



# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de los beneficios socioeconómicos de los  
productos innovadores de las salinas ibéricas de  
evaporación solar, mediante Análisis de Ciclo de Vida  
Social

Un enfoque descriptivo sobre la implementación de cultivos y/o microorganismos  
halotolerantes en la Península Ibérica

Autor: Sara Gómez Lorenzo

Director: María del Mar Cledera Castro y Katia Hueso Kortekass

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
“Estudio de los beneficios socioeconómicos de los productos innovadores de las salinas  
ibéricas evaporación solar, mediante Análisis de Ciclo de Vida Social”  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2023/24 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido  
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Sara Gómez Lorenzo

Fecha: 15/ 07/ 2024

Safa .

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: María del Mar Cledera Castro

Fecha: 15/ 07/ 2024

Fdo.: Katia Hueso Kortekaas

Fecha: 15/ 07/ 2024





# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de los beneficios socioeconómicos de los  
productos innovadores de las salinas ibéricas de  
evaporación solar mediante, Análisis de Ciclo de Vida  
Social

Un enfoque descriptivo sobre la implementación de cultivos y/o microorganismos  
halotolerantes en la Península Ibérica

Autor: Sara Gómez Lorenzo

Director: María del Mar Cledera Castro y Katia Hueso Kortekass

Madrid

# **ESTUDIO DE LOS BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS PRODUCTOS INNOVADORES DE LAS SALINAS IBÉRICAS DE EVAPORACIÓN SOLAR, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL**

**Autor: Gómez Lorenzo, Sara.**

Directors: Hueso Kortekaas, Katia; Cledera Castro, María del Mar.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

A través del Análisis de Ciclo de Vida Social se ha obtenido el impacto social que tendría la implementación de los microorganismos o cultivos halotolerantes en España. Se analizan las categorías sociales más relevantes propuestas por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [1]. El objetivo principal del estudio es exponer una primera aproximación de estas prácticas para motivar la implementación en España y lograr adoptar prácticas sostenibles de agricultura que revitalicen las salinas abandonadas y terrenos salinizados en desuso.

**Palabras clave:** Análisis de Ciclo de Vida Social, Microorganismos, Cultivos, Halotolerante, Salinas.

### **1. Introducción**

Las salinas son un entorno comúnmente conocido por ser instalaciones destinadas a la obtención de sal a partir de agua salada [2]. En los últimos años, las actividades salineras han decaído significativamente ([3], [4]). Muchas salinas han sido abandonadas debido al bajo valor añadido de la sal, el precio del mercado apenas permite cubrir gastos de producción. Sin embargo, pueden ofrecer una amplia variedad de productos innovadores que se desconocen y que tienen un gran potencial socioeconómico.

En este estudio se ha optado por estudiar los cultivos y microorganismos halotolerantes. Ambos enfoques son herramientas novedosas que pueden añadir un gran valor en el sector agrícola. La diferencia entre los dos planteamientos se refiere a que los cultivos halotolerantes son plantas cultivadas que pueden soportar altas concentraciones de sal, mientras que los microorganismos halotolerantes son organismos microscópicos que

---

toleran las concentraciones de sal y que tratan de interactuar con plantas (no halotolerantes) para mejorar su crecimiento en presencia de terrenos salinos.

A causa de las malas prácticas de irrigación, muchos terrenos se han salinizado y han sido abandonados en España. La salinización de suelos es un problema cada vez más alarmante que empobrece el rendimiento de los cultivos y afecta a la calidad del producto [5]. La aplicación de los cultivos y microorganismos halotolerantes surge como posible solución a este problema.

A través de la herramienta del Análisis de Ciclo de Vida Social se busca analizar los impactos sociales que tendría la aplicación de cultivos y/o microorganismos halotolerantes en España. Alineados con los objetivos de desarrollo sostenible, se han empleado indicadores sociales para medir los impactos socioeconómicos en las comunidades locales.

En general, se busca con la aplicación de estas prácticas un aprovechamiento integrado de esas tierras y salinas para lograr un desarrollo sostenible.

## **2. Definición del proyecto**

La realización del Análisis de Ciclo de Vida Social sobre los cultivos/microorganismos halotolerantes busca abordar los siguientes objetivos:

- 2.1. Examinar en profundidad el estado de abandono de las salinas en la Península Ibérica y analizar la situación de los terrenos salinizados.
- 2.2. Estudiar las causas y las alternativas para revitalizar estos paisajes naturales haciendo énfasis en el amplio abanico de servicios y productos innovadores que ofrecen las salinas.
- 2.3. Investigación exhaustiva de los experimentos y proyectos previos de microorganismos y cultivos halotolerantes para evaluar la posibilidad de su introducción en la Península Ibérica.

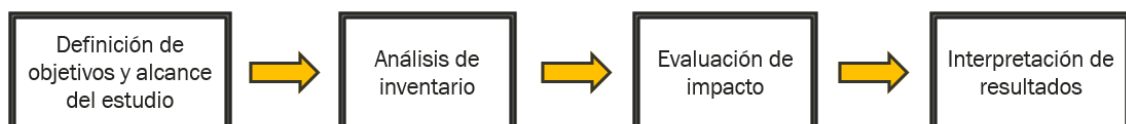
- 
- 2.4. Estudio de los riesgos a los que se enfrenta el sector agrícola en España a largo plazo.
  - 2.5. Generar impacto en la comunidad local exponiendo los beneficios a largo plazo de la implementación de estas herramientas tanto para la sociedad como para el medio ambiente.
  - 2.6. Promover un nuevo enfoque sostenible para hacer frente al abandono de terrenos salinos en España aumentando el rendimiento de los suelos con la implementación de estas herramientas.

### 3. Descripción de la herramienta

Para realizar el análisis socioeconómico de los cultivos/microorganismos halotolerantes en la Península Ibérica se va a emplear el Análisis de Ciclo de Vida Social (ACV-S). El ACV-S es una técnica de evaluación de impactos cuyo objetivo es valorar los efectos sociales sobre los actores implicados [6] .

Esta herramienta guía a los gerentes y planificadores a comprender cómo las personas emplean y se involucran con los sistemas sociales [7]. El objetivo es exponer un nuevo enfoque o práctica con potencial socioeconómico, capaz de generar beneficios mejorando la calidad de vida de las comunidades.

El ACV-S es una metodología sin un proceso formalizado, sin embargo, se siguen los pasos propuestos por la ISO 14.040 para el ACV (Análisis de Ciclo de Vida) [7]. El siguiente esquema ilustra el procedimiento que consta de cuatro etapas; definición y objetivos del estudio, análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación de los resultados.



---

#### **4. Resultados**

La situación en la que se encuentran las salinas es alarmante y urge emplear medidas para evitar su abandono. Las propias salinas ofrecen una variedad amplia de subproductos que se pueden emplear para sacar provecho de estos paisajes naturales. El estudio ha optado por analizar el impacto social que tendrían los cultivos y/o microorganismos halotolerantes.

Estas prácticas no tienen una aplicación extensa en la Península Ibérica, sin embargo, en otros países se están llevando a cabo numerosos experimentos que demuestran el gran potencial que tienen.

El estudio ha concluido que la introducción de cultivos o microorganismos halotolerantes en la Península Ibérica tendría un impacto social positivo. Tras estudiarse las categorías sociales más relevantes cuyos objetivos principales implican que dicha introducción fomente la conservación del patrimonio, el empleo local y las prácticas sostenibles, se ha demostrado que se alcanzarían con éxito. La implementación de estas prácticas tendría lugar en salinas en decadencia o en terrenos salinos abandonados por lo que se lograría un impacto social a escala local significativo para las comunidades que se encuentren en las zonas próximas.

#### **5. Conclusiones**

Con los resultados obtenidos se alienta a los agricultores e inversores de la industria a participar en este tipo de prácticas para aprovechar las salinas y terrenos en desuso, contribuyendo así a la generación de empleo, al desarrollo de economías locales y al aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles.

El estudio evalúa y demuestra el impacto social positivo que tendrían los cultivos y microorganismos halotolerantes en la Península Ibérica. No obstante, la implementación de estas prácticas requeriría un análisis más técnico para abordar los riesgos y beneficios en detalle.

Los cultivos y microorganismos halotolerantes van más allá de ser una alternativa sostenible; son herramientas efectivas para enfrentar los desafíos del sector agrícola debido al cambio



---

climático, la sobrepoblación o la situación de baja densidad de población. La introducción de estas prácticas combina la innovación y la tradición. Recuperar los conocimientos ancestrales de la agricultura, que comparte mucho con los cultivos halotolerantes, es crucial para lograr hacer frente a los retos. La situación preocupante en la que se encuentra la agricultura en España evidencia que la implementación de estas prácticas sean clave a largo plazo, no por elección, pero por necesidad.

---

## 6. Referencias

- [1] «Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA) 2021 - Life Cycle Initiative». Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.lifecycleinitiative.org/library/methodological-sheets-for-subcategories-in-social-life-cycle-assessment-s-lca-2021/>
- [2] S. Roperó, «Qué son las salinas y cómo se forman - Resumen», *ecologiaverde.com*. Accedido: 28 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-salinas-y-como-se-forman-4697.html>
- [3] K. Hueso, «Las salinas de interior, un patrimonio desconocido y amenazado», *De Re Metallica Revista De La Sociedad Espanola Para La Defensa Del Patrimonio Geologico Y Minero*, ene. 2006, Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/58068634/Las\\_salinas\\_de\\_interior\\_un\\_patrimonio\\_desconocido\\_y\\_amenazado](https://www.academia.edu/58068634/Las_salinas_de_interior_un_patrimonio_desconocido_y_amenazado)
- [4] O. P. Riart, «Estado actual del patrimonio salinero español», vol. En: «II Congreso Internacional sobre la Sal», 15-16 Noviembre 2018, Ciempozuelos (Madrid)., pp. 329-36, 2019.
- [5] «Salinidad Del Suelo: Causas, Señales Y Efectos De La Salinización». Accedido: 25 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/salinidad-del-suelo/>
- [6] «Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Social del Proyecto Reagritech\_V5.pdf». Accedido: 28 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20\(ACV\)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech\\_V5.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20(ACV)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech_V5.pdf)
- [7] «¿Qué es la Evaluación del ciclo de vida social (S-LCA) y cómo empezar a utilizarla? -DEISO». Accedido: 28 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dei.so/es/what-is-social-life-cycle-assessment-s-lca-and-how-to-get-started-with-it/>
- [8] «ISO 14040:2006(es), Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia». Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>

# **STUDY OF THE SOCIOECONOMIC BENEFITS OF INNOVATIVE PRODUCTS FROM SOLAR EVAPORATION IBERIAN SALT EVAPORATION SALTWORKS, USING SOCIAL LIFE CYCLE ANALYSIS**

**Author: Gómez Lorenzo, Sara.**

Supervisors: Hueso Kortekaas, Katia; Cledera Castro, María del Mar.

Collaborating Entity: Universidad Pontificia Comillas

## **ABSTRACT**

Through the Social Life Cycle Analysis, the social impact of implementing halotolerant microorganisms or crops in Spain has been determined. The most relevant social categories proposed by the United Nations Environment Program [1] are analyzed. The main objective of the study is to present an initial assessment of these practices to encourage their implementation in the Iberian Peninsula and achieve the adoption of sustainable agricultural practices that revitalize abandoned salinas and unused salinized land.

**Keywords:** Analysis of Social Life Cycle, Microorganisms, Crops, Halotolerant, Salinas.

## **1. Introduction**

Salinas are an environment commonly known for being facilities designed to obtain salt from brine [2]. In recent years, salt production activities have significantly declined ([3], [4]). Many salinas have been abandoned due to the low added value of the salt; the market price barely covers production costs. However, they offer a wide variety of innovative products that are largely unknown and have great socioeconomic potential.

This study focuses on halotolerant crops and microorganisms. Both approaches are innovative tools that can add great value in the agricultural sector. The difference between the two approaches is that halotolerant crops are cultivated plants that can withstand high salt concentrations, while halotolerant microorganisms are microscopic organisms that tolerate salt concentrations and interact with (non-halotolerant) plants to enhance their growth in the presence of saline soils.

---

Due to poor irrigation practices, many lands in Spain have become salinized and have been abandoned. Soil salinization is an increasingly alarming issue that diminishes crop yields and affects product quality [5]. The application of halotolerant crops and microorganisms emerges as a possible solution to this problem.

Through the tool of Social Life Cycle Analysis, the study aims to analyze the social impacts that the application of halotolerant crops and/or microorganisms would have in the Iberian Peninsula. Aligned with the sustainable development goals, social indicators have been used to measure the socioeconomic impacts on local communities.

Overall, the application of these practices seeks an integrated use of these lands to achieve sustainable development.

## **2. Project definition**

The Social Life Cycle Analysis on halotolerant crops/microorganisms seeks to address the following objectives:

- 2.1. Examine in depth the state of abandonment of salinas in the Iberian Peninsula and to analyze the situation of salinized lands.
- 2.2. Study the causes and alternatives to revitalize these natural landscapes emphasizing the wide range of innovative services and products offered by salinas.
- 2.3. Exhaustive investigation of previous experiments and projects on halotolerant microorganisms and crops to evaluate the feasibility of their introduction.
- 2.4. Study of the risks faced by the agricultural sector in Spain in the long term.
- 2.5. Generate impact in the local community by highlighting the long-term benefits of the implementation of these tools for both society and the environment.
- 2.6. Promote a new sustainable approach to address the abandonment of saline soils in Spain by increasing soil yields with the implementation of these tools.

---

### 3. Tool description

To conduct the socioeconomic analysis of halotolerant crops/microorganisms in the Iberian Peninsula, the Social Life Cycle Assessment (S-LCA) will be used. The S-LCA is an impact assessment technique aimed at evaluating the social effects on the stakeholders involved [6].

This tool guides managers and planners to understand how people engage and utilize social systems [6]. The goal is to present a new approach or practice with socioeconomic potential, capable of generating benefits that improve the quality of life in communities.

The S-LCA is a methodology without a formalized process, however, it follows the steps proposed by ISO 14.040 for LCA (Life Cycle Analysis) [7]. The following scheme illustrates the procedure consisting of four stages: definition and objectives of the study, inventory analysis, impact assessment and interpretation of the results.



### 4. Results

The situation of the salinas is alarming, and measures are urgently needed to prevent their abandonment. The salinas themselves offer a wide variety of by-products that can be used to take advantage of these natural landscapes. The study has chosen to analyze the impact of halotolerant crops and/or microorganisms.

These practices are not extensively applied in the Iberian Peninsula; however, numerous experiments in other countries demonstrate their great potential.

The study concluded that the introduction of halotolerant crops or microorganisms in the Iberian Peninsula would have a positive social impact. After examining the most relevant social categories, whose main objectives include promoting heritage conservation, local employment, and sustainable practices, it has been shown that they would be successfully

---

achieved. The implementation of these practices would take place in declining salinas or abandoned salted lands and would therefore have a significant local social impact for the communities in the nearby areas.

## **5. Conclusions**

With the obtained results, farmers and industry investors are encouraged to engage in these practices to make use of salinas and unused lands, thus contributing to the generation of employment, the development of local economies and the optimal use of available resources.

The study evaluates and demonstrates the positive social impact that halotolerant crops and microorganisms would have in the Iberian Peninsula. However, implementing these practices would require a more technical analysis to address the risks and benefits in detail.

Halotolerant crops and microorganisms go beyond being a sustainable alternative; they are effective tools to tackle the challenges faced by the agricultural sector due to climate change, overpopulation, or the depopulation of rural Spain. The introduction of these practices combines innovation and tradition. Recovering the ancestral knowledge of agriculture, which shares much with halotolerant crops, is crucial to addressing these challenges. The concerning state of agriculture in Spain highlights that the introduction of these practices is essential in the long term, not by choice, but by necessity.

