actividades más intensivas y de alto valor agregado. La horticultura intensiva bajo abrigo ocupa una fracción pequeña de la superficie agraria (aprox. 0,3% de la superficie agrícola utilizada en España) pero aporta una proporción muy significativa de la producción agrícola total²¹. España es el segundo país del mundo por

²⁰ <https://unlp.edu.ar/investiga/cienciaenaccion>

²¹ UNA VISIÓN GLOBAL DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DEL CENSO AGRARIO 2020.

superficie invernada, con alrededor de 70.000 hectáreas dedicadas a cultivos, y líder en Europa en este tipo de agricultura intensiva. En particular, la región de Andalucía es el motor de este sector: aporta cerca del 43% de todas las hortalizas de España y aproximadamente el 10% de las de la UE. Dentro de Andalucía destaca la provincia de Almería – conocida como el “mar de plástico” – que gracias a su clima benigno y abundante radiación solar se ha convertido en uno de los mayores polos de horticultura bajo abrigo a nivel mundial. Almería, junto con zonas vecinas, abastece gran parte de las hortalizas frescas de Europa durante los meses de otoño a primavera, siendo referente en cultivos como tomate, pimiento, pepino, calabacín, berenjena, melón y sandía fuera de temporada²².

La expansión de la horticultura intensiva en España es un fenómeno relativamente reciente, iniciado en la segunda mitad del siglo XX. En la década de 1950 el área del Campo de Dalías en Almería apenas contaba con pequeños cultivos al aire libre; pero la introducción de cubiertas plásticas, acolchados y riego por goteo revolucionó la productividad de la zona. Actualmente, se estima que los invernaderos almerienses producen del orden de 3,5 a 4 millones de toneladas de hortalizas y frutas hortícolas al año, contribuyendo con alrededor del 20% del valor de toda la producción agrícola andaluz. Este “milagro agrícola” se ha logrado intensificando la producción (con hasta 1,4 ciclos de cultivo por año en la misma superficie) e incorporando mejoras varietales y de manejo. Sin embargo, el desarrollo tecnológico de los invernaderos españoles ha sido históricamente gradual y orientado a la rentabilidad, predominando modelos de bajo costo, pero alta eficiencia en el uso de recursos naturales²³.

En las siguientes secciones se analiza en detalle la situación actual del sector: superficie y distribución geográfica, cultivos predominantes, nivel tecnológico y adopción de AgTech, inversiones en innovación, barreras de entrada y regulación, principales actores y competencia, canales de comercialización, necesidades de los productores y

²² <https://www.mapa.gob.es/es/>

²³ <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/>

oportunidades para nuevas soluciones tecnológicas en la horticultura bajo invernadero española.

SUPERFICIE CULTIVADA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La superficie de cultivos hortícolas bajo invernadero en España ha experimentado un fuerte crecimiento en las últimas décadas. Según el Censo Agrario 2020, alcanzó unas 65.000 hectáreas a nivel nacional. Esta cifra continúa en aumento y algunas estimaciones la sitúan por encima de 70.000 ha hacia 2023²⁴. No obstante, la distribución geográfica es muy desigual: casi la mitad de toda esta superficie se concentra en la provincia de Almería (Andalucía). Almería contaba en 2021 con alrededor de 33.000 ha de, cifra que representa aproximadamente el 50% del total. Si se incluyen las zonas limítrofes de la costa de Granada (aprox. 3.300 ha) y parte de Murcia (unos 5.600 ha), el sureste español conforma un clúster de más del 60% de la superficie bajo abrigo del país.²⁵

Otras regiones relevantes son el poniente andaluz y las islas Canarias. En la provincia de Huelva (Andalucía occidental), dedicada principalmente a frutos rojos bajo túneles altos, había cerca de 11.900 ha de cultivos protegidos (casi un 18% del total) con explotaciones de mayor tamaño promedio (≈ 8 ha). Las Islas Canarias (provincias de Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife) aportan conjuntamente alrededor de 6.500 ha ($\approx 10\%$ del total), destinadas en buena medida a cultivos exportables como el tomate de invierno y ciertas producciones tropicales bajo abrigo. Otras provincias del litoral mediterráneo (como Alicante y Valencia en la Comunidad Valenciana, o Málaga y Cádiz en Andalucía) suman superficies menores dedicadas a invernaderos, frecuentemente orientados a floricultura o a cultivos hortícolas específicos de alto valor. En conjunto, diez provincias españolas concentran más del 93% de la superficie bajo invernadero, siendo Almería la líder absoluta seguida por Huelva y Murcia. Esta distribución geográfica responde tanto

²⁴ <https://fyh.es/>

²⁵ <https://www.mapa.gob.es/es/>

a ventajas climáticas (zonas con inviernos suaves y alta insolación) como a dinámicas históricas de desarrollo agroindustrial en dichas regiones.

En resumen, el epicentro de la horticultura invernada española es Almería y su entorno (Sureste peninsular), complementado por polos secundarios (Huelva para berries, Canarias para ciertos exportables, y áreas dispersas en Mediterráneo sur).

TIPOS DE CULTIVOS HORTÍCOLAS PREDOMINANTES

La gama de cultivos hortícolas bajo invernadero en España es amplia, pero un conjunto de hortalizas de fruto domina la producción por su adaptación a los ciclos intensivos y a la demanda de mercados en invierno. En los invernaderos del sureste (Almería-Granada-Murcia) sobresalen: pimiento, tomate, pepino, calabacín, berenjena, melón, sandía y judía verde, ocho productos principales concentran la mayor parte de la superficie y del volumen cosechado.

Cabe señalar la especialización regional en ciertos productos. Almería concentra la mayor parte de pimiento, tomate, berenjena y pepino de exportación. Huelva, por su parte, sobresale en los frutos rojos en cultivos protegidos (fresa, arándano, frambuesa bajo túneles), aunque estos no son hortalizas clásicas, forman parte de la horticultura intensiva. En Canarias históricamente dominó el tomate de invierno para exportación (sector que ha disminuido en las últimas décadas) y actualmente destaca el plátano en invernaderos malla. En Murcia y otras zonas mediterráneas, algunos cultivos específicos (como flor cortada, lechuga invierno, o pimiento italiano temprano) tienen importancia local. No obstante, la matriz productiva nacional en cuanto a hortalizas bajo invernadero está liderada por las variedades de fruto mencionadas, orientadas al mercado fresco. El portafolio de cultivos combina alto volumen en productos tradicionales con nichos de especialidad, siempre bajo el paraguas de un modelo intensivo que busca abastecer mercados exigentes durante todo el año.

TECNOLOGÍA UTILIZADA EN LOS INVERNADEROS

La tecnología empleada en los invernaderos españoles abarca distintos niveles de sofisticación, desde instalaciones muy básicas hasta sistemas automatizados modernos. En general, predomina un modelo de “invernadero solar” pasivo, típico de Almería, con estructuras simples y mínimo control climático artificial, lo que ha permitido mantener bajos costos operativos. El riego por goteo es una de las tecnologías transversales más adoptadas: prácticamente el 100% de las explotaciones utiliza goteo para optimizar el uso del agua y la fertilización (fertirriego), dado que el agua es un recurso escaso y costoso en las zonas productoras. España fue pionera en masificar el riego por goteo en horticultura desde fines del siglo XX, logrando una alta eficiencia hídrica (Andalucía exhibe eficiencias cercanas al 90% en riego localizado). Además, se emplean tecnologías como acolchados plásticos de suelo, mallas anti-insectos en ventanas y sistemas de ventilación manual o automática para regular la temperatura. Sin embargo, los sistemas avanzados de climatización (calefacción, refrigeración activa) no están muy extendidos: apenas un 13% de los invernaderos andaluces disponen de climatización activa (ej. calderas o enfriamiento). La regulación del clima se realiza mayoritariamente mediante ventilación natural a través de ventanas cenitales (presentes en 55% de invernaderos) y/o laterales (41%) y con prácticas como encalados de cubierta (para sombreo en verano) o uso de doble techo interior en invierno para retener calor.²⁶

En los últimos años, ha cobrado impulso la incorporación de sensores IoT, automatización y herramientas digitales en los invernaderos, aunque su penetración aún es incipiente. Se están instalando estaciones de sensores climáticos y de suelo que miden variables como temperatura, humedad relativa, radiación solar, CO₂, humedad del suelo o nutrientes, enviando datos en tiempo real al productor. Con estos datos, apoyados por algoritmos e incluso inteligencia artificial, es posible optimizar decisiones de riego, ventilación y control de plagas de forma precisa. Por ejemplo, empresas tecnológicas locales ofrecen kits de sonorización que permiten ahorrar entre 28% y 40%

²⁶ <http://juntadeandalucia.es>

de agua al ajustar el riego a las necesidades hídricas exactas del cultivo²⁷. Se estima que en Almería ya existen del orden de 1.000 explotaciones equipadas con sensores IoT, lo que representa apenas el 10% del área potencial que podría beneficiarse en la provincia²⁸. Tecnologías como controladores automáticos de fertirriego, manejados vía smartphone, comienzan a ser más comunes, al igual que sistemas de alarma remota para parámetros críticos (heladas, fallos de riego, etc.). También se exploran innovaciones como la inyección de nanoburbujas de oxígeno en el agua de riego para mejorar la oxigenación, o el uso de iluminación LED suplementaria en cultivos específicos de alto valor (aunque en invernaderos mediterráneos esto es poco frecuente debido al alto costo energético).

En cuanto a conectividad, muchas explotaciones se encuentran en zonas rurales donde la cobertura de redes móviles o internet podía ser limitada. No obstante, programas públicos recientes (como el Kit Digital agro) están facilitando la dotación de conectividad y equipos digitales en el campo. La automatización de procesos también avanza: algunos invernaderos punteros utilizan sistemas automatizados de apertura de ventanas motorizadas controladas por termostatos, dosificación automática de CO₂, e incluso robots sencillos para tareas repetitivas (por ejemplo, carros de recolección o dosificadores de soluciones nutritivas). La gran mayoría de los productores medianos y pequeños aún manejan el clima de forma semi-manual y se apoyan en su experiencia, si bien esta brecha tecnológica se está acortando poco a poco.

Concisamente, la infraestructura típica de los invernaderos españoles es de tipo raspa y amagado o parral (estructuras simples de aluminio/madera con cubierta plástica), complementada por equipamientos esenciales de riego por goteo, ventilación y mallas. Sobre esa base, está en marcha una transición hacia la digitalización y automatización, con instalación de sensores, redes inalámbricas y sistemas inteligentes de control. Esta transición es impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia y sostenibilidad (ahorro de agua, energía, insumos) y por la disponibilidad de subvenciones para modernización.

²⁷ <https://efeagro.com/>

²⁸ <https://efeagro.com/page/2/>

Aún existe un amplio margen para aumentar el nivel tecnológico promedio sin comprometer la rentabilidad – de hecho, el Plan Estratégico andaluz 2030 destaca como fortaleza mantener un “nivel tecnológico en equilibrio con su rentabilidad”, evitando sobreinvertir en tecnologías no adaptadas al modelo local. La innovación tecnológica en los invernaderos españoles, por tanto, avanza de forma progresiva y focalizada en aquellas soluciones que ofrecen un retorno claro: control de riego, monitoreo climático, manejo integrado de plagas, etc., sentando las bases para un futuro de invernaderos más “inteligentes” y conectados.

GRADO DE ADOPCIÓN DE AGTECH E INVERSIÓN EN INNOVACIÓN

El grado de adopción de tecnologías AgTech (tecnologías digitales y avanzadas en agricultura) en la horticultura bajo invernadero española es moderado pero creciente. Tradicionalmente, el sector estuvo dominado por miles de pequeños productores familiares con recursos tecnológicos limitados, lo que resultó en una innovación incremental más que disruptiva. No obstante, en años recientes ha habido un giro hacia la digitalización, motivado por varios factores: la necesidad de eficiencia ante el encarecimiento de insumos, las nuevas exigencias de trazabilidad y calidad, la entrada de una generación más joven y formada de agricultores, y la disponibilidad de apoyo financiero público para modernización.

En la actualidad, aproximadamente un 10-15% de las explotaciones intensivas podrían calificarse como altamente tecnificadas (con sistemas IoT, automatización significativa), mientras que un grupo amplio (40-50%) ha incorporado ya algunas herramientas digitales básicas (p.ej. controladores de riego programables, uso de apps para monitoreo manual, etc.) y el resto aún opera de manera tradicional con mejoras puntuales. La asociación de productores COEXPHAL y centros de I+D como la Estación Experimental Cajamar vienen impulsando la adopción de AgTech mediante proyectos demostrativos. En eventos como el foro Datagri en Almería se ha enfatizado que muchas tecnologías de invernadero inteligente ya están disponibles sin requerir grandes

inversiones, especialmente con las ayudas del Kit Digital²⁹. Por ejemplo, por menos de 1.000 euros un agricultor puede instalar sensores básicos para clima y suelo que le aporten información valiosa para mejorar su manejo. Este tipo de inversiones relativamente asequibles está ganando terreno, “democratizando” el acceso a la agricultura de precisión incluso entre explotaciones familiares pequeñas.

En cuanto a inversión en innovación, España cuenta con un tejido de instituciones enfocadas en la mejora tecnológica del sector hortícola. El Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA Andalucía) desarrolla proyectos sobre riego eficiente, mejora genética y control biológico; la Universidad de Almería y la Fundación Cajamar investigan en automatización, big data e inteligencia artificial aplicada a invernaderos. Existen clusters y parques tecnológicos (como PITA en Almería) donde empresas AgTech nacionales e internacionales intercambian conocimientos. Varias startups españolas han surgido en este ámbito, ofreciendo soluciones desde sensores inalámbricos hasta plataformas de gestión de cultivo. Asimismo, las compañías líderes en insumos y equipamiento (semilleras, fabricantes de plásticos, casas de agroquímicos) invierten en I+D orientado a la horticultura protegida, desarrollando por ejemplo films plásticos más eficientes, variedades resistentes o herramientas para smart farming. Un indicador relevante es la implantación de técnicas innovadoras de manejo integrado: en la campaña 2023/24 casi el 60% de la superficie de Almería (28.647 ha) utilizó control biológico de plagas con insectos beneficiosos, récord histórico que muestra la rápida adopción de esta biotecnología en sustitución de pesticidas químicos³⁰. La transición a producción ecológica también avanza (unas 3.700 ha de invernaderos ecológicos en Almería, ~11% del total, y creciendo)³¹, lo que conlleva innovaciones en insumos bio, certificaciones y técnicas agronómicas.

Los niveles de inversión privada en tecnología siguen condicionados por la rentabilidad: el sector, muy competitivo, invierte principalmente cuando se vislumbra un retorno claro (ya sea mayor rendimiento o menores costos). Por ello, las tecnologías con

²⁹ <https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/-el-ministerio-de-agricultura-pesca-y-alimentacion>

³⁰ <https://www.plataformatierra.es/>

³¹ <https://www.aenverde.es/>

impacto directo en eficiencia de recursos (agua, fertilizante, energía) y calidad del producto son las que más se están adoptando. Por ejemplo, la empresa Ikos Tech reporta que sus clientes han logrado ahorros de hasta 40% en agua y aumentos de 15-20% en rendimiento gracias a la sensorización y análisis de datos³². Estos resultados tangibles incentivan a otros productores a invertir en herramientas similares. Además, programas europeos (fondos FEADER, programa de Desarrollo Rural) y nacionales están cofinanciando proyectos de transformación digital en cooperativas y organizaciones de productores, lo que eleva la inversión sectorial. Se estima que la industria auxiliar y de servicios tecnológicos ligada a los invernaderos facturó en Almería en torno a 1.531 millones de € en 2022³³ – evidencia de un ecosistema robusto que reinvierte parte de sus ingresos en innovación continua (fabricantes de invernaderos, riego, climatización, software, etc.).

En síntesis, aunque la adopción de AgTech en la horticultura invernada española partió desde un nivel modesto, se encuentra en plena aceleración. El sector muestra un dinamismo notable en modernización: la mayoría de cooperativas y grandes empresas están incorporando sistemas de información para trazabilidad y gestión, y los agricultores individuales incrementan año a año el equipamiento tecnológico en sus explotaciones. La visión a mediano plazo es converger hacia un modelo de “invernadero 4.0”, integrando sensorización, automatización y análisis de datos para tomar decisiones agronómicas más precisas. Las inversiones en innovación – tanto públicas como privadas – se consideran estratégicas para mantener la competitividad del modelo español frente a otros países (ej. competidores que invierten en invernaderos de alta tecnología) y para responder a desafíos futuros (disponibilidad de recursos, cambios climáticos, exigencias del consumidor). Esta cultura de innovación gradual pero constante ha permitido que el sector sea hoy un referente mundial en técnicas como el control biológico y esté avanzando posiciones en digitalización agrícola, consolidando a España no solo como la “huerta de Europa” sino también como un foco de AgTech aplicado a la horticultura.³⁴

³² <https://efeagro.com/>

³³ <https://www.plataformatierra.es/>

³⁴ <https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2025/73/index.html>

BARRERAS DE ENTRADA AL MERCADO Y ASPECTOS REGULATORIOS

Pese al éxito del modelo, la horticultura intensiva bajo invernadero en España presenta barreras de entrada importantes para nuevos participantes, así como un entorno regulatorio exigente que condiciona su desarrollo. En cuanto a barreras de entrada para nuevos productores o empresas, destaca en primer lugar la elevada inversión inicial requerida: si bien el tipo de invernadero predominante (raspa y amagado) es relativamente económico comparado con invernaderos de alta tecnología, el coste de implantar 1 hectárea puede oscilar entre 150.000 y 300.000 € incluyendo la infraestructura, sistemas de riego, preparación de suelo, etc. A esto se suma el acceso a la tierra: las áreas agrícolas aptas (como Campo de Dalías en Almería) están prácticamente ocupadas, con un mercado de tierras muy consolidado y precios al alza. Asimismo, la disponibilidad de agua es un factor limitante crítico – nuevos proyectos deben asegurar derechos de riego o cupos en zonas con acuíferos sobreexplotados, o invertir en pozos y conexiones a desaladoras, lo cual supone otro obstáculo financiero y operativo. La curva de aprendizaje técnico es otro filtro: la horticultura intensiva requiere un conocimiento agronómico especializado (manejo de clima, plagas, fertirrigación) que normalmente se adquiere tras años de experiencia o asistencia técnica; un nuevo entrante sin ese know-how enfrenta riesgos altos de fracaso productivo.

Existe también una estructura de mercado consolidada que puede dificultar la entrada de nuevos operadores comerciales. La comercialización de las hortalizas bajo invernadero está dominada por cooperativas y empresas bien establecidas, que ya cuentan con carteras de clientes internacionales, protocolos de calidad y economías de escala. Un productor independiente que quiera vender por su cuenta enfrentaría la necesidad de entrar en esas cadenas de suministro – normalmente adhiriéndose a una cooperativa o a un canal mayorista – lo que en la práctica actúa como barrera de acceso al mercado final. De igual modo, para proveedores de tecnología nuevos (por ejemplo, una empresa AgTech que quiera introducir un dispositivo innovador) pueden existir barreras en forma de reticencia cultural o conservadurismo de algunos agricultores, acostumbrados a métodos tradicionales y cautelosos ante soluciones no probadas

localmente. No obstante, esta barrera cultural está cediendo con el recambio generacional y la demostración de beneficios de las nuevas tecnologías.