---

## 6. References

- [1] ‘Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA) 2021 - Life Cycle Initiative’. Accessed: Mar. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.lifecycleinitiative.org/library/methodological-sheets-for-subcategories-in-social-life-cycle-assessment-s-lca-2021/>
- [2] S. Roperó, ‘Qué son las salinas y cómo se forman - Resumen’, *ecologiaverde.com*. Accessed: Apr. 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-salinas-y-como-se-forman-4697.html>
- [3] K. Hueso, ‘Las salinas de interior, un patrimonio desconocido y amenazado’, *De Re Metallica Revista De La Sociedad Espanola Para La Defensa Del Patrimonio Geologico Y Minero*, Jan. 2006, Accessed: Oct. 10, 2023. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/58068634/Las\\_salinas\\_de\\_interior\\_un\\_patrimonio\\_desconocido\\_y\\_amenazado](https://www.academia.edu/58068634/Las_salinas_de_interior_un_patrimonio_desconocido_y_amenazado)
- [4] O. P. Riart, ‘Estado actual del patrimonio salinero español’, vol. En: ‘II Congreso Internacional sobre la Sal’, 15-16 Noviembre 2018, Ciempozuelos (Madrid)., pp. 329–36, 2019.
- [5] ‘Salinidad Del Suelo: Causas, Señales Y Efectos De La Salinización’. Accessed: Feb. 25, 2024. [Online]. Available: <https://eos.com/es/blog/salinidad-del-suelo/>
- [6] ‘Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Social del Proyecto Reagritech\_V5.pdf’. Accessed: Apr. 28, 2024. [Online]. Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20\(ACV\)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech\\_V5.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20(ACV)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech_V5.pdf)
- [7] ‘¿Qué es la Evaluación del ciclo de vida social (S-LCA) y cómo empezar a utilizarla? -DEISO’. Accessed: Apr. 28, 2024. [Online]. Available: <https://dei.so/es/what-is-social-life-cycle-assessment-s-lca-and-how-to-get-started-with-it/>
- [8] ‘ISO 14040:2006(es), Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia’. Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>

## *Índice de la memoria*

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>20</b>
1.1 Motivación del proyecto.....	20
1.2 Alineación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) .....	21
<b>Capítulo 2. Descripción de la Herramienta.....</b>	<b>23</b>
2.1 Definición y marco conceptual.....	23
2.2 Metodología.....	26
2.2.1 Definición del objetivo y alcance .....	26
2.2.2 Análisis de inventario .....	27
2.2.3 Evaluación del impacto .....	28
2.2.4 Interpretación de resultados.....	30
2.3 Limitaciones y consideraciones.....	30
<b>Capítulo 3. Estado del arte .....</b>	<b>32</b>
3.1 Salinas en España .....	32
3.2 Subproductos de las salinas .....	34
3.3 Estudios previos de microorganismos y cultivos halotolerantes .....	36
3.4 Limitaciones de los estudios.....	40
<b>Capítulo 4. Análisis de ciclo de vida social de los cultivos y/o microorganismos halotolerantes.....</b>	<b>42</b>
4.1 Definición de objetivo y alcance .....	42
4.1.1 Objetivo general .....	42
4.1.2 Objetivos específicos .....	42
4.1.3 Alcance del estudio.....	42
4.1.4 Referencias normativas y estándares (unidad funcional) .....	43
4.1.5 Limitaciones del estudio .....	44
4.2 Análisis de inventario.....	44
4.2.1 Necesidad de implementar los cultivos/microorganismos halotolerantes .....	45
4.2.2 Cultivos vs. Microorganismos halotolerantes .....	46
4.2.3 Terrenos salinizados y salinas en desuso .....	47
4.2.4 Retos de la agricultura en el futuro.....	53



4.2.5 Políticas de desarrollo rural en España.....	55
4.2.6 Condiciones geológicas y climáticas de España.....	57
4.2.7 Uso del suelo en España.....	60
4.2.8 Casos de estudio.....	61
4.3 Evaluación de impacto .....	67
4.3.1 Selección de las categorías y subcategorías .....	67
4.3.2 Cálculo y determinación de los indicadores sociales.....	68
4.3.3 Recopilación de datos.....	71
4.4 Vinculación de métricas .....	74
4.5 Interpretación de resultados.....	76
<b>Capítulo 5. Análisis de Resultados.....</b>	<b>80</b>
<b>Capítulo 6. Conclusiones y Trabajos Futuros.....</b>	<b>83</b>
<b>Capítulo 7. Bibliografía.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO 93</b>	

## *Índice de figuras*

Figura 1: Mapa de palabras de Análisis de Ciclo de Vida Social .....	25
Figura 2: Paisaje de las salinas de Janubio (Lanzarote) [9].....	32
Figura 3: Tierras salinas en Europa (2008) [34].....	49
Figura 4: Los 10 objetivos de la PAC en España 2021-2027 [49] .....	56
Figura 5: Índices de aridez en España (2020) [51].....	58
Figura 6: Distribución del suelo por sus usos y aprovechamientos [52].....	59

## *Índice de tablas*

Tabla 1: Categorías y subcategorías según las directrices del PNUMA 2020 .....	29
Tabla 2: Medidas de los indicadores sociales.....	69
Tabla 3: Valoración de los indicadores (0-3) por empresa.....	71
Tabla 4: Ponderación de los indicadores .....	72
Tabla 5: Valoración de los indicadores corregidos por ponderación .....	73
Tabla 6: Impacto social total de cada empresa .....	74
Tabla 7: Clasificación de impacto social.....	74
Tabla 8: Indicador de potencial de innovación.....	75
Tabla 9: Valor del indicador "potencial de innovación" de las empresas colaboradoras ...	75

## **Capítulo 1. INTRODUCCIÓN**

### ***1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO***

Las salinas son un entorno natural que ofrecen productos innovadores con un gran potencial socioeconómico. Los cultivos y microorganismos halotolerantes<sup>1</sup> son herramientas novedosas que pueden añadir un gran valor en el sector agrícola.

La agricultura es uno de los principales motores de la sociedad. Cada vez resulta de mayor importancia abordarla de forma sostenible, esto es, incrementando el bienestar de los productores al mismo tiempo que fomentando la conservación del entorno natural y con ello aumentar la salud de los suelos. Las condiciones de las tierras agrícolas son cada vez más alarmantes por varias causas como el cambio climático o las malas prácticas de regadío. La cantidad de terrenos que se encuentran inutilizables por las altas concentraciones de sal está aumentando progresivamente. Estas herramientas podrían tener una extensión significativa si se considera la urgente necesidad de tomar acción para evitar un futuro desabastecimiento de alimentos debido al aumento de población y reducción de terrenos aprovechables [8]. Aunque el objetivo principal del estudio radica en la identificación de los impactos sociales a escala local derivados de la implementación de estos cultivos y/o microorganismos, es crucial no perder de vista su relevancia en un contexto global.

La finalidad del estudio es dar a conocer unas herramientas innovadoras para dar nuevas soluciones a las salinas y terrenos salinizados abandonados con el objetivo de crear a su alrededor un nuevo ecosistema socioeconómico sostenible. La acción, a través de la debida información, es la clave fundamental para todo éxito. A medida que más gente conozca las

---

<sup>1</sup> Halotolerante: capacidad de sobrevivir en ambientes con altas concentraciones de sal.

herramientas y las preocupaciones morales que tratan de abordar, se podrá lograr avanzar hacia una sociedad comprometida con el desarrollo sostenible.

## ***1.2 ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)***

En 2015 tiene lugar un llamamiento global de las Naciones Unidas para hacer frente a la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad de todos como parte de la agenda de desarrollo sostenible [9]. Todo el mundo está involucrado en este proceso para alcanzar las metas específicas de cada uno de los objetivos en 2030. Un total de 17 objetivos se han establecido, integrados entre sí, para garantizar el bienestar global. La interconexión entre los objetivos implica que los resultados obtenidos en un área afectarán a los resultados en otras áreas.

El estudio de este trabajo tendrá un mayor impacto en “hambre cero” (ODS1) “industria, innovación e infraestructura” (ODS9), “ciudades y comunidades sostenibles” (ODS11), y “producción y consumo responsables” (ODS12).

- Hambre cero: Invertir en la aplicación de cultivos/microorganismos halotolerantes, permitiría ampliar el acceso a alimentos para un mayor número de personas. Teniendo en cuenta que hay muchas áreas y salinas en estas condiciones en España, y que la tendencia es creciente, la implementación de la propuesta podría ayudar a alcanzar este objetivo.
- Industria, innovación e infraestructura: Los cultivos/microorganismos halotolerantes son prácticas innovadoras que brindan una nueva perspectiva a la industria agrícola para abordar los desafíos de terrenos salinizados en desuso. Son herramientas que facilitan el desarrollo sostenible mejorando el acceso a recursos para todos.
- Ciudades y comunidades sostenibles: Los cultivos/microorganismos halotolerantes buscan dar una segunda oportunidad a zonas abandonadas con el objetivo de crear una comunidad sostenible a su alrededor. Estas prácticas buscan alinearse con las

políticas de desarrollo rural para garantizar un aprovechamiento más eficiente de los recursos contribuyendo al bienestar sostenible de las comunidades locales.

- Producción y consumo responsables: Las malas prácticas de irrigación agrícola afectan directamente a los terrenos, empeorando la calidad de los mismos. Los cultivos/microorganismos halotolerantes son prácticas de producción sostenible que se emplean en terrenos afectados por estas prácticas inadecuadas. Puede aportar un gran valor a la seguridad alimentaria y dirigir el camino hacia una economía que utilice los recursos de manera más eficiente.

## **Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA**

### ***2.1 DEFINICIÓN Y MARCO CONCEPTUAL***

El Análisis de Ciclo de Vida Social (ACV-S) se define como “una técnica para recopilar, analizar y comunicar información sobre las condiciones sociales y los impactos asociados con la producción y el consumo” [10]. Se trata de una técnica que busca medir los impactos sociales en el ciclo de vida de un producto o servicio.

La introducción de esta herramienta es novedosa, esto implica que tanto el método como la implementación no estén definidos detalladamente. No obstante, esto puede ser visto como una oportunidad para adaptar el marco a las circunstancias específicas del análisis, lo que permite mayor adaptabilidad y versatilidad en la investigación.

La metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) surge por primera vez en 1969 [11]. Es una técnica pionera que ha sido perfeccionada y definida de manera más concreta. Surge como herramienta para estudiar los impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto o servicio [12]. Los resultados se emplean para analizar posibles alternativas en los procesos de producción y la implementación de criterios ambientales en las estrategias.

Sin embargo, no ha sido hasta los años 90 que expertos en la metodología sugirieron introducir un criterio adicional para abordar los impactos sociales. En 2009 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) publicó una descripción de diferentes prácticas dedicadas a los profesionales interesados en medir el impacto social. En 2021 se publican las “Methodological Sheets for subcategories in social life cycle assessment” [1] para complementar el estudio anterior. Este último informe incluye indicadores, unidades de medida y posibles fuentes de datos para examinar los aspectos clave.

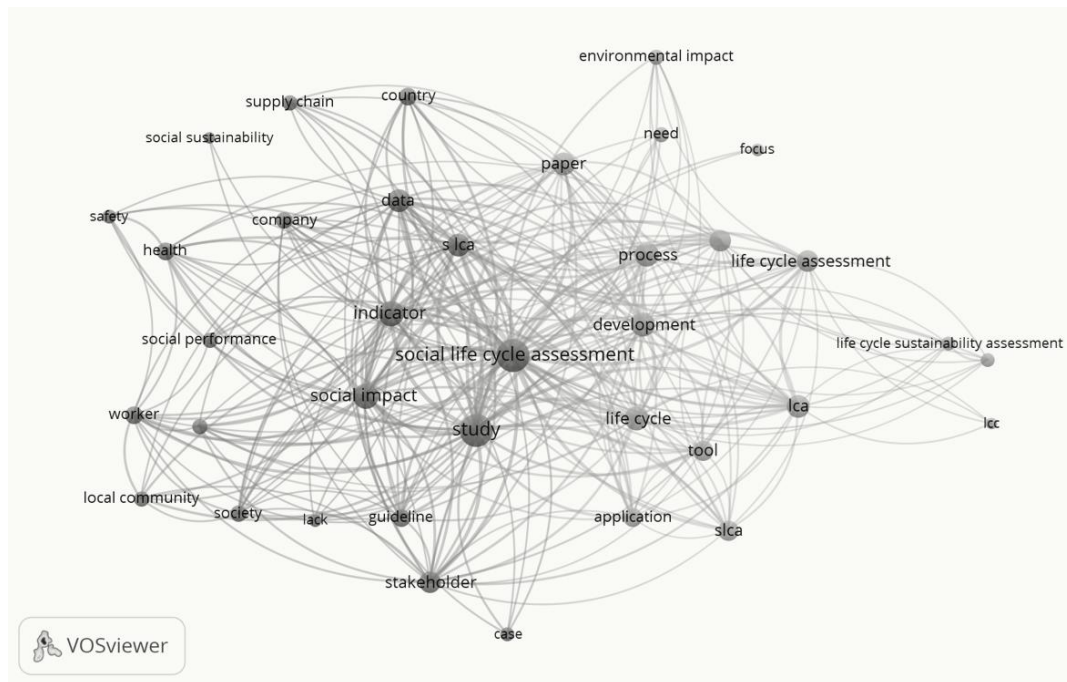
El concepto “impactos sociales” relaciona generalmente tres dimensiones [1]:

- Comportamientos: los impactos sociales resultan de la acción de determinado comportamientos y decisiones.
- Procesos socioeconómicos: los impactos sociales son el efecto posterior de las decisiones socioeconómicas.
- Capitales (humano, social, cultural): los impactos sociales se relacionan con los atributos que posee un grupo/individuo/sociedad.

Para un mejor acercamiento a la comprensión de la metodología, se ha empleado el software digital “VOSviewer” para construir y visualizar redes bibliométricas, como muestra la Figura 1. La finalidad es encontrar las palabras con más frecuencia en un conjunto de documentos científicos sobre el Análisis de Ciclo de Vida Social para obtener una comprensión rápida y clara de la metodología.

Para la obtención de la Figura 1 se han volcado los documentos de Scopus (base de datos de referencias bibliográficas) bajo la referencia “Social Life Cycle Assessment”. Se han considerado los documentos de los últimos 15 años (2008-2023), habiendo un aumento significativo en los últimos 5 años. Seleccionando todas las posibles combinaciones para indicar de la misma manera “Social Life Cycle Assessment” (S-LCA, SLCA, Social LCA), se han encontrado un total de 428 documentos. Por último, se han escogido las palabras que aparecieran un mínimo de 35 veces, de las cuales se han tomado el 60% más relevante.





*Figura 1: Mapa de palabras de Análisis de Ciclo de Vida Social*

Con el mapa de palabras se pueden extraer conceptos relevantes que engloba la herramienta como “comunidad local”, “necesidad”, “trabajador”, “indicador”, “desarrollo”, “compañía”, “país”, “falta” ... Esto proporciona una estructura conceptual del campo de investigación de la metodología y los temas destacados dentro de los mismos.

En última instancia se trata de emplear el Análisis de Ciclo de Vida Social como apoyo para la toma de decisiones. Tras una evaluación exhaustiva de las consecuencias sociales en la vida de los trabajadores, consumidores, en conjunto, de la sociedad, la información está al alcance para tomar decisiones.

Los actores sociales juegan un papel importante en los proyectos, empresas, y comunidades, ya que su participación activa influye directamente en el desarrollo, impacto y sostenibilidad de iniciativas a nivel local o global. Por esta razón, el aumento ha sido tan significativo en los últimos años y cada vez está obteniendo más valor y reconocimiento. Hoy en día se ha empleado en diversas áreas como la agricultura, construcción de edificios, bioenergía,

gestión de agua... Las aplicaciones potenciales son innumerables y útiles en todos los sectores. Sería de gran utilidad aumentar la comprensión de cómo desarrollar modelos de negocio sostenible para lograr un objetivo sostenible común. En conjunto, a través de la metodología de ACV-S se intenta fomentar esta idea.

## **2.2 METODOLOGÍA**

Como el ACV-S es una metodología novedosa que carece de un procedimiento formalizado, se siguen los pasos propuestos por la ISO 14.040 para el ACV [10]. Se distinguen cuatro etapas [13]:

- a) Definición de objetivo y alcance
- b) Análisis de inventario
- c) Evaluación del impacto
- d) Interpretación de resultados

### **2.2.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE**

En la primera etapa es necesario establecer los objetivos y motivos de abordar un tema concreto. Se debe establecer la necesidad de medir los impactos sociales en una determinada área de estudio. Las metas pueden ser comparaciones entre productos o servicios o determinar la posibilidad de introducir innovaciones, mejoras de diseño a productos...

En esta fase, aunque no es obligatorio, se establece la unidad funcional. La unidad funcional describe la función principal del sistema analizado [14]. Se trata de una referencia respecto a la cual las entradas y salidas del sistema pueden ser normalizadas.

Un Análisis de Ciclo de Vida Social puede tener una gran extensión, por lo que resulta necesario definir el alcance, los límites del sistema que se está estudiando.

### **2.2.2 ANÁLISIS DE INVENTARIO**

La segunda etapa consiste en recolectar y recoger la información relevante para medir todos los impactos sociales. Es la etapa más extensa y la que más tiempo requiere. El ACV-S está limitado en ocasiones por la necesidad y dificultad de cuantificar los datos y por la naturaleza subjetiva de algunos indicadores sociales [10]. Para simplificar la recogida de datos, en ocasiones puede ser de utilidad algunas de las bases de datos que se han creado para cuantificar impactos como Agribalyse (para agricultura), ProBas (para energía) ... Sin embargo, no siempre es posible encontrar los datos necesarios en estas bases. Además, en ocasiones, debido a la dificultad de cuantificar impactos, es necesario hacer asunciones, basándose en información de sectores, lugares o situaciones similares. Otra limitación en cuanto a la recogida de datos es que la herramienta radica en su dependencia de datos históricos, que no reflejan la realidad actual o futura.

Es importante realizar una buena labor de investigación obteniendo datos de diferentes fuentes y contrastándolos para asegurar un buen registro de la información. La calidad de los datos es crucial para garantizar transparencia y fiabilidad. Resaltar las limitaciones que puede tener los datos es un proceso determinante para una buena investigación (muestra limitada, sesgo de selección...).

Es recomendable proporcionar una descripción documentada del método empleado en la recolección de información, así como métodos o instrumentos de medición utilizados. Especialmente cuando no existan medidas inmediatas para cuantificar los impactos sociales, es de especial importancia establecer detalladamente el método empleado.

Dada la naturaleza del proyecto se ha optado por recurrir a la búsqueda de información en tres planos diferentes, científico, político, y medios de comunicación.

### **2.2.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO**

La tercera etapa consiste en volcar la información encontrada y evaluar los impactos sociales. Existen dos posibles enfoques, Tipo I y Tipo II [10]:

- Tipo I (enfoque de Escala de Referencia): Centrándose en el desarrollo social, ayuda a describir los estados pasados y actuales de un sistema/producto existente. Este tipo de enfoque se suele desarrollar cuando el objetivo es analizar puntos concretos a lo largo de la vida de un producto.
- Tipo II (enfoque de Vía de Impacto): Centrándose en el desarrollo social, predice las consecuencias de los estados actuales o futuros de un sistema de producción existente o inexistente en el largo plazo, concretando las relaciones causales entre variables. Esta perspectiva es la común ya que se suele adoptar cuando se quieren conocer las consecuencias sociales a largo plazo.

Los enfoques no son mutuamente excluyentes, un estudio puede combinar ambos.