En el plano de los aspectos regulatorios, el sector opera bajo una serie de normativas a nivel europeo, nacional y autonómico que moldean su funcionamiento. Algunas regulaciones clave incluyen:

Políticas agrícolas de la UE: Las frutas y hortalizas no reciben pagos directos de la PAC, pero sí se benefician de la OCP de Frutas y Hortalizas, que incentiva la creación de Organizaciones de Productores (OP). Las OP (generalmente cooperativas) pueden acceder a fondos europeos cofinanciando planes operativos de mejora (inversiones en invernaderos, tecnología, capacitación). Esto ha sido un apoyo regulatorio positivo para modernización, aunque implica cumplir estrictos requisitos administrativos y de organización.

Normativa ambiental y de recursos: Dada la presión sobre recursos naturales, existen regulaciones sobre uso de agua (con planes hidrológicos que establecen cupos, precios de agua desalada subvencionados parcialmente, etc.) y sobre gestión de residuos. Un ejemplo es la reciente legislación española de envases y residuos (Real Decreto 1055/2022), que impone obligaciones de reducción y reciclaje de envases plásticos. Esto afecta al sector, que tradicionalmente usa abundante plástico (tanto en cubiertas como en envase de producto); las empresas deben adaptarse usando materiales reciclables, sistemas de retorno o nuevos formatos, lo que supone costos y adaptación logística. También existe normativa para la gestión de residuos agrícolas: las Comunidades Autónomas (p.ej. Andalucía) obligan a los agricultores a gestionar correctamente los restos de cultivo y plásticos de invernadero, mediante retirada por gestoras autorizadas, para evitar contaminación. Asimismo, la designación de zonas vulnerables por nitratos en áreas de agricultura intensiva impone límites a la fertilización química (obligando a mejoras en manejo de abonos).

Regulaciones fitosanitarias: La UE mantiene estrictos límites de residuos de pesticidas en las hortalizas y promueve la producción integrada. España ha adoptado ampliamente estos estándares; de hecho, Almería es referencia en control biológico obligatorio en muchos cultivos, respaldado por normativa regional que restringe el uso de ciertos

plaguicidas y fomenta métodos ecológicos. Esto, si bien añade exigencias técnicas, también actúa como barrera de entrada para competidores externos que no siguen las mismas prácticas. Igualmente, existen controles fronterizos sanitarios – por ejemplo, prevención de plagas cuarentenarias – que los productores locales deben vigilar (ej.: recientemente, la amenaza del virus ToBRFV en tomate ha llevado a medidas de bioseguridad adicionales en semilleros por exigencia normativa).

Aspectos laborales: El sector hortícola emplea mucha mano de obra, regulada por leyes laborales nacionales. En España rige un salario mínimo que se ha incrementado en años recientes, encareciendo los costos laborales cerca de un 6% anual. Los productores deben cumplir con contratación legal de jornaleros, condiciones de seguridad laboral, etc. Para algunos nuevos inversores, la necesidad de gestionar una plantilla significativa conlleva complejidad regulatoria (contratos, seguros sociales, inspecciones) que puede disuadir la entrada. Al mismo tiempo, la dificultad para encontrar mano de obra local ha llevado a depender de trabajadores migrantes; la administración facilita contingentes de trabajadores extranjeros, pero las burocracias asociadas son un factor a considerar al iniciar operaciones.

Ordenación del territorio y licencias: La construcción de nuevos invernaderos requiere obtener autorizaciones municipales (licencia de obra) y, en ciertos casos, informes de impacto ambiental si la superficie es grande o está en zona sensible. En áreas como Almería, la expansión incontrolada llevó a normativas para ordenar el desarrollo agrícola. Actualmente, las administraciones limitan la conversión de suelo no agrícola a nuevos invernaderos en función de planes urbanísticos y disponibilidad hídrica. Esto significa que un nuevo entrante no puede simplemente instalar hectáreas de invernadero en cualquier lugar: debe ceñirse a zonas permitidas y cumplir condiciones técnicas (por ejemplo, respetar retranqueos, altura máxima según normativas locales, etc.).

En cuanto a barreras comerciales y de mercado, un aspecto regulatorio de debate es la falta de reciprocidad en estándares con países terceros. Los productores españoles compiten con importaciones de países como Marruecos, Turquía o Egipto que llegan al mercado europeo muchas veces con menores costos laborales y ambientales. El sector español reclama la implementación de “cláusulas espejo” que obliguen a esos países a

cumplir los mismos requisitos (uso de fitosanitarios permitidos, condiciones laborales). De momento, aunque la UE ha reforzado controles, persiste la percepción de competencia desleal. Esto actúa como una amenaza para los operadores locales más que como una barrera de entrada para estos, pero sí constituye un factor a considerar para cualquier plan de negocio en el sector: la presión competitiva externa está en parte fuera de control si la regulación comercial no equilibra la situación.

Por lo tanto, las barreras de entrada al mercado de la horticultura invernada española son altas, combinando factores financieros (capital intensivo), de recursos (tierra/agua limitados), de conocimiento (expertise técnico) y de mercado (estructuras comerciales establecidas). El marco regulatorio añade obligaciones que pueden complicar la entrada pero que a la vez aseguran ciertos estándares (lo cual beneficia a quienes ya están consolidados). Sin embargo, dichas barreras también han propiciado la consolidación de un cluster competitivo: quienes logran establecerse superando estos obstáculos suelen disfrutar de ventajas competitivas (por escala, experiencia, integración en cooperativas) que refuerzan su posición. Para nuevos emprendimientos, especialmente tecnológicos o de servicios anexos, entender estas barreras es clave para ofrecer propuestas de valor que ayuden al sector a cumplir con las regulaciones y sortear sus limitaciones estructurales.

PRINCIPALES ACTORES DEL MERCADO Y ANÁLISIS COMPETITIVO

El mapa de actores en la horticultura intensiva española se caracteriza por una multitud de pequeños productores en origen, articulados a través de cooperativas y empresas comercializadoras que concentran la oferta para atender la demanda global. Este modelo híbrido se ha consolidado como altamente competitivo tanto a nivel nacional como internacional. A continuación, se describen los principales tipos de actores y su dinámica competitiva:

Productores: Se contabilizan más de 20.000 explotaciones hortícolas en invernadero en Andalucía según el censo 2020 (solo Almería reúne ~16.000 explotaciones). La mayoría son pequeños agricultores familiares, con una superficie media en Almería de apenas

1,8 ha por explotación³⁵. No obstante, coexisten explotaciones mayores, sobre todo en Huelva (fincas medianas de frutos rojos ~8 ha de promedio). Esta atomización de la producción contrasta con la concentración en la fase de comercialización. Los productores compiten entre sí en términos de eficiencia y calidad, pero principalmente cooperan a través de asociaciones para vender. Cabe destacar que un porcentaje significativo de jefes de explotación son jóvenes (~19% menores de 40 años en invernaderos, comparado con 8% en promedio agrario), y un 25% son mujeres, lo que indica un perfil en evolución. La profesionalización es alta: un 41% de agricultores de invernaderos tiene formación superior o técnica agrícola, muy por encima del promedio agrícola, lo cual se refleja en una gestión empresarial más orientada al mercado³⁶.

Cooperativas y empresas comercializadoras: Son los actores clave que unen la producción con el mercado. En Almería opera un nutrido grupo de cooperativas de primer y segundo grado, además de sociedades agrarias (SAT) y sociedades mercantiles especializadas en comercialización hortofrutícola. Entre las principales empresas por volumen de negocio se encuentran cooperativas como Unica Group, Vicasol, CASI (Cooperativa Agrícola San Isidro), Murgiverde, Agroiris, así como compañías mercantiles líderes como Grupo Agroponente o La Unión³⁷. El cooperativismo ha funcionado como un factor de unión más que de competencia interna – de hecho, ha habido fusiones e integraciones. A nivel nacional, Almería lidera con diferencia las exportaciones hortícolas (55% del valor exportado por provincias en 2023)³⁸, seguida de Murcia (~20%) y lejos por detrás Valencia, Granada, etc. En ese sentido, las empresas almerienses compiten con las murcianas y alicantinas en algunos productos tempranos/tardíos, pero sobre todo compiten conjuntamente contra la oferta de otros países en el mercado europeo.

Distribuidores y mercados mayoristas: En el otro extremo de la cadena, los principales clientes de la horticultura española son las grandes cadenas de supermercados y distribuidores europeos. Mercados como Alemania (principal destino, absorbiendo cerca

³⁵ <https://www.mapa.gob.es/es/>

³⁶ <https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2025/73/index.html>

³⁷ <https://cadenaser.com/>

³⁸ <https://www.lavozdealmeria.com/>

del 35-38% del valor exportado de Almería) y Francia (~12%), seguidos de Reino Unido, Países Bajos, Polonia e Italia, constituyen los destinos clave legal.lavozdealmeria.com. Muchas cooperativas venden directamente a centrales de compra de supermercados (ej.: Aldi, Lidl, Tesco, Carrefour, etc.), compitiendo con proveedores de otros orígenes. Otras ventas se canalizan vía mercas y mayoristas (ej.: Mercamadrid para el mercado nacional, o el mercado de Saint Charles en Francia para distribución en Europa). En este sentido, la competencia se da en términos de confiabilidad de suministro, certificaciones (los retailers exigen GlobalG.A.P., BRC, etc.), y capacidad de ajustar oferta a la demanda con rapidez. España ha mantenido su posición como proveedor preferido en invierno por su fiabilidad y cercanía, pero enfrenta la competencia de Países terceros: Marruecos se ha consolidado como competidor directo en tomate, cediendo cuotas en mercados como Francia y Reino Unido, y Turquía compite en productos como pimiento y pepino en Europa del Este. Las empresas españolas deben así competir no solo entre ellas sino con trading companies internacionales que traen producto de esos orígenes. La ventaja competitiva española radica en la calidad y en protocolos fitosanitarios más seguros, pero el precio a veces juega en contra debido a mayores costos de producción.

Industria auxiliar y de servicios: Aunque no son actores de mercado en sentido estricto (no venden hortalizas), alrededor del núcleo productor se ha desarrollado un clúster auxiliar muy potente en Almería y Murcia. Empresas de fabricación de invernaderos (ej. J. Huete, Inverca), de insumos (semilleras como Ramiro Arnedo, empresas de agroquímicos biológicos como Koppert), de tecnología (sensores, automatismos como Tecnova o startups locales), y de logística (transportistas especializados en fresco) conforman un ecosistema que emplea miles de personas y genera una dinámica económica importante. Este sector auxiliar también compite y exporta: por ejemplo, constructores de invernaderos españoles compiten en mercados de Latinoamérica u Oriente Medio, y empresas de control biológico de Almería venden sus soluciones fuera. Su presencia beneficia a los productores locales dándoles acceso inmediato a innovación y soporte técnico. Competitivamente, esta red de apoyo es una fortaleza frente a productores de otros países que no cuentan con tanto apoyo local.

En términos de análisis competitivo, se puede afirmar que la horticultura invernada española opera en un mercado global altamente competitivo, donde los precios de muchos productos se establecen a nivel europeo en función de la oferta-demanda. Los productores españoles compiten en costos principalmente con Marruecos y otros países mediterráneos, y en calidad/seguridad alimentaria compiten con otros proveedores europeos. La estrategia española ha sido diferenciarse por calidad, servicio y cumplimiento de estándares, más que entrar en guerras de precios a la baja. A nivel interno, el mercado español se ha mantenido relativamente integrado: las distintas regiones (Almería vs. Murcia, etc.) tienden a complementarse estacionalmente más que solaparse – por ejemplo, Murcia produce más en primavera/verano en aire libre, Almería en otoño/invierno bajo abrigo, por lo que cooperación (cooperación + competición) describe la relación. Un dato ilustrativo: alrededor del 65-70% de la producción almeriense se exporta, mientras que el resto abastece el mercado nacional, donde coincide con producto de otras regiones (Murcia, Valencia) en ciertas épocas. Esa convivencia ha sido manejada a través de interprofesionales (HORTYFRUTA en Andalucía, Hortiespaña a nivel nacional) que promueven normas de campaña y campañas promocionales conjuntas, reduciendo la competencia destructiva interna.

En cuanto a poder de negociación, los productores/comercializadores españoles enfrentan un poder comprador fuerte de las grandes cadenas de distribución. La concentración de la distribución europea (supermercados) hace que los vendedores deban aceptar a menudo márgenes estrechos. Esto ha impulsado la eficiencia y la integración vertical para recuperar valor añadido (por ejemplo, cooperativas que también envasan y etiquetan con marca propia para supermercados). Algunas empresas han avanzado hacia producto de IV y V gama (procesado mínimo, ensaladas listas, etc.) para diversificar. Sin embargo, la competencia principal sigue dándose en el mercado de producto fresco en origen. Allí, las subastas hortícolas de Almería (las alhóndigas) todavía marcan precios de referencia para ciertos productos, implicando competencia directa entre agricultores en cada lote de subasta. Las cooperativas ofrecen a sus socios estabilidad relativa (pagos promedio de campaña), pero compiten entre sí para colocar la producción al mejor precio externo.

El escenario competitivo de la horticultura invernadero española se caracteriza por:

- fragmentación en la producción
- concentración en la comercialización
- orientación a la exportación
- presión competitiva externa creciente

Los principales actores – cooperativas líderes – han logrado posicionarse como potencias a nivel europeo, pero deben innovar y escalar continuamente para mantener ventajas frente a competidores de menor costo. La cooperación sectorial ha sido clave para sostener una competitividad que no se base únicamente en precio sino en valor añadido (calidad certificada, servicio logístico, calendario amplio de suministro). Esto ha permitido que España conserve su título de “Huerta de Europa”, aunque enfrentando desafíos de competidores emergentes y de exigencias cada vez mayores de los mercados.

NECESIDADES DE LOS PRODUCTORES

Los productores hortícolas bajo invernadero en España enfrentan un entorno competitivo y técnico complejo, por lo que tienen necesidades claras que deben ser atendidas para asegurar la sostenibilidad y rentabilidad de sus explotaciones. Entre las principales necesidades de los productores se pueden señalar:

Gestión eficiente del agua y nutrientes: Dada la escasez hídrica, los agricultores necesitan maximizar la eficiencia del riego. Requieren acceso a agua de calidad a costo razonable (sea subterránea, desalada o reutilizada) y herramientas para optimizar su uso. Esto incluye sistemas de fertirriego preciso, sensores de humedad de suelo, y asesoramiento en calendarios de riego. El agua es considerada el factor crítico número uno³⁹, por lo que los productores necesitan soluciones que les permitan “producir más con menos agua”. Asimismo, necesitan manejar los fertilizantes de modo que cumplan con la normativa de nitratos y eviten derroche, lo que lleva a demanda de programas de abonado ajustados por análisis en tiempo real.

³⁹ <https://www.juntadeandalucia.es/>

Control de clima y sanidad del cultivo: Los productores necesitan mantener condiciones microclimáticas óptimas dentro del invernadero para lograr altos rendimientos y prevenir problemas fitosanitarios. Esto se traduce en la necesidad de ventilación adecuada, manejo de temperatura (sobre todo enfriar en días de calor, ya que el sobrecalentamiento reduce cuaje de frutos), y en algunos casos calefacción de apoyo en noches frías. Muchos invernaderos pasivos dependen del manejo manual, por lo que existe la necesidad de automatizar ciertos procesos o al menos contar con alertas/monitoreo continuo. Igualmente, en sanidad, requieren detección temprana de plagas y enfermedades: la lucha biológica cubre mucho, pero cuando hay alguna plaga nueva o enfermedad viral, es crucial detectar rápido para actuar. Por ello, se valora contar con sistemas de monitoreo (trampas inteligentes, sensores) que avisen de presencia de plagas, así como con apoyo técnico (scouts, asesores) para implementar el control integrado. La bioseguridad se ha vuelto una necesidad tras experiencias de virus devastadores (como el virus Nueva Delhi en calabacín, o ToBRFV en tomate); los productores requieren protocolos y materiales para proteger sus cultivos (mallas más finas, desinfección).

Mano de obra calificada y mecanización: Aunque la horticultura intensiva sigue siendo demandante en mano de obra, los productores señalan la necesidad de reducir la dependencia laboral o al menos contar con personal capacitado. El aumento del salario mínimo y la dificultad de encontrar trabajadores agrícolas hacen que se busquen formas de ahorrar mano de obra, sea mediante mecanización (herramientas para podar, recolectar, entutorar más rápido) o mediante automatización parcial (sistemas de riego automáticos en vez de riego manual, etc.). En paralelo, existe la necesidad de formación: muchos jóvenes trabajadores extranjeros necesitan capacitación en tareas específicas de invernadero, y los agricultores requieren apoyo en formarlos o encontrar personal ya entrenado. La robotización avanzada (ej. robots cosechadores) aún está en fase de I+D, pero ya se percibe la necesidad de que en el futuro soluciones así mitiguen la escasez de mano de obra en ciertas labores repetitivas.

Información de mercado y estabilidad de ingresos: Los pequeños productores están expuestos a la volatilidad de precios. Manifiestan la necesidad de mayor información en

tiempo real sobre precios y mercados para tomar decisiones (por ejemplo, si acelerar o retrasar una cosecha, o cuánto sembrar de cada cultivo). También necesitan mecanismos de gestión de riesgo que les den estabilidad de ingresos: seguros de explotación más adaptados a horticultura (actualmente los seguros cubren ciertos riesgos climáticos, pero no caídas de precio), fondos de crisis, etc. Sus costos de producción se han elevado (insumos, energía), por lo que requieren precios de venta remuneradores; en esto a menudo dependen de la buena gestión comercial de su cooperativa. Por tanto, internamente necesitan que sus organizaciones de venta sean eficientes y transparentes. Igualmente, valoran mejorar la programación de cultivos para adecuarse a las ventanas de mejor precio – aquí surge la necesidad de herramientas predictivas (modelos de oferta-demanda) que puedan indicarles qué cultivar o en qué momento para maximizar rentabilidad.

Cumplimiento de normativas y certificaciones: Hoy día prácticamente todos los productores deben cumplir con protocolos de calidad y trazabilidad (GlobalG.A.P., producción integrada, ecológica en su caso, etc.). Esto implica llevar registros detallados de todas las labores, insumos aplicados, cuadernos de campo digitalizados, etc. Los agricultores necesitan facilitar esta tarea administrativa, que suele consumir tiempo. Aquí surge necesidad de herramientas digitales sencillas para registrar datos de campo (por ejemplo, apps móviles donde apunten riegos, fertilizantes, tratamientos) que luego generen informes para auditorías. Igualmente, deben estar al día con requisitos nuevos (como el citado real decreto de envases, que les exigirá quizás gestionar retornables o reciclar). Hay una necesidad de simplificar y automatizar el cumplimiento normativo, reduciendo la carga burocrática sobre el productor y evitando errores que puedan significar sanciones o pérdida de certificaciones.