En este estudio se pretende analizar los impactos sociales que la aplicación de cultivos/microorganismos halotolerantes tendría en la comunidad local. Al tratarse de una metodología novedosa con escasa aplicación y cuyo objetivo es dar a conocer los impactos a largo plazo, este proyecto adopta un enfoque de Tipo II (Vía de Impacto).

La evaluación del impacto tiene consiste en los siguientes pasos:

- Seleccionar las categorías y subcategorías de los impactos
- Determinar y/o calcular los resultados de cada uno de los impactos

Por la dificultad y subjetividad que se encuentra en cuantificar los impactos sociales, no existe unanimidad en qué categorías incluir en los impactos sociales o cómo medirlos. Sin embargo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente ha publicado varios informes con posibles clasificaciones. La PNUMA define las categorías según las partes interesadas y tomadores de decisión. Por otro lado, las subcategorías presentan impactos

dentro de cada uno de los actores implicados. Hoy en día, uno de los informes más recientes, “Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment” (2021), propone la siguiente clasificación (que es la que se va a seguir en este estudio):

<b>Grupos de interés</b>	<b>Subcategorías</b>
Trabajador	Libertad de asociación y negociación colectiva, trabajo infantil, salario justo, horas de trabajo, trabajo forzoso, igualdad de oportunidades/discriminación, salud y seguridad, beneficios sociales/seguridad social, relación laboral, acoso sexual y pequeños agricultores.
Comunidad local	Acceso a recursos materiales, acceso a recursos inmateriales, deslocalización y migración, patrimonio cultural, condiciones de vida seguras y saludables, respeto de los derechos de los pueblos indígenas, participación comunitaria, empleo local y condiciones de vida seguras.
Cadena de valor (no incluye los consumidores)	Competencia justa, promoción de la responsabilidad social, relaciones con proveedores, respeto de los derechos de propiedad intelectual y distribución de la riqueza.
Consumidores	Salud y seguridad, mecanismo de retroalimentación, privacidad del consumidor, transparencia y responsabilidad al final de la vida útil.
Sociedad	Compromisos públicos con temas de sostenibilidad, contribución al desarrollo económico, prevención y mitigación de conflictos armados, desarrollo tecnológico, corrupción, trato ético hacia los animales y alivio de la pobreza.
Niños	Educación proporcionada en la comunidad local, problemas de salud y preocupaciones de los niños con respecto a las prácticas de marketing.

*Tabla 1: Categorías y subcategorías según las directrices del PNUMA 2020*

Tanto la construcción como la selección de las categorías y subcategorías incluirán inevitablemente suposiciones y valoraciones subjetivas, por lo que es importante seleccionarlos y explicarlos con transparencia.

## **2.2.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En la última etapa del análisis se deben interpretar los resultados, extraer conclusiones, resaltar las limitaciones y proponer recomendaciones.

Se deben documentar los problemas encontrados identificando y subrayando las preocupaciones, limitaciones y suposiciones consideradas a lo largo del estudio.

Tiene lugar una evaluación exhaustiva y consistente sobre la documentación, las acciones tomadas para garantizar transparencia y la verificabilidad de los datos. Comprobar que las cuestiones relevantes se han abordado en el estudio y todos los datos necesarios han sido recopilados. Además, verificar que la modelización es coherente con el objetivo y alcance definidos.

Por último, es necesario extraer conclusiones para exponer brevemente los hallazgos, observaciones y posibles retos que se hayan identificado a lo largo del estudio y hacer recomendaciones para futuros análisis.

## **2.3 LIMITACIONES Y CONSIDERACIONES**

El Análisis de Ciclo de Vida Social es una metodología novedosa sin un procedimiento estrictamente definido, lo que supone lidiar con un conjunto de limitaciones que hay que considerar y destacar para conseguir transparencia en los resultados.

A la vez, que sea una herramienta reciente implica que es desconocida para mucha gente, por lo que su uso es limitado. A medida que se realicen más estudios, se pongan en valor los resultados de debates científicos y se haga accesible la información, el ACV-S será cada vez más fácil de realizar y se dispondrán de más herramientas para definirlo.

La información necesaria para evaluar los impactos sociales es otra de las limitaciones que se pueden encontrar. La fase de investigación es la más tediosa, pero es imprescindible

encontrar equilibrio entre exhaustividad y fiabilidad de los datos. Además, es importante tener en consideración que los eventos imprevistos o cambios en las condiciones sociales, es decir, los factores externos, pueden influir indirectamente en el estudio y que también pueden resultar difícil de identificar.

Cuantificar los aspectos sociales es una tarea compleja, de hecho, en muchas ocasiones no es posible. Se tiene poca experiencia en este aspecto, por esto mismo, ante formas alternativas y particulares de medición, es necesario una explicación detallada del procedimiento que se ha decidido seguir para que los agentes externos que tengan acceso al informe comprendan las mediciones de la mejor manera.

A diferencia del AVC, el AVC-S representa los impactos sobre la sociedad. Es importante involucrar a las partes interesadas y hacerlas partícipes en el proceso del estudio. Sin embargo, puede existir un determinado sesgo en cuanto a cuáles de las partes interesadas se han involucrado.

Cuando se analizan los impactos potenciales que puede tener un producto o servicio, que aún no está implementado, los modelos pueden estar sujetos a suposiciones o incertidumbre que afectan a la precisión de los resultados.

A pesar de las limitaciones de la metodología, existe una necesidad de urgente de aplicar el ACV-S en búsqueda de los efectos socioeconómicos de actividades, productos o servicios para comunicar, gestionar y comprender los efectos sociales en un mundo donde la sostenibilidad y la responsabilidad son cada vez más importantes.

## Capítulo 3. ESTADO DEL ARTE

### 3.1 SALINAS EN ESPAÑA

Según la RAE, las salinas son el “establecimiento donde se beneficia la sal de las aguas del mar o de ciertos manantiales, cuando se ha evaporado el agua”. Son un entorno con características exclusivas en el que naturaleza, medioambiente, patrimonio, historia y comunidades conviven. La presencia de salinas se extiende por todo el mundo, sin embargo, la Península Ibérica es donde se encuentra la mayor concentración en toda Europa [15]. Las condiciones de sol, viento y humedad de la Península Ibérica han fomentado que sea la única región europea donde existen salinas de interior que utilizan métodos de evaporación para la obtención de sal [15]. La venta y producción artesanal de las salinas han originado unos paisajes culturales únicos a través de la conexión de la construcción de instalaciones costeras e interior.



*Figura 2: Paisaje de las salinas de Janubio (Lanzarote) [16]*

Tres conceptos son indispensables para dar forma a los paisajes salineros; procesos e infraestructuras, territorio y patrimonio [15]:



- Procesos e infraestructuras: contruidos por el ser humano con el objetivo de fomentar la obtención, distribución y comercialización de la sal.
- Territorio: soporte físico.
- Patrimonio: conjunto de bienes naturales que forman parte de prácticas sociales y culturales.

Hoy en día las salinas se encuentran en una situación alarmante de abandono y decadencia ([3], [4]). La pérdida de estos terrenos supone un daño incalculable de valor para la naturaleza y las personas. Sin mantenimiento, se modifican las condiciones de salinidad y con ello la biodiversidad y actividad de las salinas. La convivencia que ha hecho compatible la explotación y uso sostenible del territorio durante mucho tiempo desaparece con rapidez. Por ejemplo, en la Bahía de Cádiz, de las 143 salinas censadas en 1995, únicamente se mantienen con actividad 16 [17]. En Cádiz, de las 27 salinas conocidas, 14 están abandonadas, 7 han desaparecido total o parcialmente y 6 siguen con actividad [18]. En Canarias, de 60 salinas existentes a finales del siglo XIX, tan solo quedan 9 [19]. Son varias las razones que han dado lugar a esta situación ([3], [4], [20]):

- Factores económicos:
  - o Baja rentabilidad: la producción de sal ha sido una actividad con un alto requerimiento de mano de obra. Sin embargo, la rentabilidad del producto en muchas ocasiones no ha sido lo suficientemente elevada como para cubrir los costes asociados a la producción. Las actividades salineras se han abandonado en ocasiones porque su mantenimiento no ha sido económicamente viable.
  - o Falta de inversión: los métodos de producción ineficientes y el empleo de tecnologías desactualizadas han dificultado la competitividad entre las salinas, llevando en ocasiones al abandono de las mismas.
- Factores medioambientales:
  - o Condiciones climáticas: en las salinas de interior, las condiciones climáticas son muy concretas y vulnerables, lo que las hace poco atractivas.

Experimentan variaciones extremas de temperatura entre el día y la noche, los niveles de humedad son menores y pueden estar sometidas a precipitaciones más irregulares, esto contribuye a que la temporada sea más corta.

- Cambio en el uso del suelo: en el litoral una de las principales amenazas es el cambio de usos de suelo. Existe una presión recreativa y urbanística que resulta en la degradación o destrucción del entorno salino [21].
- Problemas sociales (éxodo rural): en los últimos años muchos oficios artesanales se han abandonado. Las salinas de interior se encuentran en una situación amenazada debido a la creciente migración de las comunidades locales, lo que ha dificultado la disponibilidad de mano de obra y el mantenimiento de las salinas.

Esto ha supuesto una significativa pérdida del patrimonio, a partir de la cual han surgido muchas asociaciones con el objetivo de restaurar salinas en España [4]. En ocasiones, estas infraestructuras han sido revitalizadas mediante la implementación de usos alternativos como piscifactorías, cultivo de algas o turismo cultural. .

### **3.2 SUBPRODUCTOS DE LAS SALINAS**

Más allá de la propia producción de sal, las salinas ofrecen un amplio abanico de actividades y productos innovadores. Muchas de estas propuestas se han puesto en valor para dar una segunda vida a las salinas abandonadas. Se pueden identificar tres grupos [22]:

- Alimentación y gastronomía: en este grupo se encuentra la sal, las diferentes variedades de sal que han surgido por el aumento del interés gastronómico y productos alimentarios que están resaltando por el empleo de la sal. Concretamente, para uso diario se demandan tanto la sal fina como la sal gruesa para consumo alimentario. Para uso gastronómico-culinario se han desarrollado una gran variedad de sales gourmet que han tomado especial atención en los últimos años. Continuando con el auge del interés gastronómico cada vez en mayor la diversidad de productos

- que contienen sal, desde quesos o carne hasta chocolates. Por otro lado, se están comercializando cultivos que toleran altas concentraciones de sal y crecen en las proximidades de las salinas.
- Productos de sal no alimentarios: La sal, mezclada con otras sustancias, se puede emplear como material para crear utensilios u objetos como planchas de sal para cocinar, estructuras de sal, elementos decorativos... Por otro lado, en las salinas habitan unos microorganismos que soportan las altas concentraciones de sal y de los cuales se están haciendo mucha investigación por las amplias aplicaciones que están demostrando (más información a continuación).
  - Turismo eco-cultural: el terreno de las salinas se realiza a través de visitas culturales, actividades, museos... Es una de las soluciones más recurridas para visibilizar y preservar los entornos naturales. Las salinas resultan un lugar interesante para el público porque son cultura e historia. Los visitantes pueden aprender sobre las técnicas de extracción de sal, las herramientas, los antecedentes históricos, terrenos salinizados... Además, ofrece un enfoque sostenible realizando la conservación de un ecosistema único. No sólo el propio paisaje natural tiene que ser el motivo de visita, la arquitectura e infraestructuras tradicionales como molinos, almacenes, maquinarias...aportan un valor adicional.
  - Salud y bienestar: a partir de las salinas se pueden obtener productos para el cuidado de la salud y bienestar. Además, surgen servicios como baños de salmuera que tienen cabida en balnearios y centros terapéuticos. Los productos de belleza como exfoliantes o mascarillas faciales ofrecen propiedades purificantes con gran popularidad.

Los productos y servicios que rodean a las salinas son variados y con aplicaciones diversas. En este estudio se ha optado por investigar y analizar los impactos sociales de los cultivos y microorganismos halotolerantes por su creciente interés y por la actividad y comunidad que puede generar a su alrededor. Además, son herramientas que abordan el cambio climático, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola.

### ***3.3 ESTUDIOS PREVIOS DE MICROORGANISMOS Y CULTIVOS HALOTOLERANTES***

La salinización de los terrenos es cada vez uno de los problemas más alarmantes en la agricultura. En general, los cultivos con poca tolerancia a la sal tienen peores rendimientos, lo que provoca el abandono de los campos aumentando la presión sobre los ecosistemas y biodiversidad asociada. Además, esta tendencia es creciente en los próximos años [23].

El interés en los organismos que son capaces de sobrevivir en diferentes niveles de salinidad está aumentando de manera exponencial. Uno de los términos clave es “halotolerante”, que se refiere a aquellos que pueden crecer en presencia y en ausencia de altas concentraciones de sal [24]. Es importante destacar que existe una diferencia crucial que a menudo se pasa por alto, la distinción entre halotolerantes y los halófilos. Los organismos halófilos son aquellos que se encuentran en los ambientes hipersalinos, pero se diferencian de los halotolerantes porque son capaces de reproducirse y realizar sus funciones metabólicas de una manera más eficaz en presencia de altas concentraciones de sales que en su ausencia [24]. Esta distinción es relevante porque la investigación se centra específicamente en los organismos halotolerantes y su capacidad para funcionar y sobrevivir en entornos con variaciones significativas de salinidad.

Los cultivos halotolerantes son plantas que tienen la capacidad de crecer en suelos con moderados niveles de salinidad y en ausencia de altas concentraciones de sal. Por otro lado, los microorganismos halotolerantes son organismos microscópicos (bacterias, hongos...) que se encuentran en ambientes salinos (normalmente en las salinas) y que tienen una elevada tolerancia para sobrevivir en ambientes salinos. El enfoque que toman en este estudio tiene el mismo objetivo que los cultivos halotolerantes, conseguir plantaciones capaces de sobrevivir en ambientes salinos, ya sean en tierras próximas a las salinas o campos con altos niveles de salinidad. Sin embargo, la forma de conseguirlo difiere ligeramente. Mientras que los cultivos halotolerantes, ya de por sí toleran la salinidad, los

microorganismos halotolerantes interactúan con plantas que no tienen esa capacidad para fomentar el crecimiento de estas en ambientes salinos.

Se trata de perspectivas novedosas que hasta ahora no han tenido aplicaciones de extensa producción. Sin embargo, es una perspectiva ambiciosa que puede generar importantes impactos sostenibles y socioeconómicos, que es lo que trata de mostrar este análisis.

Para abordar el análisis social en la Península Ibérica de unas herramientas que aún no han sido puestas en práctica con una extensión significativa, se ha optado por el siguiente acercamiento. Se ha estudiado la existencia de estas prácticas a través de experimentos fuera de España y con ello se demuestra que, existe una gran conciencia sobre estas herramientas, que se está experimentado con ellas y que los resultados son óptimos. Por otro lado, se ha medido el impacto social que podría generar su implementación a través de empresas/organizaciones que tienen relación con salinas, terrenos salinos o terrenos abandonados en la Península Ibérica para intentar lograr una aproximación a lo que se conseguiría implementando estas prácticas en salinas o terrenos salinizados en desuso. En cada uno de los casos se especificarán las condiciones y limitaciones para que el estudio logre la mayor transparencia posible.

A continuación, se van a exponer algunos de los informes que se han publicado sobre la eficiencia de cultivos y microorganismos halotolerantes:

- Cultivos halotolerantes:
  - o “Estimating cultivar-specific salt tolerance model parameters from multi-annual field tests for identification of salt tolerant potato cultivars” (2021). En este estudio se han probado diferentes cultivos de patatas en suelos con distintos niveles de salinidad durante varios años para medir el rendimiento de cada una de ellas en la isla de Texel (Países Bajos). Los resultados muestran diferencias en la tolerancia a la sal entre los diferentes cultivos. Se concluyó que las patatas se pueden cultivar en condiciones más saladas de lo que se creía anteriormente. Resaltan que los resultados se han obtenido bajo

las condiciones climáticas y del suelo en las que se ha experimentado y que se necesitarían más experimentos para adaptarlo a otras zonas geográficas. Además, destaca que no es suficiente con la experimentación de un solo año para sacar conclusiones significativas. En general, el estudio subraya que podría ser una buena medida de cultivo en terrenos salinizados [23].

- “Effects of increasing salinity by drip irrigation on total grain weight show high yield potential of putative salt-tolerant mutagenized wheat lines” (2022). El estudio demuestra el exitoso desarrollo de variedades de trigo resistentes a la sal para su cultivo en suelos salinizados en Bangladesh. Además, se han comparado 23 tipos de trigos en condiciones climáticas europeas, resultando tener 9 de estos tipos buena tolerancia a la sal. Por tanto, la población de trigo mutagenizada desarrollada puede ser un valioso recurso para mejorar la tolerancia a la salinidad del trigo en todo el mundo [25].
- “Future of sustainable agriculture in saline environments” (2021). Se trata de un libro extenso y detallado sobre la potencial aplicación de los cultivos halotolerantes en el mundo. Destaca la necesidad de revitalizar las tierras degradadas por la alta salinidad. Propone la producción de alimentos en condiciones salinas como solución para lograr una producción alimentaria sostenible. Respalda a través de casos de estudio esta estrategia para adaptarse al cambio climático [26].
- “Developing and testing new halophyte crops: A case study of salt tolerance of two species of the *Brassicaceae*, *Diplotaxis tenuifolia* and *Cochlearia officinalis*” (2013). Se trata de un pequeño experimento de dos tipos de plantas, que se podrían ingerir como verduras, en el que se controla y se monitoriza su crecimiento en diferentes grados de salinidad. Los resultados de ambos tipos de plantas son similares, salvo a concentraciones muy altas de sal, tienen un alto grado de tolerancia y buen crecimiento [27].