Acceso a financiación y renovación de instalaciones: Mantener un invernadero productivo requiere reinversión periódica – plásticos de cubierta se cambian cada 3-5 años, se deben reponer sistemas de riego, etc. Los productores necesitan financiación asequible para estas inversiones recurrentes y para innovaciones. En especial, quienes quieren actualizar tecnología (por ejemplo, instalar paneles solares para autoconsumo de energía, o comprar sensores nuevos) a menudo requieren créditos o subvenciones.

Aunque existen ayudas PAC a inversiones colectivas, muchos agricultores piden líneas de crédito blandas o apoyos directos a la modernización de sus invernaderos individuales. La disponibilidad de crédito bancario a buen interés es vital, y en épocas de intereses altos esto se vuelve una preocupación.

Asistencia técnica e innovación agronómica: Si bien el agricultor intensivo español es muy autodidacta, nunca ha sido más importante el asesoramiento técnico especializado. Nuevos problemas (plagas emergentes, necesidad de rotar cultivos por fatiga de suelos, etc.) requieren apoyo de expertos. Los productores necesitan acceso a servicios de extensión agraria actualizados: laboratorios para análisis de agua/suelo, consultores en riego, apoyo de fitopatólogos, etc. En Almería, las cooperativas proveen parte de ese servicio (ingenieros agrónomos de campo por cada cierto número de socios). Aun así, con la creciente complejidad tecnológica, el agricultor necesita “traducir” datos e innovaciones a su realidad. Por ejemplo, si adquiere sensores, necesita capacitación para interpretarlos; si se habla de agricultura 4.0, necesita entender cómo le beneficia.

En definitiva, requieren capacitación continua y acompañamiento para adoptar mejoras. También expresan la necesidad de variedades mejoradas que se adapten a problemas actuales (ej: resistencia a virus ToBRFV en tomate, variedades con mejor cuaje en calor). Por eso, existe una estrecha colaboración con casas de semillas: el productor demanda y prueba constantemente nuevas semillas en busca de mayor seguridad y rentabilidad.

En resumen, las necesidades de los productores hortícolas españoles bajo invernadero giran en torno a eficiencia, conocimiento y apoyo. Requieren herramientas que les permitan usar con precisión sus insumos limitados (agua, fertilizantes, tiempo de trabajo), soporte para mantener sus cultivos sanos y productivos, estabilidad económica en un mercado volátil y acompañamiento para adaptarse a nuevas exigencias regulatorias y tecnológicas. Estas necesidades, reconocidas en planes estratégicos del sector, están orientando tanto las políticas públicas (ej. programas de digitalización, formación, ayudas a regadío) como la oferta privada de soluciones (empresas AgTech, proveedores de insumos con servicios añadidos, etc.). Atender estas necesidades no

solo mejora la condición de los productores, sino que sienta las bases para un sector más sostenible y preparado para los retos futuros.

5.5 Oportunidades para soluciones tecnológicas en el sector

Como se describió anteriormente, el sector al que el estudio hace referencia son las hectáreas productivas en ambiente controlado, en este caso, focalizando en producción de cannabis Sativa en Argentina y Producción hortícola bajo cubierta tanto en Argentina como en España.

Se identificaron oportunidades comunes a estos mercados, dado el panorama descrito en cada uno de ellos, se vislumbran numerosas oportunidades para la introducción de soluciones tecnológicas innovadoras. La combinación de un sector altamente productivo, pero con retos de eficiencia, sostenibilidad y gestión abre un espacio propicio para que nuevas herramientas y plataformas – especialmente en el ámbito digital y de IoT (Internet de las Cosas) – aporten valor añadido. A continuación, se destacan algunas oportunidades principales para la aplicación de tecnologías avanzadas (por ejemplo, sistemas integrales tipo plataformas IoT agrícolas, monitoreo remoto, analítica de datos, etc.), alineadas con las necesidades previamente identificadas:

Optimización del riego y clima mediante IoT e IA: Existe una gran oportunidad en desplegar redes de sensores inalámbricos en los invernaderos para recoger datos continuos de suelo (humedad, nutrientes) y ambiente (temperatura, humedad, radiación).

Como se mencionó, en el mercado español, solo ~10% de la superficie ha sido sensorizada hasta ahora, en el mercado hortícola argentino es prácticamente 0% según lo identificado y en el mercado de producción de Cannabis en lo que autocultivo se refiere es bajo y con alta necesidad. Por lo que el potencial de mercado es enorme para soluciones que ofrezcan kits fáciles de instalar y plataformas que procesen esos datos.

Una plataforma tecnológica podría, por ejemplo, integrar sensores de suelo y clima, enviar la información a la nube y aplicar algoritmos de inteligencia artificial para

recomendar riegos precisos o alertar de riesgos de estrés hídrico. Esto generaría ahorros de agua de hasta 40% con tales sistemas, lo cual es un argumento de venta contundente en regiones donde el agua es costosa. Del mismo modo, sistemas de predicción de clima dentro del invernadero (basados en IA que correlaciona datos históricos, meteorología externa y acciones de manejo) podrían ayudar a automatizar la ventilación o aviso al agricultor para que tome medidas (ej.: cerrar laterales ante pronóstico de vientos fuertes). Soluciones tecnológicas en esta línea serían bien recibidas ya que atacan directamente el control de variables clave para la producción y pueden integrarse con equipos existentes (motores de ventanas, válvulas de riego).

Plataformas de gestión integral y trazabilidad: Otra oportunidad está en proveer a los productores de una plataforma digital unificada donde puedan registrar todas las actividades de cultivo, obtener análisis y cumplir con requisitos de trazabilidad. Actualmente, muchos llevan cuadernos en papel o Excel, o directamente no llevan registros. Una herramienta tipo software as a service que permita, por ejemplo, ingresar desde el móvil la cantidad de agua fertilizante aplicada, las labores de poda realizadas, la cosecha obtenida, etc., y que luego genere reportes automáticos sería muy valiosa. Esto no solo ahorra tiempo, sino que crea una base de datos histórica por finca que, analizada, puede revelar áreas de mejora (benchmarking entre productores, detección de prácticas que se correlacionan con mayor rendimiento). Tanto las cooperativas, como las agronomías o incluso los Growshop, podrían utilizar tales plataformas para dar feedback personalizado a cada socio, o incluso para fines comerciales (ej.: garantizar trazabilidad al consumidor final mediante códigos QR, mostrando datos del lote desde su producción). Dado que la trazabilidad y la comunicación del story del producto son cada vez más importantes para supermercados y consumidores, esta oportunidad tecnológica tiene también un componente de marketing: p. ej., indicar los litros de agua consumidos para la producción cada producto, tal como las líneas aéreas mencionan el CO₂ emitido en cada vuelo, avalando las credenciales de sostenibilidad del producto.

Soluciones de apoyo a decisiones (DSS) y gemelos digitales: Conforme se recopilen más datos, hay oportunidad para herramientas de Decision Support System (DSS) específicas para horticultura intensiva. Por ejemplo, algoritmos que aconsejen la mejor

fecha de trasplante en función de pronósticos estacionales, o modelos que sugieran cuándo realizar una suelta de insectos benéficos en base a datos de trampas y clima. Un “gemelo digital” del invernadero (como el piloto AgroTwin que se está probando en Almería)⁴⁰ permitiría simular escenarios de cultivo y optimizar parámetros sin arriesgar la cosecha real. Empresas tecnológicas podrían desarrollar estos modelos calibrados con datos locales. Con la potencia de cómputo actual, es factible procesar datos de imágenes (incluso drones o cámaras dentro del invernadero) para detectar anomalías en plantas, conteo de frutos, etc., complementando el DSS. Así, la oportunidad está en llevar la agricultura de precisión al siguiente nivel, donde no solo se monitorea, sino que se predice y optimiza en tiempo real, creando un ciclo virtuoso de mejora continua en el manejo del cultivo.

Automatización y robotización selectiva: Aunque la robotización integral aún es cara, hay oportunidades para pequeñas automatizaciones que resuelvan “puntos de dolor” concretos de los agricultores. Por ejemplo, sistemas automáticos de dosificación de fertilizante según lectura de sensores, evitando que el agricultor tenga que ajustar manualmente fórmulas cada semana. O robots sencillos de guiado de cuerda en tomates (tarea repetitiva de entutorar) que pudieran arrendarse de forma cooperativa.

Herramientas para sostenibilidad y economía circular: Conforme la regulación ambiental demanda, surgen oportunidades en tecnologías para gestión de residuos y economía circular en invernaderos. Por ejemplo, sistemas de seguimiento del plástico: dispositivos o códigos que identifiquen las lonas de cubierta de cada explotación para facilitar su recogida y reciclaje, integrados con una app donde el agricultor solicite retiro cuando renueva plástico. O soluciones para aprovechar residuos vegetales (restos de poda y cosecha) mediante compostaje in-situ controlado por sensores de temperatura y humedad (evitando quema o vertido ilegal, y generando compost utilizable).

Los sectores vistos ofrecen un terreno fértil para la implementación de soluciones tecnológicas innovadoras. En el caso de mercado español, existe ya una mentalidad abierta a la tecnología en una proporción creciente de productores, respaldada por

⁴⁰ <https://www.fidesol.org/proyectos/agrotwin/>

políticas públicas que incentivan la digitalización. Las oportunidades van desde mejoras incrementales (sensorizar, automatizar riego) hasta transformaciones en la forma de operar (plataformas de datos, gemelos digitales). Cualquier solución que ayude al productor a tomar decisiones informadas en tiempo real, ahorrar recursos, garantizar trazabilidad y reducir incertidumbre tendrá altas posibilidades de ser adoptada. Además, al abordar las prioridades de sostenibilidad (eficiencia hídrica, menor huella ambiental) estas tecnologías no solo generan valor económico, sino que también responden a las demandas sociales y regulatorias, lo cual facilita su difusión. En definitiva, nos encontramos en un punto de inflexión donde la horticultura intensiva tradicional está evolucionando hacia una horticultura de precisión y conocimiento, y las soluciones tecnológicas que sepan adaptarse a las particularidades de este sistema (muchos pequeños usuarios, necesidad de simplicidad y costo accesible) podrán capitalizar una oportunidad de mercado significativa a la par que contribuir al fortalecimiento de un sector estratégico para la seguridad alimentaria y la economía española.