- Microorganismos halotolerantes:
  - “Halotolerant rhizobacteria mitigate the effects of salinity stress on maize growth by secreting exopolysaccharides” (2022). El estudio analiza el efecto de introducir diferentes tipos de bacterias halotolerantes en producciones de maíz para mejorar su rendimiento. Los resultados han mostrado que la inoculación ha sido beneficiosa, ha mejorado el crecimiento del maíz y ha disminuido el estrés salino de los cultivos. El objetivo del estudio es guiar la implementación efectiva de este tipo de bacterias [28].
  - “A Halotolerant Bacterium *Bacillus licheniformis* HSW -16 Augments Induces Systemic Tolerance to Salt Stress in Wheat Plant (*Triticum aestivum*)” (2016). En este estudio se aisló una bacteria del lago salado de Sambhar en India y se inyectó en la tierra para proteger las plantas de trigo. Los resultados muestran que la inoculación disminuyó las concentraciones de sodio en las plantas y eso ayudó a protegerlas. En general, el empleo de esta técnica propone mejores rendimientos en las producciones de trigo que crecen bajo estrés salino [29].
  - “Halotolerant bacteria mitigate the effects of salinity stress on soybean growth by regulating secondary metabolites and molecular response” (2021). Se aislaron bacterias de las dunas de la playa de Pohang en Corea y se inocularon en plantas de soja para promover el crecimiento bajo estrés salino. Los resultados obtenidos muestran que estas bacterias son capaces de aumentar el crecimiento de las plantas mitigando el estrés salino de la tierra en la que crecen [30].
  - “Halotolerant endophytic bacteria alleviate salinity stress in rice (*Oryza sativa* L.) by modulating ion content, endogenous hormones, the antioxidant system and gene expression” (2023). En este caso se aislaron cepas bacterianas endofíticas de dos especies halofíticas (*Aetemisía prínceps* y *Chenopodium ficifolium*) y se inocularon en la producción de arroz. Se demostró que se

obtenía un mejor resultado en el rendimiento de las plantas y que la introducción de estas bacterias era beneficioso [31].

La cantidad de informes y experimentos que hay sobre estas prácticas es muy extensa, en el Anexo I se pueden encontrar más referencias. Esto demuestra que las dos líneas de estudio son de gran interés y relevancia en todo el mundo.

### **3.4 LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS**

Tanto los cultivos como los microorganismos halotolerantes prometen soluciones beneficiosas al problema de los terrenos salinizados. Son cada vez más frecuentes los análisis y estudios que se realizan. Sin embargo, aún son herramientas que se encuentran en la parte de experimentación y que tienen un largo recorrido en el futuro próximo. El hecho de que se encuentren en esta etapa de maduración trae limitaciones para este estudio.

Se están llevando a cabo los estudios a pequeña escala, lo que limita la implantación en otras partes del mundo porque las condiciones climáticas y geográficas cambian. En la Península Ibérica aún no hay estudios exhaustivos de estas prácticas, lo que supone una limitación a la hora de realizar el análisis de ciclo de vida social de este estudio porque no hay antecedentes de la implementación de estas prácticas de las que se puedan sacar conclusiones directas.

Por otro lado, no se han hecho producciones masivas en el mundo aplicando estas herramientas, lo que limita conocer con certeza el impacto que generaría en las comunidades a largo plazo.

En lo que se refiere a estudios sobre los impactos sociales de los cultivos/microorganismos halotolerantes, no hay presencia de estudios similares porque no se han estudiado antes los potenciales impactos sociales que tendría la implementación de estas prácticas.

Este estudio resulta significativo y relevante para hacer una primera estimación de los beneficios socioeconómicos que tendrían lugar. Proporcionar un enfoque práctico sobre los



impactos que podría generar en la comunidad (local) podría resultar útil como fuente de motivación para continuar investigando e implementar estas prácticas en la Península Ibérica en un futuro próximo.

## **Capítulo 4. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL DE LOS CULTIVOS Y/O MICROORGANISMOS**

### **HALOTOLERANTES**

#### ***4.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE***

##### **4.1.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este estudio es investigar los impactos sociales que tendría la incorporación de cultivos/microorganismos halotolerantes en las tierras salinizadas y salinas de la Península Ibérica.

##### **4.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Identificar los impactos sociales clave
- 2) Analizar el impacto de la comunidad local
- 3) Evaluar la aceptación social de estas prácticas
- 4) Examinar la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

##### **4.1.3 ALCANCE DEL ESTUDIO**

El ACV-S es un estudio amplio con muchos factores que abordar. En este análisis los esfuerzos se van a focalizar en los siguientes aspectos:

- 1) Características generales de los cultivos/microorganismos halotolerantes
- 2) Salinas y terrenos salinizados en España
- 3) Políticas de desarrollo rural
- 4) Casos de estudio

Con estos factores se explorará el estudio en profundidad para dar respuesta con precisión a los objetivos establecidos anteriormente. El cumplimiento de estos puntos clave facilitarán la recopilación de datos y se logrará obtener resultados para las tomas de decisiones.

#### **4.1.4 REFERENCIAS NORMATIVAS Y ESTÁNDARES (UNIDAD FUNCIONAL)**

En este estudio se va a medir el impacto social a partir de diferentes casos de estudio. Cada caso de estudio tiene unas características específicas, aportando al estudio enfoques diferentes pero complementarios. Por tanto, no son casos de estudio que se puedan comparar, lo que implica que para este estudio se prescindirá de una unidad funcional.

No obstante, para futuros ACV-S en los que el objetivo sea medir el impacto social de los cultivos/microorganismos halotolerantes cuando estos tengan una práctica extendida, se proponen las siguientes unidades funcionales:

- Una hectárea. Esta unidad funcional permitiría conocer el rendimiento en el uso del suelo y, además, permitiría la comparación directa entre cultivos diferentes.
- Un kg del cultivo. Esta unidad funcional podría ser útil solo si el cultivo empleado es el mismo.

Es importante destacar que la elección de la unidad funcional tendrá que ir alineado con el objetivo principal del estudio y la información disponible para abarcarlo.

#### **4.1.5 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Establecer las limitaciones del estudio es fundamental para conseguir resultados transparentes y proporcionar una evaluación honesta de la validez y la generalización de los resultados obtenidos.

Debido a la inexistencia de terrenos que actualmente estén destinados al cultivo extensivo de halotolerantes o grandes proyectos de inyección de microorganismos que interactúen con cultivos en terrenos salinizados, el impacto social que se obtenga será una aproximación. Esto se logrará a partir del impacto social que generan otras empresas u iniciativas similares o que mantengan una relación. Por otro lado, no se estudia de manera técnica cómo de factible sería introducir estas prácticas en la Península Ibérica. Es decir, no se investiga qué cultivos o microorganismos sería aptos, ni qué condiciones geológicas o climáticas serían necesarias, tampoco qué tipo de procedimiento habría que seguir para obtenerlos.

Son pocas las empresas que o bien se dediquen a estas prácticas o tengan relación con ellas, de forma que la cantidad de datos en los que se basa este estudio son limitados.

#### **4.2 ANÁLISIS DE INVENTARIO**

En el proceso de búsqueda de información de este análisis, se ha recurrido a datos primarios y secundarios. Los datos primarios se recolectaron mediante entrevistas para realizar diversos casos de estudio. Por otro lado, los datos secundarios se han recopilado a través de literatura de distinta naturaleza como artículos, libros, publicaciones de organizaciones gubernamentales y empresas privadas e informes. El empleo de ambas fuentes de información ha facilitado la obtención de información relevante y de calidad.

#### **4.2.1 NECESIDAD DE IMPLEMENTAR LOS CULTIVOS/MICROORGANISMOS HALOTOLERANTES**

Las prácticas en cuestión son novedosas, requieren más investigación y financiación. Las razones por las que son buenas alternativas se resumen a continuación:

- Necesidad de hacer frente a la creciente escasez de agua dulce. Cada vez son más los terrenos afectados por la salinidad en todo el mundo, siendo España uno de los países significativamente afectados. La escasez de agua representa un desafío para numerosos países, y su solución requiere el esfuerzo conjunto de todos. Esta situación podría empeorar debido al cambio climático, especialmente en zonas áridas y semiáridas donde ya existe estrés hídrico [32]. Paralelamente al intento de aumentar la eficiencia del uso del agua dulce, la introducción de los cultivos y microorganismos halotolerantes son prácticas que ayudan a gestionar este desafío en el sector agrícola.
- Necesidad de detener la pérdida de biodiversidad y a la vez satisfacer las necesidades de cultivo de alimentos. La población mundial continúa creciendo y para hacer frente al abastecimiento se está induciendo una presión en los cambios de uso de la tierra. La transformación de paisajes salvajes en tierras de cultivo son una de las principales causas de la deforestación y desertificación [33]. El empleo de las herramientas que se analizan en este estudio puede ser inteligente para evitar en la medida de lo posible la destrucción de más ecosistemas y sacar partido a las tierras en desuso o abandonadas por la salinización.
- Necesidad de adaptarse al cambio climático. En algunas zonas, es cada vez más frecuente que tengan lugar fenómenos meteorológicos extremos e inundaciones [34]. Las tormentas en las zonas costeras, cada vez más comunes, provocan intrusiones de salinidad en los terrenos cercanos [35]. En las tierras bajas fértiles, zonas costeras y pequeñas islas estos fenómenos podrían amenazar significativamente la fertilidad de las tierras. La innovación de cultivos y microorganismos halotolerantes podrían ser

una herramienta para ayudar económica y socialmente en las regiones y poblaciones afectadas.

Todos los problemas expuestos son relevantes a nivel global, son problema de todos y no se debe esperar a que la situación sea crítica.

#### **4.2.2 CULTIVOS VS. MICROORGANISMOS HALOTOLERANTES**

Tanto los cultivos como los microorganismos halotolerantes son prácticas que se están estudiando cada vez con más frecuencia. Sin embargo, la aplicación de cada una de ellas es diferente. En esta sección se comentarán las ventajas y desventajas de cada una.

Por un lado, los microorganismos halotolerantes pueden abarcar más mercado. A través de la investigación y búsqueda de los microorganismos eficaces se puede lograr reducir el estrés salino de la tierra para promover el crecimiento de los cultivos. Por tanto, esta práctica se podría probar y aplicar en mayor cantidad de cultivos. Además, es una buena práctica para el empleo como enmiendas de suelos. En el caso concreto de intentar mejorar el rendimiento de los terrenos salinizados, se podría emplear para reducir el estrés salino y sacar provecho de extensas áreas suelo. Sin embargo, para realizar experimentos existe cierta complejidad en el aislamiento y adaptación al nuevo entorno de los microorganismos. Además, existe el riesgo de que ocasionen competencia entre los organismos del entorno y como consecuencia alteren los ecosistemas. Por tanto, es una práctica en la que el proceso de experimentación puede ser más complejo.

Por otro lado, a diferencia de los microorganismos, los cultivos halotolerantes pertenecen a un nicho más reducido. La cantidad de cultivos que se adapten a altos niveles de salinidad es limitada. Además, son productos hasta el momento altamente desconocidos para la

población. No estamos acostumbrados a ingerir halotolerantes o halófitas (ej.: *Salicornia*<sup>2</sup>) y eso puede dificultar su atractivo. Sin embargo, pueden ser especialmente útiles para la diversificación, ya que en un mismo terreno (por pequeño que sea) se podrían incluir diferentes tipos de cultivos para que prosperen y crezcan. Además, podrían convivir con plantas glicófitas<sup>3</sup> reduciendo la competencia sobre los recursos.

### **4.2.3 TERRENOS SALINIZADOS Y SALINAS EN DESUSO**

En este análisis se contemplan las posibilidades de que los cultivos/microorganismos halotolerantes se empleen en terrenos salinizados y en salinas en desuso o en situación de abandono. Ambos escenarios comparten el problema común de tierras con alta salinidad en las que estas prácticas podrían emplearse y, además, son problemas significativamente presentes en la Península Ibérica.

Se considera que un suelo es salino cuando hay una excesiva acumulación de sales que hace imposible su aprovechamiento.

#### ***4.2.3.1 Respuesta de los cultivos a la salinidad del suelo***

Los terrenos salinos empobrecen el rendimiento de los cultivos y, en consecuencia, afectan a la calidad del producto. Esto se debe principalmente a que la salinización altera la absorción del agua por las plantas. Esta incapacidad que limita la absorción del agua en la raíz se denomina estrés osmótico [5]. Otro efecto negativo de los terrenos salinizados es el estrés iónico debido a la presencia de iones nocivos como el cloruro (Cl<sup>-</sup>) o el sodio (Na<sup>+</sup>). Además, los iones de

---

<sup>2</sup> *Salicornia*: se trata de una planta halófila, que crece en las zonas donde se concentra agua salada, entre otras las salinas. Las *salicornias* tienen un potente sabor salado y responden a su nombre, ya que son como pequeños cuernitos con sabor a sal (Pakus, 2018).

<sup>3</sup> Glicófitas: sensibles a la salinidad (Ortiz, 2021).

sodio interfieren en la absorción de otros iones positivos que son significativos para el crecimiento de las plantas [5].

El estrés iónico y osmótico causados por altas concentraciones de sal impiden el desarrollo de los cultivos, provocando la muerte de las plantas.

#### ***4.2.3.2 Terrenos salinizados en España***

La salinidad en los terrenos puede deberse a las condiciones naturales y a la actividad del ser humano. Las causas naturales incluyen terrenos agrícolas que estén en zonas cercanas a aguas saladas o a la meteorización y disolución de las rocas. A medida que el agua cae sobre el suelo va arrastrando sales que se van acumulando [38]. En cuanto a la actividad del hombre, la salinidad aparece debido al mal manejo de prácticas agrícolas como el uso incorrecto del riego, falta de drenaje en los suelos, aplicación inadecuada de estiércoles, empleo excesivo de fertilizantes... [5]. Otro aspecto relevante es la falta de rotación de cultivos y la ausencia de zonas de barbecho. Estas últimas, son áreas de la tierra que se dejan en descanso para fomentar la fertilidad del suelo, favoreciendo la recuperación y reduciendo la acumulación de sales.

De acuerdo con el Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) estima que en 2019 más de 2,32Mha, equivalente a un 20%, de la superficie de cultivo fue abandonada. Las causas son diversas, pero entre ellas se encuentra la salinización [39].

En los últimos años, la salinización de los suelos se ha convertido en un problema alarmante en España, reduciendo el potencial agrícola del terreno. Concretamente, el 3% de los 3,5 millones de hectáreas de zonas irrigadas están gravemente afectados por la presión salina y un 15% está en riesgo [40]. Las zonas con mayor problemática se localizan en: el valle y delta del Ebro [39], el curso bajo del Segura, el curso medio bajo del Guadalquivir, el Campo de



Cartagena, el valle del Guadalentín, las zonas costeras de la Comunidad Valenciana y Cataluña, y el curso bajo del Tinto y el Odiel ([41], [40]).

De hecho, en comparación con el resto de los países europeos, la situación en España es preocupante. A continuación, se muestra un mapa de la situación en 2008 realizado por la Comisión Europea con el que refleja desde hace años la presencia alarmante de este problema:

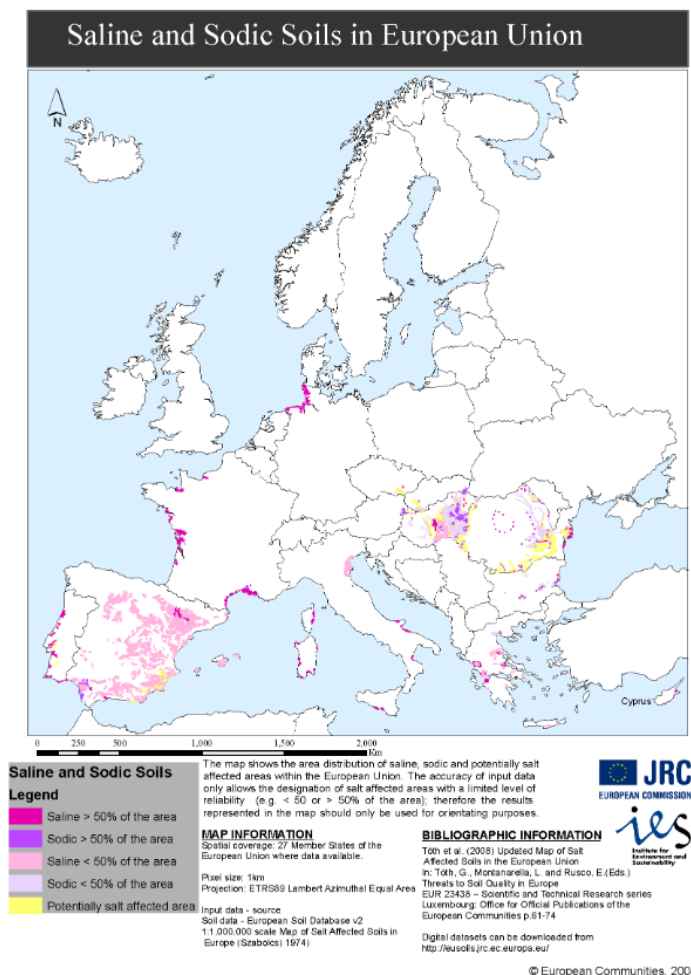


Figura 3: Tierras salinas en Europa (2008) [42]

Además, es importante destacar el libro de “Las saladas de Monegros y su entorno” [43] que plasma el paisaje de los Monegros (Aragón) y resalta la

importancia de conservarlo. En esta zona se presenta un conflicto entre el conservacionismo y la producción agrícola en relación con el uso de los recursos naturales de la zona, como el agua y la tierra (agua del Ebro). Hace un llamamiento a la involucración de expertos en la materia para preservar y proteger el entorno.

Los Monegros se caracteriza por ser una zona con altos niveles de salinidad, lo que involucra una flora y fauna endémicas. El libro menciona que el Plan de Ordenación de Recursos Naturales de las zonas esteparias de Monegros incluye la protección de los saladares de la región. Sin embargo, un 25% de la superficie que son humedales que están en regadío, no están cubiertos por este plan. Esto pone en riesgo una parte importante del paisaje.

Esta obra es relevante porque menciona la presencia natural de plantas halotolerantes (*Arthrocnemum macrostachyum*, *Cressa cretica*, *Suaeda vera*) en esa zona del territorio español. Para futuros estudios podrá servir como referencia para estudiar más en detalle y en profundidad los mecanismos de adaptación a la salinidad que podrían ser útiles en el desarrollo de cultivos halotolerantes. Además, es un claro ejemplo de la necesidad de abordar el problema de regadío en España para evitar la salinización promoviendo prácticas sostenibles que minimicen el uso del agua. Los cultivos halotolerantes en estas zonas podrían ser una buena solución para aprovechar los recursos hídricos disponibles (reducirían la competencia por agua dulce) y lograr el equilibrio entre el conservacionismo y la producción agrícola.

#### ***4.2.3.3 Deterioro de las salinas en España***

Como se ha comentado anteriormente, las salinas en España se encuentran en una situación de abandono y decadencia. La situación es alarmante, la tasa de abandono en la Península Ibérica de las salinas es aproximadamente del 90% [44]. La conservación de estas corre peligro y continuamente buscan actividades

y alternativas para sacar provecho de estos paisajes naturales. Las causas del deterioro de las salinas son variadas, a continuación, se van a resaltar casos concretos de cómo algunas salinas se han tenido que reconvertir en la Península Ibérica para poder preservarlas.

Saelices de la Sal: se encuentran en la provincia de Guadalajara, Castilla La Mancha. Hay estudios que demuestran que el origen de estas salinas se puede remontar al 1203 [45]. Están formadas por un conjunto de instalaciones destinadas a la explotación salinera (pozos, norias, albercas, almacenes...). Sin embargo, con la abolición del estanco de la sal (producción, distribución y venta de la sal estaba bajo el control de gobierno) las salinas en los años 70 y 80 quedan deterioradas. En 2003 por el proyecto del Ministerio de Cultura comenzaron un proceso de restauración. En los últimos años han demostrado ser salinas de interior de referencia. Le han dado una segunda vida a las salinas fomentando el turismo para realzar los paisajes naturales y la España industrial de la etapa borbónica del siglo XVIII [45].

Este caso es relevante para el estudio porque corrobora que esta salina ha logrado reinventarse promoviendo nuevas prácticas y servicios. Esta perspectiva refleja un caso concreto en el que se han identificado oportunidades a pesar de la decadencia y el abandono evidente. Además, el terreno que rodea a las salinas es extenso, lo que sugiere la posibilidad de aprovecharlos mediante la implementación de cultivos/microorganismos halotolerantes para mejorar el desarrollo del suelo y sacar provecho económico.

Salinas de Añana: El Valle Salado es una salina de interior situada en las Salinas de Añana (Álava) que tiene actividad desde hace 7000 años [46]. El Valle Salado tuvo que hacer frente a un declive en la actividad salinera debido principalmente a la liberación del mercado de la sal y la introducción de mejoras en las salinas costeras. Actualmente con el objetivo de recuperación para devolverle su

sostenibilidad, se ofrecen visitas y experiencias para conocer todo sobre la salina. Por otro lado, para dar solución a la pérdida de flora halófila en la zona, La Dirección de Medio Ambiente y Biodiversidad de la Diputación Foral de Álava encarga en 2018 un proyecto de recuperación a través de la creación de un jardín botánico [47]. El objetivo es lograr la recuperación del entorno del manantial de Santa Engracia con una superficie de 1800\_m<sup>2</sup>.

Este caso es importante porque promueve la importancia del paisaje natural y de la flora halófila. Además, demuestra que en esa zona de España crece la vegetación halotolerante. A partir del jardín botánico, se puede promover la investigación de cultivos halotolerantes. Las Salinas de Añana pueden servir como referencia y lugar de trabajo para futuras investigaciones de adaptación de cultivos (comestibles) halotolerantes en las proximidades.

Salinas de Alcochete: son salinas costeras que se encuentran en Portugal, en el estuario del Tajo. A diferencia de las anteriores, tuvieron que sobrevivir a factores como la autosuficiencia de los países consumidores de sal, aparición de refrigeración y su implementación de los buques pesqueros de bacalao lo que, en este caso debilitó la producción de sal de la salina y, en consecuencia, su pérdida económica [48]. Actualmente promueven las visitas a las salinas y el turismo de la zona.

Este caso muestra otros motivos de debilitación de las salinas y la necesidad de buscar alternativas para mantenerlas con actividad.

Las Salinas del Alemán (Huelva): Tienen origen en 1954 cuando se las conoce como Salinas de Biomaris [49]. Son construidas por empresarios alemanes y con Manuel Gómez como encargado, quien asume el cargo de la producción (destinada en su totalidad a Alemania). Más adelante y con objetivo de evitar el declive del paisaje natural, Manuela Gómez (hija de Manuel Gómez) se encarga de garantizar el mantenimiento del negocio. Además de mantener la producción

de sal y fomentar el turismo, Manuela pone en valor en 2013 un subproducto de las salinas: aceite de magnesio y los baños de fango. Sumando a esto, en 2023 se convierte en la única finca de España donde se empieza a cultivar Salicornia [50]. Esto demuestra su apuesta por la innovación y el compromiso con la sostenibilidad.

Este caso es relevante para el estudio porque corrobora que esta salina ha logrado incorporar nuevas prácticas y servicios a partir de los subproductos que ofrecen las salinas para evitar el abandono. Además, demuestra que hay salinas que ya están sacando provecho de la vegetación halófila que aparece de forma natural (Salicornia) en esas zonas, poniendo al mismo tiempo en valor el potencial de los vegetales salinos comestibles. Por tanto, es importante conocer que la Salicornia crece en esta zona de España y que podría servir de investigación para adaptar en un futuro otro tipo de cultivos (patatas, arroz...) y lograr una producción extensa de cosechas halotolerantes.

En general, estos casos de las salinas son representativos de muchas situaciones similares. Sin embargo, no todos estos terrenos naturales han sido capaces de remontar las situaciones de crisis. No obstante, estos casos son notables para el estudio porque demuestra que ha existido y existe una decadencia de las salinas de interior, y que para lograr la conservación de éstas buscan opciones para fomentar y sacar rendimiento a sus productos e instalaciones.

Por tanto, se ha demostrado que ambos enfoques, tanto los terrenos agrícolas salinizados como las salinas en declive, son preocupantes y relevantes para el estudio.

#### **4.2.4 RETOS DE LA AGRICULTURA EN EL FUTURO**

La agricultura es una de las actividades más importantes en España, hoy en día es la segunda industria con mayor peso, después del turismo [51]. Sin embargo, se enfrenta a un conjunto de retos que desafían su desarrollo en un futuro. El cambio climático, la sobrepoblación o y

la digitalización son algunos de los aspectos globales clave que deben analizarse [52]. Además, el sector agrícola en España también se enfrenta a la dependencia de las ayudas europeas, la falta de formación o el revelo generacional [51]. Se tiene que enfatizar sobre la productividad, la eficiencia y la sostenibilidad para hacer frente a estos desafíos.

De acuerdo con las Naciones Unidas, la población mundial alcanzará los 9700 millones en 2050 [53]. El aumento de la población conlleva un aumento en la demanda de alimentos. El reparto de alimentos no es uniforme en todos los países y esto puede plantear problemas en algunas regiones. Asimismo, esto pone más en riesgo la seguridad alimentaria y la desnutrición en buena parte de la población.

El cambio climático supone un reto con los cambios en los patrones de precipitaciones, temperaturas y eventos extremos que provocan grandes pérdidas en el sector agrícola.

España se enfrenta a una situación crítica en la que se está viendo afectada porque las zonas rurales se están quedando despobladas. Los trabajadores más jóvenes no apuestan por el campo como salida profesional y esto pone en riesgo el relevo generacional.

La digitalización e innovación juegan un papel fundamental para adaptarse a los retos que se presentan. El objetivo consiste en optimizar los recursos disponibles y alcanzar ecosistemas más sostenibles. Sensores y monitoreo remoto, inteligencia artificial, maquinaria autoguiada, drones o robots son herramientas al alcance para abordar los desafíos. No obstante, la innovación y la aplicación de técnicas novedosas desempeñan un papel crucial. La integración de los cultivos y microorganismos halotolerantes se suman a estas soluciones innovadoras.

Estos retos no van a ser resueltos añadiendo restricciones a un sector que tiene capacidad y herramientas para adaptarse y progresar. Se debe impulsar la innovación y fomentar nuevas prácticas para invertir y optimizar el campo.

#### **4.2.5 POLÍTICAS DE DESARROLLO RURAL EN ESPAÑA**

A continuación, se ha incluido un análisis de las políticas de desarrollo rural como un paso estratégico y fundamental en el estudio para asegurar que los esfuerzos de la iniciativa destinada a promover los cultivos/macroorganismos halotolerantes en el desarrollo rural están dirigidos y alienados con los objetivos de desarrollo en España.

Las políticas de desarrollo rural incluyen un conjunto de medidas y actuaciones con el objetivo de mejorar la calidad de vida en las zonas rurales. Se pueden distinguir iniciativas a tres escalas de acción y gobernanza, a nivel internacional, nacional y local. Los propósitos y directrices de los tres niveles son comunes y están alineados entre ellos. Los programas nacionales y autonómicos diseñan y adaptan los objetivos internacionales a las necesidades y particularidades de las regiones españolas.

La Política Agraria Común (PAC) de la Unión Europea es la iniciativa a nivel internacional, se funda en 1962 y recoge las políticas de carácter público para el desarrollo rural [54]. La PAC se actualiza cada 6 años y es común para todos los Estados Miembros. Siendo España uno de los países con mayor producción agrícola, es uno de los que más se beneficia de la PAC.

En España, el desarrollo rural se ejecuta a través de 18 programas diferentes, uno a escala nacional (Programa Nacional de Desarrollo Rural- PNDR) y diecisiete a escala autonómica [55]. Durante el periodo de 2021-2027 se persiguen los diez objetivos de la siguiente figura [56]:



*Figura 4: Los 10 objetivos de la PAC en España 2021-2027[57]*

Los objetivos más relevantes a la investigación se van a discutir a continuación.

El cambio climático busca la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y promover fuentes de energía sostenible. Los cultivos/microorganismos halotolerantes son herramientas que pueden emplearse para adaptar la agricultura a las condiciones cambiantes del clima. El cambio climático aumenta las temperaturas, requiriendo más disponibilidad de agua dulce para los cultivos. La escasez de agua dulce en un futuro puede suponer un desafío para la agricultura. La adaptación de las practicas estudiadas en este análisis pueden ser una buena estrategia para hacer frente a las zonas afectadas por este problema.

La protección del medio ambiente promueve el desarrollo sostenible de los recursos naturales como el agua, el suelo y el aire, incluyendo la reducción de la dependencia química. Como se ha comentado anteriormente, el agua es cada vez un bien más escaso, siendo los cultivos/microorganismos una herramienta eficiente para gestionarlo. Además, preserva la actividad y la calidad del suelo en las áreas afectadas por la salinidad.

El objetivo de paisajes busca detener y revertir la pérdida de biodiversidad, conservar hábitats y ecosistemas. Los cultivos/microorganismos halotolerantes buscan adaptar y dar



actividad a terrenos afectados por la alta salinidad y salinas abandonadas contribuyendo a su conservación.

A través del relevo generacional se necesita atraer y apoyar en las zonas rurales a los jóvenes y nuevos agricultores. Con la implementación de estas prácticas en zonas abandonadas por la alta salinidad y salinas en desuso, se busca impulsar el empleo local y fomentar la curiosidad de los jóvenes y nuevos agricultores.

El objetivo de zonas rurales busca promover el empleo, crecimiento, igualdad de género, inclusión social en el desarrollo de las zonas locales rurales. La implementación de los cultivos/microorganismos halotolerantes se proponen como una alternativa para revivir zonas abandonadas por la salinidad y cubrir todo lo mencionado en este objetivo.

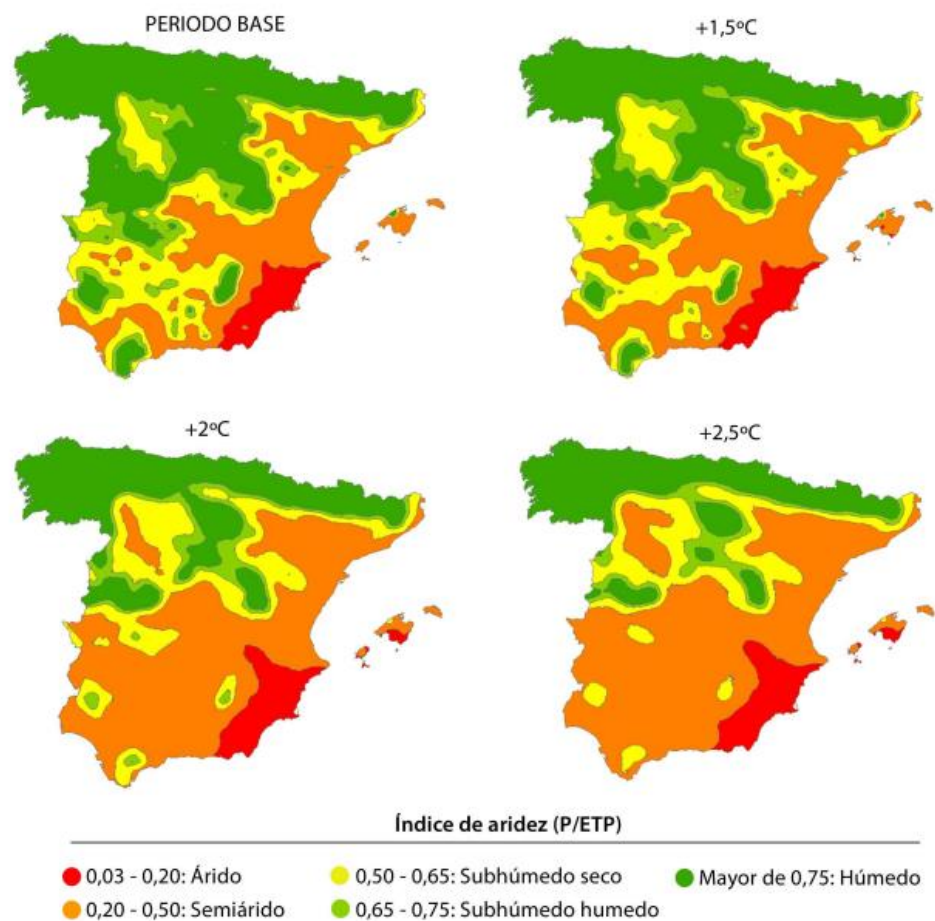
Por último, el conocimiento e innovación buscan modernizar el sector y adaptar la digitalización en las zonas agrícolas rurales. Estas prácticas son herramientas innovadoras que buscan dar respuesta a los desafíos presentes y futuros de la agricultura.

En términos generales, las prácticas analizadas en este estudio se ajustan con las políticas de desarrollo rural en España. Sin embargo, la implementación puede ser costosa, por ello, existen varias fuentes de financiación públicas y privadas para el apoyo a proyectos de agricultura española (Anexo II).

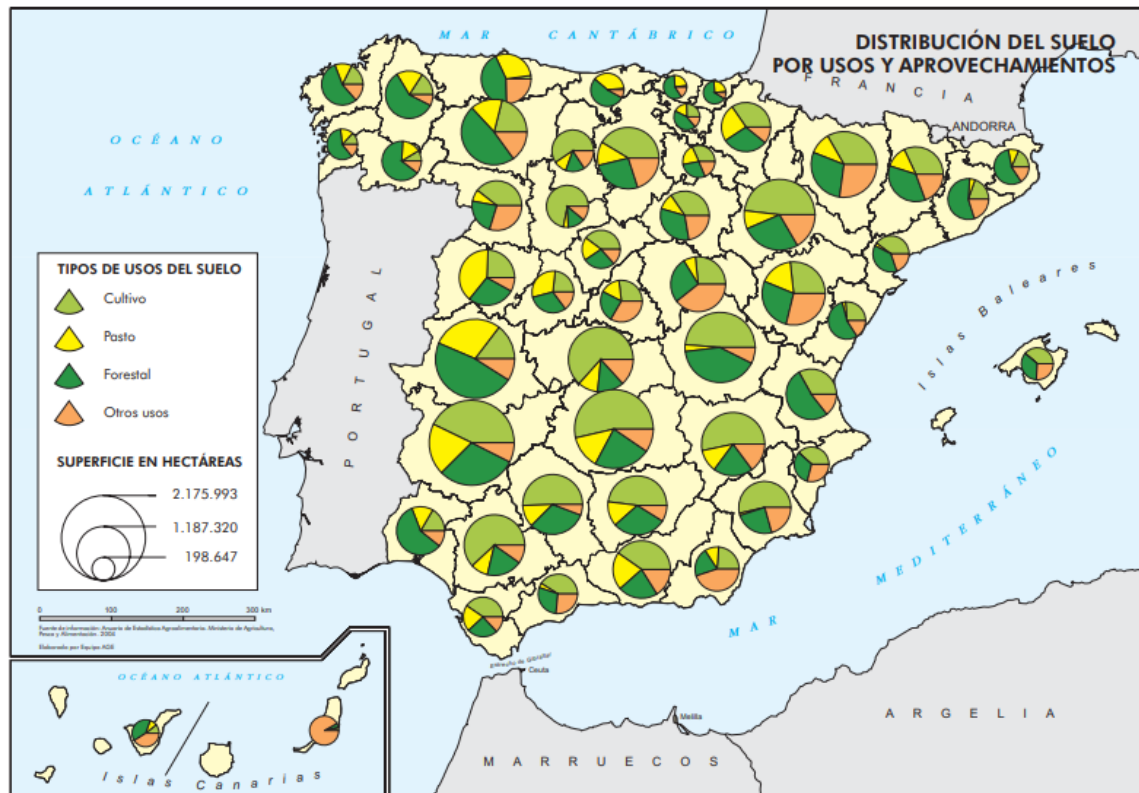
#### **4.2.6 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y CLIMÁTICAS DE ESPAÑA**

En este estudio no se analizan técnicamente las condiciones del suelo para detectar si son aptas para determinados cultivos halotolerantes. No obstante, es necesario tener en cuenta que en el territorio español las condiciones geológicas y climáticas difieren en cada zona. A continuación, se van a comentar algunas de las características que deberían considerarse al realizar un estudio exhaustivo sobre la implementación de las prácticas mencionadas. Es importante tener estas propiedades en consideración al enfrentar los casos de estudio.