En el caso del mercado hortícola argentino, se lo ve más retrasado en lo que es incorporación de tecnología, por lo que trasladar las innovaciones ya probadas en el mercado español y trazar el mismo camino, abre la oportunidad de ingresar como primer proveedor de tecnología especializado en agro, a diferencia del mercado español, donde habría que salir a competir con lo ya existente.

Así mismo, en el mercado de Cannabis, la oportunidad mayor se refleja en los autocultivadores, donde se ve una necesidad de tecnología que los ayude a la toma de decisiones en su producción y donde la inversión que realizan para producir es muy elevada (dada la superficie de cultivo), por lo que el ingreso en este mercado se ve como las de más rápida incorporación.

5.6 Análisis de la demanda estimada

AUTOCULTIVO DE CANNABIS

Aquí el estudio se focaliza en los autocultivadores de Cannabis sativa, dado que las empresas hoy productoras ya cuentan con tecnología de sensorizado en el 100% de su

superficie. Si bien se podría incursionar en competir con lo ya existente en cada una de esas hectáreas, la superficie es muy baja y por ende es muy bajo el potencial en USD.

Como se mencionó anteriormente, hay registrados 300.000 autocultivadores, hay 100.000 en espera y se estima un total de 3 millones de cultivadores informales de superficie promedio de 2 m² (estos no se incluirán en el análisis, pero cabe destacar el impacto potencial en USD de demanda de producto que podrían tener).

Tomando 6 m² (es el permitido con un total de hasta 9 plantas) por cada autocultivador, de los cuales cada uno requiere una inversión inicial de 340 USD. Y considerando los Clubes de cultivo con una superficie de 30 m² y con una inversión de 1500, junto con Cultivadores Solidarios cuya superficie producida es de 12 m² y una inversión de 650, se puede estimar el siguiente mercado potencial en dólares:

Tipo de productor	Cantidad	Superficie promedio	Inversion en USD	Total dolares
Club de cultivo	400	30 m ²	1100	440.000
Cultivadores solidarios	250	12 m ²	650	162.000
Autocultivadores	295.000	6m ²	340	100.300.000

El mercado potencial de sensores en autocultivadores de Cannabis en Argentina se estima en 100 millones de USD.

PRODUCCION HORTICOLA BAJO INVERNADERO EN ARGENTINA

A través de reuniones con las principales agronomías del cinturón hortícola de La Plata (AJGD y La Quinta Insumos Agrícolas SRL) proveedoras de insumos a todos los segmentos de productores, pudimos determinar los siguientes puntos:

Cantidad de productores grandes, se mantiene estable. Al igual que la superficie trabajada por cada uno de ellos. Cantidad de productores medianos, en leve crecimiento dado por los pequeños productores que se fueron tecnificando y por lo tanto mejorando su capacidad de producción, adquiriendo mayor cantidad de hectáreas. Cantidad de

productores pequeños, en crecimiento basado en la migración de productores de origen boliviano que se establece año a año en el cinturón hortícola de La Plata.

A continuación, se presenta en el cuadro la inversión en USD de cada uno de los tipos de productores por campaña, el % destinado a insumos y el destinado a tecnología. Obteniendo así un estimado de USD destinados a tecnología por cada uno de ellos:

ZONA: BUENOS AIRES					
TIPO DE PRODUCTOR	Inversión por hectárea bajo invernadero/año	Insumos agrícolas	Tecnología/Innovacion	USD estimados	Cantidad de producotres
Grande	5000 USD	80%	20%	1000 USD	25
Mediano	3000 USD	90%	10%	300 USD	400
Pequeño	2000 USD	90%	10%	200 USD	550
ZONA: NEA – CORRIENTES					
TIPO DE PRODUCTOR	Inversión por hectárea bajo invernadero/año	Insumos agrícolas	Tecnología/Innovacion	USD estimados	Cantidad de producotres
Grande	3000 USD	90%	10 %	300 USD	20
Mediano	2500 USD	90%	10 %	250 USD	120
Pequeño	2000 USD	90%	10 %	200 USD	390
ZONA: NOA – SALTA					
TIPO DE PRODUCTOR	Inversión por hectárea bajo invernadero/año	Insumos agrícolas	Tecnología/Innovacion	USD estimados	Cantidad de producotres
Grande	3000 USD	90%	10 %	300 USD	5
Mediano	2500 USD	90%	10 %	250 USD	20
Pequeño	2000 USD	90%	10 %	200 USD	35

El monto estimado de USD utilizados en tecnología por año total del mercado es de 382.500 USD. Como se hizo mención anteriormente, se considera que este mercado no invierte prácticamente en tecnología, por lo que el desafío es generar la demanda, donde si se hace un paralelismo respecto al mercado hortícola español, allí la incorporación de sensores (Has sensorizadas) es actualmente alrededor del 10%, se puede estimar que en las 7000 Has bajo invernadero que hay hoy en día en producción en Argentina, se

incorporarían inicialmente unas 700 hectáreas a ser sensorizadas. Esto representa un potencial de 1.3 millones de USD.

MERCADO HORTICOLA BAJO INVERNADERO EN ESPAÑA

Aquí se analiza un mercado mucho más maduro que el recientemente visto mercado hortícola argentino. La tecnología en el mercado español ya está incorporada y aceptada por el productor, con lo cual ahora el proceso que le sigue a la industria es el de expansión y no la generación de demanda inicial.

En el siguiente cuadro se reflejan los numero respecto a la cantidad de productores y su nivel tecnológico⁴¹:

ZONA: ALMERIA – 33.000 HAS					
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie promedio	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	150 has	Si	Alto	8	4%
Mediano	40 HAS	Si	Medio	510	56%
Pequeño	5 HAS	No	Medio y bajo	2640	40%
ZONA: GRANADA 3.300 HAS					
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Alto	11	20%
Mediano	25	Si	Medio	59	45%
Pequeño	5	No	Bajo	231	35%
ZONA: MURCIA 5.600 HAS					
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Medio	18	20%
Mediano	25	Si	Medio	100	45%
Pequeño	5	Si	Bajo	391	35%
ZONA: HUELVA 11.900 HAS					
TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Alto	39	18%

⁴¹ UNA VISIÓN GLOBAL DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DEL CENSO AGRARIO 2020. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 2023.

Mediano	25	Si	Medio	214	37%
Pequeño	5	Si	Medio-Bajo	833	45%

ZONA: ISLAS CANARIAS 6.500 HAS

TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Medio	21	16%
Mediano	25	Si	Medio	117	48%
Pequeño	5	Si	Bajo	455	36%

TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Alto	7	17%
Mediano	25	Si	Medio	39	46%
Pequeño	5	No	Bajo	154	37%

ZONA: VALENCIA/CCATALUÑA

TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Alto	30	19%
Mediano	25	Si	Alto	162	41%
Pequeño	5	Si	Medio	30	30%

ZONA: MALAGA

TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Alto	5	18%
Mediano	25	Si	Medio	30	51%
Pequeño	5	No	Bajo	119	33%

ZONA: CADIZ

TIPO DE PRODUCTOR	Superficie de producción bajo invernadero	Asesorado por Ing. Agr.	Nivel tecnologico	Cantidad de productores	Market Share
Grande	60	Si	Alto	4	16%
Mediano	25	Si	Medio	23	47%
Pequeño	5	Si	Bajo	90	33%

Desembarcar en un país europeo con trabas legislativas y con requerimientos solicitados que protegen la industria local, a su vez el desconocimiento de la idiosincrasia del productor español sumado a la alta inversión inicial que se requiere empezar a operar en un país extranjero, hace suponer que, si bien es un mercado de un alto potencial, se

requiere inicialmente de una evaluación y transitado en el mercado interno para ajustar procesos, costos, etc. Y así determinar las mejoras competitivas en precio con lo que se va a competir.

5.7 Censo entre productores

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de un breve censo realizado en conjunto con la Agronomía La Quinta Servicios Hortícolas SRL durante el año 2024 a sus principales clientes (productores hortícolas en Gran La Plata, Prov. De Buenos Aires - Argentina). Cabe destacar que entre ellos se encuentran 3 productores que tienen Plantineras, este tipo de producción requiere mayor nivel tecnológico y son a su vez 2 de ellas que poseen sensores en su producción. Siendo así el resto de los productores censados no poseen sensores.

Categoría	Detalle / Resultado
Total de productores encuestados	89
Lugar	La Plata, Prov. De Buenos Aires
Tamaño de explotación	< 5 ha (66%) / 5–10 ha (25%) / > 10 ha (9%)
Modalidad de producción	Bajo cubierta
Destino de producción	Mercado interno

Indicador	Resultado
Productores que ya utilizan sensores	2% (principalmente temperatura, humedad del aire y suelo)
Productores interesados en incorporar sensores	47% (mayormente por motivos de riego eficiente y reducción de pérdidas por clima)
Productores sin interés o que no planean adopción	35% (falta de financiamiento, conocimiento o escala)

Tipo de sensor	Interés (%)
Temperatura y humedad del aire	88%
Humedad del suelo	85%
Radiación solar	37%
CO ₂ /control atmosférico	15%

Barrera principal	Porcentaje de menciones
Falta de financiamiento	45%
Falta de capacitación técnica	31%
Baja percepción de utilidad	24%

Condición	Proporción de productores
Adoptarían si reciben capacitación	67%
Consideran esencial un crédito	72%
Cuentan con buena conectividad	26%

Dado los resultados de la encuesta, se puede percibir un potencial alto de adopción de sensores climáticos en la horticultura bajo invernadero en Argentina, Para concretarlo, será clave articular asistencia técnica, financiamiento accesible y una estrategia de marketing que promueva la digitalización del agro de manera inclusiva y territorialmente equilibrada.