Es fundamental estudiar las condiciones climáticas y del suelo. Para ello, el índice de aridez es una medida clave para conocer el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región [58]. Además, es importante tener en cuenta que el cambio climático también afecta al índice de aridez, empeorando la situación.



*Figura 5: Índices de aridez en España (2020) [59]*



*Figura 6: Distribución del suelo por sus usos y aprovechamientos [60]*

En la Figura 5 se observan los diferentes grados de aridez en el territorio español y cómo estos van a variar con el cambio climático. El “Periodo Base” se refiere los años entre 1971-2000. Actualmente la situación en España alcanza los 1.6 °C por encima del promedio [61]. La Figura 6 complementa a la Figura 5 describiendo la distribución del suelo por usos y aprovechamientos. Se observa que en el norte los terrenos son más húmedos y predominan los suelos ocupados por pastos y bosques, destinados a la ganadería y explotación forestal. Concretamente, las depresiones del Guadalquivir y del Ebro son las zonas más explotadas porque las características de cultivo son muy favorables. También es de mencionar que son las zonas con mayores precipitaciones de España [61]. Por otro lado, tanto el sur como el este de España son zonas áridas y semi-áridas, en la que las precipitaciones son significativamente menores [61]. Son propias de estas zonas más secas las tierras adeshadas, que combinan pastizales y cubiertas de arboledas.

Como se ha comentado inicialmente, únicamente se trata de mencionar algunas de las características relevantes y hacer hincapié en que los cultivos y/o microorganismos halotolerantes no se adaptarán de la misma manera en diferentes zonas.

#### **4.2.7 USO DEL SUELO EN ESPAÑA**

Es importante mencionar que la actividad de la explotación de la sal es una actividad regulada como minería [62] y esto implica que está sujeta a ciertas regulaciones específicas. Esto podría suponer un factor limitante si se quisiera modificar su uso o emplearla simultáneamente con la agricultura. Según la legislación española, para explotar una salina hace falta concesión o autorización administrativa. Para considerar la posibilidad de emplear el terreno con otros objetivos, lo primero sería necesario extinguir la autorización. Solo entonces se abriría la opción del empleo como explotación agrícola. Se pueden dar varias razones por las que una concesión administrativa se puede extinguir [63] como el vencimiento del plazo, incumplimiento de las condiciones, casos fortuitos o de fuerza mayor.

No obstante, en gran parte de las salinas de interior la delimitación de la propia salina con los terrenos circundantes está muy definida. Es decir, los terrenos adyacentes no necesariamente están incluidos en la concesión minera y por tanto pueden ser empleados con fines agrícolas. Sin embargo, son escasas las regiones que puedan estar salinizadas, se encuentren fuera de la zona de salina y sean suficientes como para establecer cultivos.

De cualquier modo, el uso del suelo que se le otorga a las salinas puede ser un obstáculo a la hora de emplearlo para motivos agrícolas. Cada salina estará sujeta a ciertas condiciones, por lo que será necesario examinar cada caso para determinar las medidas adecuadas a seguir.

## **4.2.8 CASOS DE ESTUDIO**

Como se ha mencionado en diversas ocasiones, debido a la falta extensa de estas prácticas en la Península Ibérica, el enfoque que se ha tomado en este análisis de impacto social es abordarlo desde una perspectiva global, para demostrar la relevancia de estas prácticas y la investigación que se está dedicando. Sin embargo, para medir el impacto social se ha recurrido al análisis de empresas u organizaciones que, de alguna manera, están relacionadas con el objetivo que se persigue en este análisis y a partir de ellas aproximar un impacto social.

A continuación, se van a contextualizar las empresas que han colaborado en el estudio a través de las entrevistas. El propósito es buscar una aproximación del impacto social que tendrían las prácticas estudiadas a través de los modelos de desarrollo de estas empresas. Son empresas pequeñas, o que lo han sido en sus inicios, con un especial interés en el valor de la tierra, las prácticas sostenibles y los productos a nivel culinario.

### **4.2.8.1 “La Espelta y la Sal” ([64], [65]) (Anexo 3 – guion entrevista)**

“La Espelta y la Sal” nace en el año 2004 cuando introducen el cultivo de espelta en la serranía de Sigüenza (Guadalajara) con idea de aprovechar adecuadamente los recursos naturales del entorno que les rodea. La idea inicial surge de buscar alternativas a los cultivos convencionales para trabajar con productos prácticamente extinguidos, que se empleaban años atrás.

Inicialmente la empresa era pequeña y poco reconocida incluso en las zonas cercanas. Sin embargo, a lo largo de los años crece debido a la aparición en los medios de comunicación y diversas estrategias de marketing, pasando a formar parte de los recursos turísticos de la zona. Poco a poco ha ido creciendo hasta hoy, que se encuentra en un nivel de actuación nacional. La explotación agrícola ha aumentado la superficie de cultivo recientemente, contando en la actualidad con un total de 500 hectáreas.

La empresa busca una agricultura ecológica para generar impacto en la recopilación y transformación del paisaje. El suelo es un “ser vivo” que hay que cuidar para lograr una buena racionalización de los recursos. Trabajan con cultivos ecológicos con los que poner en valor la importancia de prácticas sostenibles e impactos ambientales.

Se ha impulsado la involucración de la comunidad local para fomentar la divulgación y el crecimiento de la empresa. A través de visitas de los colegios de la zona, jóvenes interesados, talleres o experiencias rurales se ha logrado un exitoso acercamiento a los consumidores.

Se ha considerado relevante esta empresa por su cultura respecto al valor de la tierra, conservación de la biodiversidad y compromiso con la alimentación sostenible. Además, se encuentra situada en un entorno rural a través del cual incentiva el contacto con la comunidad local.

#### **4.2.8.2 “La Salá” ([66], [67]) (Anexo 4 – guion entrevista)**

La Salá es una empresa que surge en Puerto Real, en la Universidad de Cádiz. Nace a raíz de un estudio científico y nutricional de la Salicornia que realiza Susana Martínez. Desarrolla un yogurt de Salicornia para comprobar la viabilidad del uso de esta planta para la creación de diferentes productos agroalimentarios. Más adelante, esta iniciativa toma forma de negocio comercializando estos productos.

La Salá es una empresa con nivel de actuación local que se dedica a la recolección artesanal de sal y de salicornia, y desarrollo de nuevos productos alimenticios elaborados con salicornia. La empresa comercializa salicornia en fresco, sal marina virgen, escamas de sal, flor de sal, sal de salicornia, salicornia en conserva y hummus de salicornia. Actualmente se encuentra ubicada en los Servicios Centrales de Investigación en salinas (SC-ISE) donde cuentan con el apoyo de un grupo técnico, sala de envasado y permiso para recolectar Salicornia en las 39 hectáreas que conforman la salina de la Esperanza.

La zona en la que trabaja la empresa no es un terreno de cultivo, recolectan lo que nace salvaje. La marisma es un entorno que experimenta bastante abandono y se han tenido que

llevar a cabo determinadas obras para ponerla en marcha y hacer que el terreno sea apto para que la salicornia crezca en su mejor ambiente. Para asegurar su mantenimiento, la salina recibe un mantenimiento adecuado año tras año.

Están comprometidos con la preservación de la biodiversidad y el medio. A través de la recolección ponen en valor el territorio salinero y contribuyen al mantenimiento y conservación de la biodiversidad salina. Han logrado desarrollar un equilibrio de crecimiento natural de la salicornia a través de los recursos del entorno aprovechando el sol y el agua del mar que mueven las mareas. La recolección y envasado es completamente artesanal. Además, emplean envases biodegradables en el empaquetado de sus productos.

“La Salá” se ha considerado relevante para el estudio por la importancia que le dan a poner en valor el territorio salinero y contribuir a la conservación de la biodiversidad salina. Es una iniciativa que lleva poco tiempo y, sin embargo, a través de una actuación local están consiguiendo compatibilizar la protección del medio ambiente con el desarrollo social y el crecimiento económico de la zona. Guarda una gran relación con el tema de estudio ya que trabaja con un cultivo halófilo, con la diferencia de que crece de forma natural y salvaje en lugar de ser cultivado deliberadamente en un terreno planificado para ese fin.

#### ***4.2.8.3 “Salinas de San Juan en Saelices de la Sal” ([68], [69]) (Anexo 5 – guion entrevista)***

Las Salinas de San Juan se sitúan en la localidad de Saelices de la Sal, provincia de Guadalajara, formando un paisaje natural de explotación salinera. Se trata de una Fundación sin ánimo de lucro que surge en 2003 como iniciativa para luchar contra los problemas de la despoblación en el mundo rural recuperando el patrimonio abandonado o perdido. En 2007 el conjunto de bienes que incluye dos pozos (o norias), cocederos, recocederos, albercas, canalizaciones, un almacén y una ermita singular de planta elipsoidal, es declarado Bien de Interés Cultural (BIC).



Durante la Edad Media y la Edad Moderna las salinas son propiedad del Rey de Castilla. A finales de la Edad Moderna pasa a formar parte del Partido Salinero de Atienza, integrándose en el Patrimonio Real. No es hasta 1872 que se produce la privatización de las salinas que son adquiridas por particulares. Las salinas sufren daños notables tras la Guerra Civil española, se introducen determinados cambios y se sustituyen las zonas dañadas pero la explotación es breve. En 2003 la Fundación Naturaleza y Desarrollo (FUNADER), del Ayuntamiento de Saelices, adquiere el terreno.

Los objetivos principales de la Fundación son la creación de puestos de trabajo en la zona de influencia de las salinas (zona de extrema despoblación). Estos puestos de trabajo son directos, personal que trabaja en todo el proceso de producción y venta o en el de promoción turística; y los indirectos, que afectan positivamente a las infraestructuras de la zona, bares, restaurantes, alojamientos y empresas de turismo, ocio y actividades al aire libre.

Es una Fundación con nivel de actuación nacional que se dedica a la recolección de sal. Se sigue un proceso de extracción de sal tradicional como se ha hecho durante siglos, de forma artesanal. De un pozo en profundidad se extrae el agua de manantial salado, de ahí pasa a los tanques (cocederos o recocederos) donde se aumenta la temperatura y salinidad. A continuación, se pasa a los cristalizadores (albercas), pequeñas balsas de poca profundidad donde la sal se cristaliza. Una vez formada la sal, se lleva a los pasillos (o caballones) donde se colocan en montones para que se seque al sol. Este procedimiento pertenece a la “Sal virgen”, la cual no recibe ningún otro tipo de tratamiento posterior. Por otro lado, también se obtiene la flor de sal, que se emplea como “Sal Gourmet”, que se obtiene de la sal que flota en las albercas y que se recoge antes de que precipite y se mezcle con la sal gorda. Finalmente se procede con el almacenamiento, limpieza manual y envasado para la venta.

El territorio en el que se encuentran las salinas existe perímetros que no se emplea para la extracción de sal principalmente porque están protegidas por la presencia de plantas halófitas, las cuales se encuentran en peligro de extinción.



La Fundación ha fomentado el compromiso con la sostenibilidad desde el primer momento. El principio de la restauración de las salinas y el hecho de que se empezara por estas y no por otras se debió a la presencia de especies amenazadas presentes en estas salinas. Por tanto, los trabajos que se hacen en las salinas tienen presente la conservación del entorno a la vez que el balance con los trabajos salineros logrando un equilibrio sostenible.

“Saelices de la Sal” se ha considerado relevante para este estudio porque el objetivo principal de sacar provecho a un terreno abandonado se alinea con la idea de dar una segunda vida a las salinas y terrenos salinizados a través de las prácticas de cultivos o microorganismos halotolerantes. Además, la sostenibilidad y el impacto en la comunidad local son de especial importancia. Saelices de la Sal se ha planteado ampliar el terreno a través de la compra de parcelas que fueron sustraídas del área salinera en la Guerra Civil. Consideran que el cultivo de plantas halotolerantes de consumo humano podría ser una buena alternativa para aprovechar el terreno. Este caso es un ejemplo de la potencial aplicación y la demanda que podrían tener los cultivos o microorganismos en España para aprovechar terrenos salinizados en desuso.

#### **4.2.8.4 “Salina Greens” ([70], [71]) (Anexo 6 – guion entrevista)**

Salina Greens es una empresa situada en Alcochete, Portugal. Nace en 2016 con el objetivo principal de desarrollar una nueva actividad económica que pueda contribuir a la conservación, valorización y restauración de las salinas en decadencia. Como respuesta al deterioro de la infraestructura salinera debido a su abandono, Salina Greens implementa un innovador modelo de negocio centrado en la agricultura de especies halófitas nativas comestibles y la diversificación de productos y servicios. Es una empresa pequeña que inició su actividad a nivel local aprovechando la proximidad a la región de Lisboa. Actualmente tienen cuatro trabajadores, tres de ellos locales. Adicionalmente, contratan a trabajadores temporales para servicios específicos. No obstante, su objetivo es expandirse al mercado internacional, sobre todo al europeo.

Inicialmente la empresa se dedicó a experimentar con varios cultivos tradicionales, pero hoy trabajan únicamente con halófitas nativas. Sin embargo, no excluyen la posibilidad de incluir cultivos halotolerantes. Las halófitas nativas están adaptadas a la tierra y crecen bien, pero la exposición a altas salinidades en verano acorta su ciclo de vida. Para prolongarlos, se mejora el suelo con una cobertura de mezclas de algas y hierbas marinas.

Los cultivos están instalados en el margen izquierdo del estuario del Tajo, en los antiguos tanques y muros. Están expuestos a la estacionalidad típica de estas zonas, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y húmedos. La salinidad varía a lo largo del mes y del año, dependiendo de si llueve o no. No obstante, tratan de trabajar en las zonas donde la salinidad varía menos.

Es interesante destacar el proceso que han seguido para conseguir esta producción de cultivos halófitos. La primera experiencia consistió en crear bancales con salicornia, utilizando diferentes sistemas de riego, con sombra y sin sombra, cobertura del suelo y materia orgánica. Luego evolucionaron hacia la optimización de la producción en un entorno natural sin necesidad de riego. Los ensayos son de especial importancia porque sirven principalmente para conocer los ciclos de vida y la respuesta de las plantas cuando se exponen a condiciones específicas de salinidad, exposición solar y tipo de suelo. A pesar de que cada salina tiene su propia dinámica y diversidad vegetal, es un modelo de producción que podría replicarse en otras áreas de salinas con las adaptaciones adecuadas.

“Salina Greens” se ha considerado relevante porque sus objetivos están perfectamente alineados con los del estudio. Aprovechar salinas abandonadas a través de la producción de halófitas para desarrollar una nueva actividad económica y fomentar la conservación del patrimonio es un ejemplo práctico de las pocas actividades que se están desarrollando. Esto demuestra la viabilidad de la potencial aplicación de estas herramientas para poder alcanzar producciones más extensas en un futuro.

### **4.3 EVALUACIÓN DE IMPACTO**

Los cultivos/microorganismos halotolerantes son prácticas que aún no se han implementado en la Península Ibérica de manera extensiva, por lo que el enfoque que toma este estudio es de Tipo II. El objetivo es predecir las consecuencias del estado actual y futuro de la implementación de estas prácticas para conocer los impactos a largo plazo que se podrían esperar.

Se van a tomar como referencia las categorías y subcategorías de “Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment” (2021). La clasificación propuesta ha sido desarrollada y revisada por el comité directivo de *Social LC Alliance and others*. Se considera un trabajo en progreso, es decir, continuará evolucionando a medida que se adquiera más experiencia práctica y las metodologías de impacto social estén más desarrolladas [1]. En cada una de las categorías se encuentran un conjunto de subcategorías con su definición, vínculos a los ODS, ejemplos para recopilar datos necesarios y propuesta de cómo medirlos.

#### **4.3.1 SELECCIÓN DE LAS CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS**

- Sociedad: es relevante para el caso de estudio porque se centra en la evaluación de cómo los cultivos/microorganismos pueden afectar a los individuos y comunidades.
  - Compromisos públicos en temas de sostenibilidad: son herramientas que fomentan el uso eficiente de los recursos naturales a través de la utilización de terrenos en desuso, preservación de la biodiversidad, seguridad alimentaria en regiones salinas...
  - Contribución al desarrollo económico: La incorporación de estas prácticas implicarían creación de empleo, generación de ingresos, educación y formación, inversiones e impulso de investigación.

- Comunidad local: concretamente el estudio busca medir el impacto social en comunidades locales, en lugares rurales con terrenos y salinas abandonadas.
  - Acceso a recursos materiales: se mejoraría el acceso de la comunidad a recursos materiales locales. Se daría salida a las tierras salinizadas y salinas de la zona.
  - Patrimonio cultural: Dar una segunda vida a los terrenos cercanos a las salinas pone en valor la identidad de la región. Esta nueva forma de agricultura contribuiría a la riqueza del patrimonio agrícola y cultural.
  - Participación en la comunidad: La involucración y participación directa de los residentes de la zona sería fundamental para formar parte del proyecto y fomentar la visibilidad.
  - Empleo local: La creación de una empresa dedicada a los cultivos/microorganismos halotolerantes sería una oportunidad para generar puestos de trabajo en las zonas rehabilitadas.

A través del conjunto de las categorías y subcategorías seleccionadas se intentará medir el impacto social que tendrían los cultivos y/o microorganismos halotolerantes en la Península Ibérica.

#### **4.3.2 CÁLCULO Y DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES SOCIALES**

Cuantificar los impactos sociales es una tarea compleja a la vez que subjetiva. Para poder medir cada una de las subcategorías se ha elaborado una tabla con unos criterios específicos lo más detallado posible. Los criterios van del 0 (puntuación más baja) – 3 (puntuación más alta).

Se han realizado cuatro entrevistas a diferentes empresas/fundaciones que guardan relación con el tema en cuestión, cada una de ellas ha valorado el impacto social que generan con estos indicadores. A continuación, se muestra la tabla de indicadores que se ha empleado:

*ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL DE LOS CULTIVOS Y/O MICROORGANISMOS HALOTOLERANTES*

*Tabla 2: Medidas de los indicadores sociales*

<b>Indicador</b>	<b>Criterio</b>			
<b>Valor</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Empleo local</b>	Marginal (Empleo local es mínimo o insignificante, la mayoría de los trabajadores son de fuera de la comunidad)	Moderado (Presencia equilibrada de empleados locales y no locales. La comunidad local contribuye significativamente, pero no es la mayoría)	Sustancial (Una proporción considerable de la fuerza laboral es local. La comunidad local juega un papel importante, pero no es dominante)	Predominante (La gran mayoría son empleados locales. Suponen la principal fuerza laboral para la empresa)
<b>Participación en la comunidad</b>	Presencia básica (Participación insignificante o mínima. Colaboraciones esporádicas y limitadas)	Contribución local (Participación local limitada a través de donaciones, patrocinios de eventos o programas específicos)	Participación activa (Presencia visible, participación en eventos y proyectos comunitarios. Fomenta la participación de los empleados)	Compromiso integral (Profunda involucración en la comunidad local. Participación en actividades, proyectos de desarrollo comunitario... Los empleados participan en los eventos)
<b>Conservación del patrimonio cultural</b>	Mínima (Presencia mínima en la conservación del patrimonio cultural. No está involucrada en proyectos de preservación y la contribución es limitada o inexistente)	Ocasional (Contribuciones esporádicas. El apoyo no es constante)	Apoyo activo (Apoyo visible a través de eventos culturales, contribuciones financieras e iniciativas destinadas a la preservación de la identidad cultural)	Preservación integral (Compromiso activo en la preservación del patrimonio local. Toma medidas significativas para proteger la herencia cultural)

*ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL DE LOS CULTIVOS Y/O MICROORGANISMOS HALOTOLERANTES*

<b>Acceso a recursos materiales</b>	Nulo (No cuenta con iniciativas de infraestructura que beneficien a la comunidad local ni cuenta con medidas específicas para gestionar el impacto ambiental)	Infraestructura para beneficiar únicamente a la empresa (Diseño para el beneficio interno de la empresa. No hay consideraciones para beneficiar a la comunidad local o gestionar impacto ambiental)	Infraestructura para beneficiar a la empresa y a la comunidad local (Diseño para el beneficio de la empresa y de la comunidad local. Puede incluir proyectos que mejoren la calidad de vida de los residentes)	Infraestructura para beneficiar a la empresa y a la comunidad local. Cuenta con certificados de gestión ambiental (Diseño para el beneficio de la empresa, beneficio local y además se gestiona de manera sostenible. Cuenta con certificados de gestión ambiental, lo que indica el desarrollo de prácticas respetuosas)
<b>Compromisos públicos en temas de sostenibilidad</b>	Ninguno (Ausencia de compromiso. Carece de políticas y no participa activamente en discusiones sobre sostenibilidad)	Cumplimiento básico (Cumple con requisitos mínimos de sostenibilidad. El compromiso público y participación en iniciativas son limitadas)	Compromiso evidente (Claro compromiso mediante políticas y prácticas internas. Comunicación pública de los logros y metas sostenibles)	Liderazgo proactivo (Lidera activamente iniciativas de sostenibilidad, establece metas ambiciosas. Participa y comunica públicamente su compromiso con prácticas sostenibles)
<b>Contribución al desarrollo económico</b>	Ninguna (No realiza contribuciones específicas al desarrollo económico de la región. No se involucra en iniciativas ni inversiones que tengan un impacto directo en el crecimiento económico local)	Inversiones internas (Inversiones que benefician las operaciones internas, pero sin enfoque específico en el desarrollo local)	Inversión local interna (Contribución al desarrollo económico interno y local. Inversiones en la comunidad, generación de empleo, programas de captación...)	Contribución económica integral (Desarrollo económico que impulsen el crecimiento sostenible de la región a través de programas de educación y colaboración con actores locales)

### 4.3.3 RECOPIACIÓN DE DATOS

Cada una de las empresas que han sido entrevistadas han evaluado su nivel de actuación en el impacto social que generan. A continuación, se recogen los resultados de cada una de ellas:

*Tabla 3: Valoración de los indicadores (0-3) por empresa*

Indicador	Empresa/Fundación			
	La Espelta y la Sal	La Salá	Saelices de la Sal	Salina Greens
Empleo local	3	2	2	3
Participación en la comunidad	3	2	3	2
Conservación del patrimonio cultural	3	2	3	3
Acceso a recursos materiales	2,5	3	2	3
Compromisos públicos en temas de sostenibilidad	3	3	2	2
Contribución al desarrollo económico	3	2	2	3

**Ponderaciones:**

A pesar de que todas las categorías son importantes para analizar el impacto social, unas resultan más relevantes que otras para este estudio.

*Tabla 4: Ponderación de los indicadores*

<b>Indicadores</b>	<b>Ponderación</b>
Empleo local	20%
Participación en la comunidad	13,33%
Conservación del patrimonio cultural	20%
Acceso a recursos materiales	20%
Compromisos públicos en temas de sostenibilidad	13,33%
Contribución al desarrollo económico	13,33%

Para ajustar los indicadores a las circunstancias específicas se ha dado más importancia al empleo local, la conservación del patrimonio y el acceso a recursos materiales. Respecto a los dos últimos, se les ha atribuido mayor ponderación porque el fin principal del estudio es la valoración del uso de cultivos/microorganismos halotolerantes para conseguir dar una segunda vida a terrenos salinizados o próximos a las salinas y conseguir un desarrollo en las comunidades. Asignar más valor al indicador de empleo local reconoce la importancia de generar oportunidades laborales en el territorio y contribuir al entorno económico.



*Tabla 5: Valoración de los indicadores corregidos por ponderación*

Indicador	Empresa/ Fundación				Total
	La Espelta y la Sal	La Salá	Saelices de la Sal	Salina Greens	
Empleo local	3,6	2,4	2,4	3,6	12/14,4
Participación en la comunidad	2,4	1,6	2,4	1,6	8/9,6
Conservación del patrimonio cultural	3,6	2,4	3,6	3,6	13,2/14,4
Acceso a recursos materiales	3	3,6	2,4	3,6	12,6/14,4
Compromisos públicos en temas de sostenibilidad	2,4	2,4	1,6	1,6	8/9,6
Contribución al desarrollo económico	2,4	1,6	1,6	2,4	8/9,6

A continuación, para obtener el impacto social de cada uno de los casos de estudio se van a sumar los diferentes indicadores sociales y en función del resultado obtenido, se obtendrá una clasificación para cada uno:

*Tabla 6: Impacto social total de cada empresa*

	<b>Empresa/Fundación</b>			
	<b>La Espelta y la Sal</b>	<b>La Salá</b>	<b>Saelices de la Sal</b>	<b>Salina Greens</b>
<b>Total</b>	17,4	14	14	16,4

*Tabla 7: Clasificación de impacto social*

<b>Rango</b>	<b>Impacto</b>
0-3	Nulo
4-7	Bajo
8-11	Moderado
12-15	Significativo
16-18	Alto

#### **4.4 VINCULACIÓN DE MÉTRICAS**

El estudio analiza y recopila información sobre los cultivos y/o microorganismos halotolerantes. Por otra parte, obtiene el impacto social (ACV-S) que se podría alcanzar con la implementación de estas prácticas a través de empresas u organizaciones que tienen determinada conexión con los objetivos principales del estudio. Adicionalmente, se va a introducir un indicador de “potencial de innovación” con el que se va a medir la posibilidad de implementar estas prácticas en las empresas/fundaciones colaboradoras con el objetivo

*ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL DE LOS CULTIVOS Y/O MICROORGANISMOS HALOTOLERANTES*

de unir ambas métricas. Se trata de un indicador actitudinal que valora la motivación y disposición de implantación de los cultivos y/o macroorganismos en sus actividades y servicios. Es decir, no evalúa la posibilidad real de implementación de estas prácticas porque eso dependerá de factores externos que se deben estudiar en profundidad (administrativos, climáticos, topológicos...). A continuación, se detalla el indicador en cuestión:

*Tabla 8: Indicador de potencial de innovación*

<b>Valor</b>	<b>0: Inacción corporativa</b>	<b>1: Curiosidad y conciencia inicial</b>	<b>2: Compromiso y consideración</b>	<b>3: Implementación y apoyo</b>
<b>Potencial de innovación</b>	La organización no se plantea la introducción de microorganismos/ cultivos halotolerantes, bien por desconocimiento, desinterés o falta de capacidad.	La organización comienza a tener curiosidad por los cultivos/microorganismos halotolerantes y a realizar investigación sobre los posibles beneficios de estas prácticas, sin tomar medidas concretas.	La organización considera introducir activamente estas prácticas y está comprometida a explorar y planificar la implementación.	La organización está implementando activamente alguna de estas herramientas o está involucrada en prácticas similares y abogan por el uso de estas.

De acuerdo con la definición del indicador y según la información recopilada por las entrevistas de las diferentes empresas y fundaciones, se obtienen los siguientes resultados:

*Tabla 9: Valor del indicador "potencial de innovación" de las empresas colaboradoras*

<b>Organización</b>	<b>La Espelta y la Sal</b>	<b>La Salá</b>	<b>Saelices de la Sal</b>	<b>Salina Greens</b>
<b>Valor</b>	1: Curiosidad y conciencia inicial.	3: Implementación y apoyo.	2: Compromiso y consideración.	3: Implementación y apoyo.

## **4.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

La Espelta y la Sal tiene un impacto social alto, lo que refleja un efecto considerable en la sociedad. La empresa demuestra estar comprometida y ser responsable con el medio ambiente y con la comunidad. Una iniciativa de cultivos/microorganismos halotolerantes en la Península Ibérica cuyos valores fundamentales, el objetivo que persigue y lo que intenta lograr va alineado con los de la Espelta y Sal, reflejaría un impacto social alto. Es decir, si persiguen una cultura que da especial importancia al valor de la tierra y logra la conservación de la biodiversidad, compromiso con la alimentación sostenible, e incentiva el contacto con la comunidad local se esperaría alcanzar un impacto social elevado. Es importante remarcar que la Espelta y Sal tienen 20 años de experiencia, y que, por tanto, un alto impacto social también es el resultado de un proceso gradual. Asimismo, la empresa comienza a tener curiosidad y es consciente de los beneficios de los cultivos/microorganismos halotolerantes. Sin embargo, en este momento no están pensadas para pasar a formar parte de los productos y servicios que ofrecen. No obstante, una empresa con unos valores y actividades que persigan lo mismo pueden aspirar a un resultado similar positivo.

La Salá tiene un impacto significativo, lo que demuestra que se preocupa por generar un efecto positivo en la sociedad y contribuir al desarrollo sostenible. A diferencia de la Espelta y la Sal, es una empresa que lleva trabajando alrededor de 2-3 años. No obstante, pese a sus pocos años de experiencia han logrado un impacto social relevante. Otra de las grandes diferencias, es que en este caso nos encontramos ante la aproximación de una empresa que trabaja directamente en temas de salinas y halófitas. La Salá busca la importancia del terreno salinero contribuyendo a la biodiversidad de este entorno mediante la actuación local. Una iniciativa de cultivos/microorganismos halotolerantes es muy probable que vaya alineada con estos objetivos y podría aspirar a lograr un impacto social significativo en poco tiempo. Es una de las empresas colaboradoras que al estar trabajando con cultivos halófitos (aunque sea de crecimiento salvaje) se ha considerado que tienen una gran involucración y que abogan activamente por la implementación de este tipo de prácticas.

Saelices de la Sal tiene un impacto social significativo. Los valores y objetivos de la Fundación están alineados con la implementación de cultivos o microorganismos halotolerantes en España que se ha analizado en este estudio. Es una iniciativa que busca sacar rendimiento de terrenos abandonados a la vez que ofrecer trabajo en zonas despobladas. A través de la entrevista [69] se ha expuesto que para sacar rendimiento a las salinas en desuso se ha valorado la opción de plantar en esos terrenos cultivos halotolerantes para el consumo humano, lo que muestra un gran compromiso y consideración con estas prácticas (indicador de potencial de innovación). Esto demuestra que es una práctica cada vez más conocida por los del sector salinero y que la valoran con un gran potencial. Esta Fundación cuenta con más de 20 años de experiencia y evidencia la necesidad de adaptarse a las oportunidades novedosas para lograr una comunidad más sostenible. El impacto social que han obtenido refleja en gran medida que se podría lograr un resultado positivo con la aplicación de cultivos o microorganismos halotolerantes porque los objetivos se alinean con los de Saelices de la Sal.

Por último, Salina Greens ha demostrado tener un impacto social alto y un gran indicador de potencial de innovación. Su principal objetivo de implementar un modelo de negocio a través del cual se busca conservar y revitalizar las salinas en decadencia con el cultivo de halófitas, se alinea con la línea del estudio. Es una empresa que comenzó hace diez años, que ha tenido un gran recorrido y que continúa aumentando la escala de venta de productos y servicios. El proyecto de Salina Greens y el estudio difieren en el tipo de cultivos, Salina Greens se dedica a la producción de halófitas, mientras que el estudio se centra en halotolerantes. En la entrevista [71] se menciona que debido a las características y clima asociados a las salinas, las halófitas en la Península Ibérica están más adaptadas, serán más productivas y económicas. Es una hipótesis que es interesante tomar como referencia pero que habría que estudiar en profundidad. Es el caso que más se aproxima a lo que se quiere lograr con este estudio, lo cual demuestra la viabilidad del estudio y que resultados serían positivos con la implementación de este tipo de herramientas.

Entre los tres indicadores con mayor ponderación; empleo local, acceso a recursos materiales y conservación del patrimonio cultural, este último ha obtenido la mayor puntuación. Esto implica que en conjunto la conservación al patrimonio cultural es lo más valorado por las empresas colaboradoras. Tanto la conservación de las salinas como la de los terrenos abandonados o en desuso es imprescindible para preservar el medio ambiente y la transmisión de conocimientos y tradiciones. El impacto real que se trataría de obtener con la implementación de cultivos y microorganismos halotolerantes es de mantener las conexiones del pasado para conseguir dar forma a un futuro más sostenible. El siguiente indicador con mayor puntuación sería el acceso a recursos materiales. La puntuación es alta lo que permite concluir que es beneficioso y que va alineado con la conservación del patrimonio ya que promueve una gestión responsable de los recursos. Esta gestión permitiría a las comunidades aprovechar el potencial de las tierras fomentando el crecimiento económico y los medios de vida. Por último, el empleo local ha obtenido una buena puntuación que indica que estas empresas/fundaciones tienen impacto en la comunidad local con la creación de puesto de trabajo. El objetivo es impulsar las oportunidades a los miembros de las comunidades cercanas para fortalecerlas social y económicamente.

Por otro lado, en cuanto al resto de indicadores; participación en la comunidad local, compromisos públicos en temas de sostenibilidad y contribución al desarrollo económico, también se han obtenido impactos altos. La participación en la comunidad local evalúa la interacción con la comunidad externa en la que se establece la empresa/fundación. Es imprescindible para fomentar el desarrollo del proyecto y desarrollo de las prácticas que se quieren implementar para promover la cohesión social y lograr los desarrollos sostenibles. En cuanto a los compromisos públicos en temas de sostenibilidad es crucial para fomentar la transparencia y responsabilidad de la empresa con el entorno que le rodea, a través de ello, puede establecer metas para conseguir certificados que lo validen. Por último, todo lo anteriormente comentado contribuye al desarrollo económico. Es una categoría con muchos factores a considerar pero que en su conjunto pretende mejorar la calidad de vida de las comunidades a largo plazo.

*ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL DE LOS CULTIVOS Y/O MICROORGANISMOS HALOTOLERANTES*

---

De cualquier manera, a través de todos los casos de estudio se ha hecho evidente que una iniciativa de cultivos o microorganismos halotolerantes, ya sea para sacar provecho a las tierras salinizadas o para revitalizar salinas en desuso o abandonadas, tendría un gran impacto en la comunidad local.

## **Capítulo 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El estudio resalta la importancia de buscar alternativas para la situación crítica en la que se encuentran las salinas y los terrenos salinizados abandonados en España. Las salinas ofrecen una cantidad de subproductos con potencial para sacar provecho de los paisajes. En este estudio se ha analizado la posibilidad de emplear el terreno de las salinas como zona de cultivos de plantas halotolerantes. Se han destacado dos posibilidades para implementar esta idea, o bien a través de cultivos halotolerantes o a través de la inoculación de microorganismos halotolerantes en cultivos que están sometidos a estrés salino. De cualquier manera, estas prácticas además de tener aplicación directa en las salinas se podrían emplear para aprovechar las tierras salinizadas abandonadas en España. Estas herramientas aún no tienen un desarrollo extenso en la Península Ibérica. Sin embargo, el análisis a través de la literatura de estudios publicados fuera de la Península Ibérica demuestra que son prácticas con un gran potencial y que están obteniendo resultados muy favorables. Por ello, este estudio se ha centrado en analizar el impacto social de la aceptación y cabida que tendrían estas prácticas en la Península Ibérica.