6 LA INDUSTRIA

6.1 Descripción de la industria

La industria se encuentra en una etapa incipiente de desarrollo de IOT aplicado al agro, entendiendo el job to be done, los pain de los productores, que son dinámicos, ya que luego de una primera implementación de algo de tecnología, estos pain cambian.

Según lo descrito anteriormente, podemos observar la diferencia entre el mercado argentino y el español, en el primero (tanto hortícola como autocultivo de cannabis) el nivel de sonorización es bajo y lo que se utiliza se trae de otras industrias que no son específicas del agro. En el mercado español, si hay empresas proveedoras de sensores para la industria hortícola bajo cubierta, con un nivel de adopción del 10% aproximadamente y en franco crecimiento, estos mismos son tomados de otras industrias y adaptados al mercado agrícola.

6.2 Competidores

A continuación, se describen los sensores que se encuentran en la industria disponibles, sus características, sus virtudes y sus falencias:

1. Milesight

Descripción: Milesight es una empresa que ofrece soluciones de IoT (Internet de las Cosas) para diversas industrias, incluyendo la agricultura. Sus productos abarcan desde cámaras de vigilancia hasta sensores ambientales y gateways LoRaWAN, facilitando la implementación de redes de sensores para monitoreo en tiempo real.

Virtudes: Amplia Gama de Productos: Ofrece una variedad de dispositivos IoT que pueden integrarse para proporcionar soluciones completas de monitoreo agrícola.

Tecnología Avanzada: Incorpora tecnologías como LoRaWAN y conectividad 4G, lo que permite una comunicación eficiente en áreas rurales.

Calidad y Durabilidad: Sus dispositivos están diseñados para ser robustos y duraderos, adecuados para entornos agrícolas exigentes.

Falencias: Complejidad en la Implementación: La configuración y puesta en marcha de sus sistemas pueden requerir conocimientos técnicos avanzados, lo que podría ser una barrera para pequeños productores. Costo Elevado: El precio de sus soluciones puede ser prohibitivo para agricultores con presupuestos limitados.

2. Briste

Descripción: Briste es una empresa que desarrolla soluciones tecnológicas para la agricultura de precisión. Ofrece sistemas de monitoreo de cultivos que proporcionan datos detallados sobre variables críticas como humedad del suelo, temperatura y niveles de luz, ayudando a los agricultores a optimizar sus prácticas de cultivo.

Virtudes: Enfoque en Agricultura de Precisión: Desarrolla soluciones específicas para el monitoreo detallado de cultivos, proporcionando datos precisos para la toma de decisiones. Interfaz Intuitiva: Su plataforma es fácil de usar, permitiendo a los agricultores interpretar datos sin necesidad de formación especializada.

Falencias: Baja precisión: Los sensores utilizados, en especial para medición de NPK y pH de suelo, tienen un error de medición tan grande, que hacen que la medición pierda sentido. Medición local: La solución que ofrecen únicamente brinda resultados in situ, es decir, es necesario hacer las mediciones una a una manualmente, lo que implica una gran pérdida de tiempo para el productor, y un gran inconveniente, a un precio similar a una solución de monitoreo continuo.

3. Growcast

Descripción: Growcast es una solución tecnológica diseñada específicamente para el monitoreo y control de cultivos de cannabis. Ofrece sensores y sistemas de automatización que permiten a los cultivadores supervisar y ajustar variables ambientales como temperatura, humedad y niveles de CO₂, optimizando las condiciones de crecimiento.

Virtudes: Especialización en Cultivo de Cannabis: Ofrece soluciones diseñadas específicamente para el monitoreo y control de cultivos de cannabis, atendiendo a las necesidades particulares de este mercado. Automatización y Control Remoto: Permite la automatización de sistemas de riego y climatización, con control remoto a través de aplicaciones móviles.

Falencias: Enfoque Limitado: Su especialización en cannabis puede limitar su aplicabilidad a otros tipos de cultivos. Escalabilidad Reducida: Las soluciones pueden no

ser adecuadas para operaciones agrícolas a gran escala. Sensores cableados: Los sensores ambientales y de suelo de esta solución, requieren una conexión por cable con la unidad de procesamiento central, lo que, en muchos cultivos, puede convertirse en un problema, ya que, en las salas de cannabis, en un sector con varias plantas alrededor puede ser difícil acceder, y en un invernadero, de 50 o 100 metros de largo, puede volverse impracticable el cableado a tal distancia.

4. Wentux

Descripción: Wentux es una empresa que ofrece soluciones personalizadas de IoT para diversas industrias, incluyendo la agricultura. Desarrolla sistemas a medida que permiten el monitoreo y control de diferentes variables ambientales y operativas en explotaciones agrícolas.

Virtudes: Soluciones Personalizadas: Ofrece desarrollos a medida para diferentes tipos de cultivos y necesidades específicas de los agricultores.

Soporte Técnico Dedicado: Brinda un soporte cercano y personalizado, facilitando la resolución de problemas y la adaptación de las soluciones.

Falencias: Costos Asociados: Las soluciones a medida suelen implicar costos más elevados en comparación con productos estándar. Sensores cableados: Los sensores ambientales y de suelo de esta solución, requieren una conexión por cable con la unidad de procesamiento central, lo que, en muchos cultivos, puede convertirse en un problema, ya que, en las salas de cannabis, en un sector con varias plantas alrededor puede ser difícil acceder, y en un invernadero, de 50 o 100 metros de largo, puede volverse impracticable el cableado a tal distancia.

5. Agrofert

Descripción: Agrofert es una empresa que proporciona nueva, dedicada a la venta de soluciones para medición enlatadas. Comercializan soluciones de terceros en Argentina

Virtudes: Integración de Datos: Proporciona plataformas que integran datos de diversas fuentes, ofreciendo una visión completa de la explotación agrícola. Costo: Poseen una estructura de costo moderada

Falencias: Soporte: no tienen soporte a nivel local ya que venden soluciones de 3ros
Monitoreo a distancia: El sensor THC para cultivos tiene una solución Bluetooth, lo que implica la necesidad de acercarse al cultivo para levantar las mediciones

6. Pulsegrow

Descripción: Pulsegrow es una empresa que ofrece sistemas de monitoreo en tiempo real para cultivos en interiores. Sus dispositivos permiten supervisar variables ambientales críticas como temperatura, humedad y niveles de luz, proporcionando alertas y datos históricos para optimizar el crecimiento de las plantas.

Virtudes: Monitoreo en Tiempo Real: Ofrece monitoreo en tiempo real de variables ambientales críticas para el crecimiento de los cultivos. Alertas Personalizadas: Proporciona alertas configurables que ayudan a los agricultores a responder rápidamente a condiciones adversas.

Falencias: Compatibilidad Limitada: Puede no ser compatible con todos los tipos de cultivos o sistemas de cultivo. Costo: Al ser un producto importado y de alto perfil, el costo por un producto base es bastante elevado. Medición de humedad: al tener el sensor de humedad integrado en el casing, la saturación de humedad en el interior del mismo suele ser elevada y con un ciclo de histéresis de bajada no compensado, lo que puede dar lugar a errores de medición cuando se viene de un valor de humedad elevado

6.3 Competencia: conclusión

La industria de los sensores en el mercado agrícola argentino no se encuentra desarrollada, se puede observar algo en segmentos de nicho como en la producción de alto valor, tales como la producción de semillas híbridas para la industria extensiva, en algunas plantineras para la producción intensiva de plantines de tomate o para la

producción en hidroponía y algunos desarrollos muy especializados en cannabis. Así y todo, no está generalizado el uso, por lo que no hay un mercado establecido.

Es por ello que para el mercado argentino, tanto el autocultivo de cannabis como el hortícola bajo invernadero la competencia se encuentra en el cambio de prácticas habituales de toma de decisión. Para el caso de productores hortícolas, el cambio generacional abre la puerta a posibilidades de innovación que estaban frenadas por usos y costumbres. Para lo que es autocultivo de cannabis, lograr llegar con buena información respecto a uso de sensores y recomendaciones via plataforma digital específica.

La competencia en el mercado español es más compleja, dado que ya se encuentra establecida, es llevada a cabo por empresas españolas y poseen el conocimiento de los productores a nivel regional, cuentan con programas públicos que fomentan el uso de tecnología y apoyan el desarrollo de empresas locales.

6.4 Cinco Fuerzas de Porter

Matriz de Porter y Análisis del Entorno Competitivo. Se detalla un análisis completo de las cinco fuerzas de Porter en el mercado argentino y en el mercado español:

MERCADO ARGENTINO

Rivalidad entre competidores: Aunque actualmente no hay una gran cantidad de competidores locales, el mercado presenta una oportunidad para la competencia futura, especialmente con empresas internacionales que podrían ingresar al sector.

Poder de negociación de los proveedores: Los insumos tecnológicos necesarios para los sensores dependen mayormente de importaciones. Esto crea vulnerabilidad ante variaciones en el tipo de cambio y disponibilidad de componentes.

Poder de negociación de los clientes: Los productores agrícolas tienen diferentes niveles de ingresos y predisposición para invertir en tecnología. Los grandes productores tienen mayor poder de negociación y buscan garantías claras de retorno.

Amenaza de nuevos entrantes: El sector presenta barreras bajas para nuevos competidores nacionales o internacionales, dado que la tecnología base no es costosa de replicar. Sin embargo, la diferenciación radica en el soporte técnico y la personalización.

Amenaza de productos sustitutos: Los métodos tradicionales, como la intuición del productor o herramientas rudimentarias, siguen siendo competidores indirectos en un mercado con poca adopción tecnológica.

MERCADO ESPAÑOL

Rivalidad entre competidores: Gran cantidad de competidores locales, difícil competencia para empresas no españolas. Costo de ingreso elevado, desconocimiento de idiosincrasia de los clientes.

Poder de negociación de los proveedores: Los insumos tecnológicos necesarios para los sensores dependen mayormente de importaciones. Esto crea vulnerabilidad ante variaciones en el tipo de cambio y disponibilidad de componentes.

Poder de negociación de los clientes: Los productores agrícolas tienen diferentes niveles de ingresos y predisposición para invertir en tecnología. Mercado muy exigente en prestación de servicio y soporte.

Amenaza de nuevos entrantes: El sector presenta barreras altas para nuevos competidores internacionales.

Amenaza de productos sustitutos: Mercado que acepta nuevas tecnologías, los productos a sustituir que no sean españoles, tienen que presentar grandes ventajas en uso y/o en costos.

7 CONCLUSIONES

El análisis desarrollado en este documento evidencia la viabilidad técnica y comercial de un modelo de negocio enfocado en un área de vital importancia para la sociedad: la producción eficiente y sustentable de alimentos.

En un contexto donde los desafíos productivos se intensifican, ya sea por el cambio climático, la presión sobre los recursos naturales o la creciente demanda alimentaria es imprescindible avanzar hacia una agricultura de alta precisión y trazabilidad.

El uso de sensores ambientales, integrados con plataformas de registro y monitoreo en tiempo real, permite transformar decisiones empíricas en acciones basadas en datos. Esto no solo mejora la rentabilidad del productor, sino que contribuye a:

- La optimización del uso del agua y los agroinsumos.
- La reducción de riesgos ambientales y sanitarios.
- La construcción de sistemas trazables, que den confianza al consumidor y agreguen valor al producto.

Desde el riego hasta las aplicaciones fitosanitarias, todo puede ser documentado, interpretado y ajustado. Esta digitalización del campo no solo mejora la producción: profesionaliza la toma de decisiones en ambientes cambiantes y complejos.

Argentina representa una gran oportunidad para escalar tecnologías de sensores en horticultura intensiva y producción de cannabis, con baja competencia tecnológica, fuerte impacto esperado y una base de usuarios receptiva. Para cada mercado se recomienda lo siguiente:

MERCADO DE CANNABIS EN ARGENTINA:

- ➔ Objetivo: Ofrecer soluciones tecnológicas para trazabilidad, control ambiental y seguridad en cultivos autorizados por REPROCANN.
- ➔ Segmento clave: Autocultivadores registrados, ONGs cannábicas, laboratorios y cooperativas autorizadas.
- ➔ Enfoque legal y técnico: Asegurar cumplimiento con INASE y REPROCANN: trazabilidad de condiciones de cultivo, seguridad y dosificación.

- ➔ Canales de comercialización: Venta online, grow shops, ferias de cannabis medicinal, y canales digitales con enfoque educativo.
- ➔ Modelo de entrada: Kits compactos para autocultivo: sensores de temperatura, humedad, y alertas móviles para iluminación o riego
- ➔ Educación del consumidor: Crear contenidos de divulgación en redes, talleres virtuales y alianzas con Clubes de cultivo que promuevan el uso de tecnología y trazabilidad.

MERCADO HORTICOLA ARGENTINO:

- ➔ Objetivo: Impulsar la adopción de sensores climáticos y trazabilidad digital en pequeños y medianos productores de hortalizas.
- ➔ Segmentación: Focalizar en regiones con mayor producción bajo cubierta: Cinturón Verde de Buenos Aires, Salta y Corrientes.
- ➔ Educación y formación: Implementar capacitaciones con INTA, SENASA, y Universidades (como la UNLP). Incluir prácticas a campo y testimonios de productores.
- ➔ Financiamiento: Asociarse con programas públicos como FONTAR, PRODECOOP, o líneas del BICE y bancos provinciales para créditos tecnológicos.
- ➔ Canales de entrada: Ingresar a través de distribuidores de agroinsumos, cooperativas hortícolas, ferias rurales y asociaciones de productores.
- ➔ Producto mínimo viable (PMV): Ofrecer kits económicos y simples de sensores + plataforma básica para empezar (temperatura, humedad, alertas de riego).

España tiene un alto potencial en términos de volumen y valor agregado, pero requiere una estrategia de entrada más robusta, asociada a partners locales, adaptación regulatoria y comprensión del ecosistema productivo. Para este mercado se recomienda:

MERCADO HORTICOLA ESPAÑOL:

- ➔ Objetivo: Ingresar gradualmente al mercado intensivo de invernaderos en el sur de España (especialmente Almería), adaptando tecnología al contexto local.

- ➔ Entrada indirecta: Formar alianzas con empresas locales de tecnología agrícola, universidades o centros de I+D (como IFAPA o Tecnova).
- ➔ Estudio del usuario: Realizar investigación de campo con técnicos españoles: entender prácticas, ciclos de cultivo, limitaciones y cultura productiva.
- ➔ Regulación y certificaciones: Evaluar normativa española/europea sobre equipos agrícolas, certificación CE, normativas de ciberseguridad y datos.
- ➔ Soporte de inversión: Aplicar a fondos de innovación de la UE (Horizon Europe, PERTE agro), o a programas de digitalización rural.
- ➔ Estrategia de prueba piloto: Iniciar con un piloto demostrativo en invernaderos almerienses en colaboración con cooperativas locales (ej. CASI, UNICA).

7. TERMINOLOGIA

Horticultura: es una rama de la agronomía que se ocupa del cultivo intensivo de plantas comestibles y ornamentales, principalmente en superficies pequeñas o medianas, utilizando técnicas especializadas y un alto grado de manejo. Incluye el estudio y la producción de: Hortalizas, Frutas finas, Hierbas aromáticas y condimentarias, Plantas ornamentales y flores (ej. Cannabis Sativa).

Invernadero: es una estructura cerrada y controlada que permite crear un ambiente artificialmente favorable para el cultivo de plantas, principalmente hortalizas, flores, frutas y plantas aromáticas, durante todo el año.

Cannabis: es una planta del género Cannabis (Cannabis Sativa), originaria de Asia Central, ampliamente cultivada en distintas regiones del mundo por sus usos medicinales, industriales y recreativos. Es conocida comúnmente como marihuana, aunque este término suele referirse específicamente a las flores secas con fines psicoactivos.

REPROCANN: (Registro del Programa de Cannabis) es una base de datos administrada por el Ministerio de Salud de la Nación Argentina. Su objetivo es regular y facilitar el acceso al cultivo controlado de la planta de cannabis con fines medicinales, terapéuticos

y/o paliativos del dolor. Está destinado a pacientes con indicación médica que requieran este tipo de tratamiento.

Grow shops: es un comercio especializado en la venta de insumos, equipamiento y asesoramiento para el cultivo de plantas, especialmente de cannabis. Su objetivo es brindar herramientas para que cultivadores (tanto recreativos como medicinales) puedan producir de forma eficiente, segura y personalizada.

Clubes de cultivo: son organizaciones sin fines de lucro formadas por un grupo de personas que asocian su producción y consumo de cannabis con fines medicinales o personales, bajo regulación estatal o comunitaria.

DPV: (Déficit de Presión de Vapor) Es una medida que indica la demanda atmosférica de humedad: cuánta humedad puede absorber el aire en relación con cuánta hay efectivamente. En cultivos bajo invernadero o interiores, esta variable es clave para el crecimiento vegetal, ya que regula: La transpiración de las plantas, la absorción de nutrientes, el riesgo de enfermedades fúngicas, el desarrollo estomático (apertura/cierre de poros).

Agroinsumos: Local comercial de venta de agroquímicos, semillas, materiales plásticos para invernáculos, sistemas de riego, etc.

DSS: Decision Support System es un sistema informático diseñado para ayudar a los usuarios (especialmente a responsables técnicos o gerenciales) a tomar decisiones informadas mediante el análisis de datos, modelos predictivos, y herramientas de simulación o visualización.

Plantinera: es una unidad o instalación especializada en la producción de plantines, es decir, plantas jóvenes desarrolladas a partir de semillas, listas para ser trasplantadas a campo o invernadero.

Sensores agroclimáticos: son dispositivos electrónicos diseñados para medir, registrar y transmitir en tiempo real variables del ambiente y del cultivo. Se utilizan principalmente en agricultura de precisión para optimizar el manejo de recursos, mejorar la productividad y reducir impactos ambientales.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Food and agriculture organization of united Nations: Global, regional and country trends
2. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. PROGRAMA NACIONAL HORTALIZAS, FLORES Y AROMÁTICAS. Claudio Galmarini 2009.
3. Invernaderos Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54) Mario Lenscak Norma Iglesias. 2019.
4. Maroto, J.V. (1989). Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
5. UNA VISIÓN GLOBAL DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DEL CENSO AGRARIO 2020. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2023.

9. ANEXOS

Cuadro de aumento de población mundial y aumento de superficie agrícola en los últimos 10 años:

Indicador	2015	2025	Cambio (%)
Población mundial (mil millones)	7.47	8.23	+10.2%
Superficie agrícola total (mil ha)	4,700	4,780	+1.7%
Superficie de cultivos permanentes	3,200	3,208	+0.25%
Superficie de cultivos temporales	1,570	1,573	+0.2%

*Fuente: FAO Land statistics