Como ha sido comentado en la sección anterior, los resultados muestran un impacto social positivo en la implementación de cultivos y/o microorganismos halotolerantes. Se han medido las categorías más relevantes para el estudio que incluyen; empleo local, participación en la comunidad, conservación del patrimonio cultural, acceso a recursos materiales, compromisos públicos en temas de sostenibilidad y contribución al desarrollo económico. Todos estos factores son esenciales porque engloban los objetivos sostenibles y desarrollo de actividades que fomentan estas prácticas.

A través del análisis de La Salá, Saelices de la Sal, la Espelta y la Sal y Salina Greens, se ha obtenido el impacto social de sus actividades. Es importante subrayar que las tres primeras organizaciones no se dedican al cultivo de plantas halotolerantes ni la inoculación de



microorganismos halotolerantes. Salinas Greens, como se ha mencionado anteriormente, se dedica a la producción de halófitas, que demuestra el caso más próximo a lo que plantea este estudio.

Lo que se ha perseguido en este estudio es destacar las categorías sociales más importantes que tendría la implantación de las herramientas y a través de empresas u organizaciones que compartan relación con los objetivos de estas prácticas y fijarse en su impacto para obtener una aproximación de lo que se podría lograr. Además, a continuación, se comentarán las opiniones compartidas por expertos y por los entrevistados a cerca del desarrollo de estas prácticas en la Península Ibérica. En definitiva, es importante resaltar que son herramientas que aún no tienen un desarrollo extenso en España y que el estudio es ese aspecto está limitado y se enfoca en exponer una aproximación de los objetivos que se podrían lograr. Cada una de las organizaciones colaboradoras tiene una conexión y relevancia diferente con las prácticas en cuestión lo que impide compararlas entre ellas porque tienen actividades, alcances y desarrollos diferentes. Este último aspecto permite que los resultados estén abiertos a la interpretación considerando las características de cada una de las empresas que se han detallado anteriormente.

Por otro lado, el ACV-S implica cuantificar categorías sociales, que en muchas ocasiones resulta complejo. En este caso se ha desarrollado una tabla de medidas de elaboración propia para determinar numéricamente los impactos. Se ha especificado con el máximo detalle posible qué características entran en cada una. No obstante, es un procedimiento que a pesar de ser lo más minucioso y transparente posible está afectado por la subjetividad. Por tanto, resulta importante recalcar la limitación impuesta tanto por la selección de categorías como por la forma de medirlas.

En las cuatro entrevistas ([64], [67], [69], [71]) coinciden en que los cultivos y microorganismos halotolerantes son herramientas interesantes que deberían fomentarse debido a la cantidad de hectáreas de terrenos salinos que se encuentran abandonados y también debido al déficit de la demanda hídrica. De hecho, en el territorio de Saelices de la

Sal se ha planteado introducir esta herramienta lo que sugiere que es una práctica que está en consideración y que se podría implementar en el futuro para mejorar la situación de las salinas. Por otro lado, Salina Greens es una empresa pionera en la producción de halófitas que está demostrando en las salinas de Portugal que es posible sacar rendimiento económico y conservar el territorio al mismo tiempo. Es una empresa que refleja lo que se podría alcanzar en varias zonas afectadas de la Península Ibérica y en la cual resulta interesante enfocarse de cara a futuros proyectos de implementación de estas prácticas.

A pesar de las limitaciones, se ha demostrado que estas prácticas tendrían una aceptación favorable e invita a que se desarrollen más estudios para fomentar la implementación en la Península Ibérica. En futuros estudios sería interesante analizar qué factores podrían impedir o poner en riesgo la introducción de las herramientas. La novedad de estas prácticas sugiere que involucrarse en ellas es arriesgado. La eficacia no está asegurada y eso puede retrasar el desarrollo. Sería interesante desarrollar detalladamente los posibles riesgos y beneficios antes de implementarlas, y explorar estrategias para mitigar los riesgos. Es de especial importancia analizar la adaptabilidad de cultivos y microorganismos a los diferentes terrenos. Además, es un desarrollo que puede conllevar altos costos, especialmente considerando su reciente introducción. Otro factor interesante implicaría la sostenibilidad a largo plazo para garantizar la continuidad. En general, abordar estas limitaciones es interesante para aumentar las probabilidades de éxito y promover la innovación.

## **Capítulo 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

El análisis realizado en esta investigación revela que los cultivos y microorganismos halotolerantes son prácticas con un gran potencial para ser implementadas en España. A través de este estudio se ha conseguido una primera aproximación del impacto social que conseguirían estas prácticas invitando a los agricultores e inversores a ponerlas en marcha para lograr una agricultura más sostenible en la que se aprovechen los terrenos salinizados y salinas abandonadas.

La situación de la Península Ibérica respecto a las salinas es alarmante ya que están en una decadencia y abandono acelerados. Por otro lado, debido a las malas prácticas de irrigación, la desertificación, la falta de rotación de los cultivos o zonas de barbecho, empeoran notablemente las condiciones salinas de los terrenos de cultivo provocando su abandono. Los microorganismos y cultivos halotolerantes son herramientas que han demostrado que pueden dar una segunda oportunidad a estos terrenos.

El impacto obtenido a partir del ACV-S está sujeto a ciertas limitaciones. Es un estudio basado en factores sociales con dificultad para ser cuantificados. El resultado está abierto a la interpretación individual considerando estas limitaciones. No obstante, considerando los resultados positivos del impacto social de estas prácticas, los próximos pasos deben enfocarse en la implementación de las herramientas.

A continuación, se van a abordar los aspectos y pasos más relevantes que se deberían tener en cuenta para la aplicación de cada una de las prácticas.

Los pasos necesarios para la aplicación de los microorganismos halotolerantes incluye [72]:

1. Aislamiento e identificación de los microorganismos halotolerantes (bacterias) de suelos salinos o tejidos vegetales de las plantas halófilas.

2. Caracterización de las bacterias: estudiar los rasgos específicos para establecer cuáles son aptas para el objetivo en cuestión (ej. Regulación osmótica, enzimas y proteínas estables...).
3. Inoculación: las bacterias seleccionadas con las características específicas se inyectan en las semillas de las plantas que se quieran proteger. Otra opción es inyectarlas directamente en la tierra para mejorar la relación de la tierra con las plantas. Para realizar esto último se pueden emplear diferentes métodos; recubrimiento de semillas, inmersión de raíces o empapado de suelo.
4. Interacción entre el cultivo y el microorganismo: observar si se ha establecido una relación ente ambos que sea beneficiosa para el crecimiento efectivo del cultivo.
5. Monitoreo: controlar la interacción revisando el rendimiento de los cultivos. Es posible que sea necesario realizar ajustes.

Por otro lado, la implementación de los cultivos halotolerantes requiere otro procedimiento [23]. Se deben realizar pruebas en el campo controlando las condiciones para evaluar la tolerancia a la sal de las diferentes especies. En las pruebas se deben regar los diferentes cultivos con distintas concentraciones de sal y replicar las pruebas para obtener resultados fiables. Es interesante analizar la respuesta fisiológica a la salinidad (entender los mecanismos biológicos que permiten hacer frente a la salinidad) y, por otro lado, la tolerancia a la sal en las diferentes etapas de crecimiento de cada uno de los cultivos.

Durante la implementación de estas herramientas se deben controlar diferentes factores continuamente. Sin embargo, es de especial importancia monitorearlos durante el aislamiento para asegurar condiciones de crecimiento óptimo y durante la inoculación para garantizar la supervivencia de la interacción. Estos factores incluyen la temperatura, presión, fotoperiodo, pH, niveles de oxígeno en la tierra, humedad, nutrientes disponibles, precipitación, cantidad de agua, tiempo de crecimiento, salinidad, fertilidad, entre otros.

La propuesta de introducir cultivos y/o microorganismos halotolerantes trasciende la mera alternativa sostenible. En un futuro cercano estas prácticas serán clave no solo por elección,

pero también por necesidad. El cambio climático, la sobrepoblación o la situación de España vaciada son características críticas que ponen en riesgo el sector agrícola. Estos factores presentan obstáculos que deben abordarse de manera urgente para asegurar la viabilidad de la agricultura del país. Además, actualmente el desarrollo agrícola se ha encaminado a una situación en la que la búsqueda del beneficio económico ha conducido a la uniformidad de las semillas y la pérdida de variedad. Los agricultores optan en gran medida por cultivar las especies avaladas por la PAC para beneficiarse de subsidios y otros apoyos. Los cultivos tradicionales se han ido dejado aparte, pero por necesidad se va a volver a ellos. Hay dos enfoques para obtener cultivos halotolerantes, la primera adaptando genéticamente las variedades de cultivos. La segunda opción, es volver a rescatar los cultivos antiguos, adaptados a la salinidad y a las condiciones del suelo. Sin embargo, como se ha comentado antes, debido a la mecanización de agricultura esto se ha perdido en gran medida. En definitiva, el impulso de los cultivos halotolerantes representa una síntesis entre innovación y tradición. Más allá de las categorías sociales a las que estas prácticas responden, estas herramientas buscan revitalizar conocimientos ancestrales para afrontar desafíos actuales.

En conclusión, el estudio demuestra que la implementación de estas prácticas tendría un impacto social positivo en la Península Ibérica. Se han detallado brevemente los procedimientos, no obstante, en los siguientes pasos será necesario profundizar y abordar de manera más técnica la investigación. En general, los cultivos y microorganismos halotolerantes son prácticas sostenibles que conseguirían mejorar la fertilidad de las tierras y que los cultivos crezcan con mejor calidad y cantidad logrando sacar provecho de las salinas y terrenos abandonados.

## Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA) 2021 - Life Cycle Initiative». Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.lifecycleinitiative.org/library/methodological-sheets-for-subcategories-in-social-life-cycle-assessment-s-lca-2021/>
- [2] S. Roper, «Qué son las salinas y cómo se forman - Resumen», *ecologiaverde.com*. Accedido: 28 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-salinas-y-como-se-forman-4697.html>
- [3] K. Hueso, «Las salinas de interior, un patrimonio desconocido y amenazado», *De Re Metallica Revista De La Sociedad Espanola Para La Defensa Del Patrimonio Geologico Y Minero*, ene. 2006, Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/58068634/Las\\_salinas\\_de\\_interior\\_un\\_patrimonio\\_desconocido\\_y\\_amenazado](https://www.academia.edu/58068634/Las_salinas_de_interior_un_patrimonio_desconocido_y_amenazado)
- [4] O. P. Riart, «Estado actual del patrimonio salinero español», vol. En: «II Congreso Internacional sobre la Sal», 15-16 Noviembre 2018, Ciempozuelos (Madrid)., pp. 329-36, 2019.
- [5] «Salinidad Del Suelo: Causas, Señales Y Efectos De La Salinización». Accedido: 25 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/salinidad-del-suelo/>
- [6] «Análisis de Ciclo de Vida (ACV) Social del Proyecto Reagritech\_V5.pdf». Accedido: 28 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20\(ACV\)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech\\_V5.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77833/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20(ACV)%20Social%20del%20Proyecto%20Reagritech_V5.pdf)
- [7] «¿Qué es la Evaluación del ciclo de vida social (S-LCA) y cómo empezar a utilizarla? -DEISO». Accedido: 28 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dei.so/es/what-is-social-life-cycle-assessment-s-lca-and-how-to-get-started-with-it/>
- [8] N. Geographic, «Predicen crisis de alimentos en el 2030», *National Geographic en Español*. Accedido: 2 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ngenespanol.com/futuro-de-la-comida/crisis-alimentos-comida-hambre-2030-opinion-experto-national-geographic/>

- [9] Naciones Unidas, «Objetivos y metas de desarrollo sostenible», Desarrollo Sostenible. Accedido: 7 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [10] I. Huertas-Valdivia, A. M. Ferrari, D. Settembre-Blundo, y F. E. García-Muiña, «Social Life-Cycle Assessment: A Review by Bibliometric Analysis», *Sustainability*, vol. 12, n.º 15, Art. n.º 15, ene. 2020, doi: 10.3390/su12156211.
- [11] N. R. Mazahua, «Historia y Análisis del Ciclo de Vida de Producto ACV», gestiopolis. Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/historia-analisis-del-ciclo-vida-producto-acv/>
- [12] Prisma, «Análisis de Ciclo de Vida (ACV): qué es y para qué sirve», Eurofins Environment Testing Spain. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.eurofins-environment.es/es/analisis-de-ciclo-de-vida-que-es/>
- [13] «ISO 14040:2006(es), Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia». Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- [14] N. R. Lamana y A. H. Aja, «Análisis del ciclo de vida», 2010, Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>
- [15] E. R. López, «Las salinas en el territorio: paisaje y patrimonio», 2014.
- [16] C. Nast, «Las salinas más espectaculares de España», Traveler. Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.traveler.es/naturaleza/galerias/las-salinas-mas-espectaculares-de-espana/1301>
- [17] J. J. M. Pérez, J. R. Sierra, M. N. Pons, y G. G. Pina, «Puesta en valor de una salina abandonada: Tareas a realizar y su coste», 2014.
- [18] «El patrimonio salinero de la Región de Murcia». Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.educarm.es/documents/246424/461842/14\\_salinasmurcia.pdf/af6222a7-fd65-477d-8581-4e8d3ed3e96d](https://www.educarm.es/documents/246424/461842/14_salinasmurcia.pdf/af6222a7-fd65-477d-8581-4e8d3ed3e96d)
- [19] «Salina». Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://guanches.org/index.php?title=Salina>
- [20] S. Noguero, «Las salinas de interior». Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.santiagonoguero.es/las-salinas-de-interior/>
- [21] F. Belmonte Serrato, G. A. Ballesteros Pelegrín, y A. D. Ibarra Marinas, Eds., *Buenas prácticas para la gestión y conservación de la biodiversidad en ambientes litorales*, 1.<sup>a</sup> ed. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia, 2022. doi: 10.6018/editum.2980.

- [22] K. Hueso Kortekaas, «Salt in our veins. The patrimonialization processes of artisanal salt and saltscapes in Europe and their contribution to local development», may 2017, Accedido: 1 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/116409>
- [23] A. de Vos, B. Bruning, G. van Straten, R. Oosterbaan, J. Rozema, y P. van Bodegom, «Crop salt tolerance under controlled field conditions in The Netherlands, based on trials conducted at Salt Farm Texel», 2016, Accedido: 5 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://research.wur.nl/en/publications/crop-salt-tolerance-under-controlled-field-conditions-in-the-neth>
- [24] J. C. González-Hernández y A. Peña, «Estrategias de adaptación de microorganismos halófilos y *Debaryomyces hansenii* (Levadura halófila)», *Rev Latinoam Microbiol*.
- [25] H. Mousavi *et al.*, «Effects of Increasing Salinity by Drip Irrigation on Total Grain Weight Show High Yield Potential of Putative Salt-Tolerant Mutagenized Wheat Lines», *Sustainability*, vol. 14, n.º 9, Art. n.º 9, ene. 2022, doi: 10.3390/su14095061.
- [26] «Future of Sustainable Agriculture in Saline Environments», Routledge & CRC Press. Accedido: 26 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.routledge.com/Future-of-Sustainable-Agriculture-in-Saline-Environments/Negacz-Vellinga-Barrett-Lennard-Choukr-Allah-Elzenga/p/book/9780367621469>
- [27] A. C. de Vos, R. Broekman, C. C. de Almeida Guerra, M. van Rijsselberghe, y J. Rozema, «Developing and testing new halophyte crops: A case study of salt tolerance of two species of the Brassicaceae, *Diplotaxis tenuifolia* and *Cochlearia officinalis*», *Environmental and Experimental Botany*, vol. 92, pp. 154-164, ago. 2013, doi: 10.1016/j.envexpbot.2012.08.003.
- [28] X. Liu *et al.*, «Halotolerant rhizobacteria mitigate the effects of salinity stress on maize growth by secreting exopolysaccharides», *Environmental and Experimental Botany*, vol. 204, p. 105098, dic. 2022, doi: 10.1016/j.envexpbot.2022.105098.
- [29] R. P. Singh y P. N. Jha, «A Halotolerant Bacterium *Bacillus licheniformis* HSW-16 Augments Induced Systemic Tolerance to Salt Stress in Wheat Plant (*Triticum aestivum*)», *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, 2016, Accedido: 12 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01890>
- [30] M. A. Khan *et al.*, «Halotolerant bacteria mitigate the effects of salinity stress on soybean growth by regulating secondary metabolites and molecular responses», *BMC Plant Biology*, vol. 21, n.º 1, p. 176, abr. 2021, doi: 10.1186/s12870-021-02937-3.
- [31] S. Asif *et al.*, «Halotolerant endophytic bacteria alleviate salinity stress in rice (*Oryza sativa* L.) by modulating ion content, endogenous hormones, the antioxidant system



- and gene expression», *BMC Plant Biology*, vol. 23, n.º 1, p. 494, oct. 2023, doi: 10.1186/s12870-023-04517-z.
- [32] UNESCO, «Abordar la escasez y la calidad del agua». Accedido: 29 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
- [33] «Humanos destruyendo ecosistemas: cómo medir nuestro impacto en el medio ambiente.» Accedido: 29 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://sentientmedia.org/es/humanos-destruyendo-ecosistemas-como-medir-nuestro-impacto-en-el-medio-ambiente/>
- [34] «Consecuencias del cambio climático - Comisión Europea». Accedido: 29 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_es](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es)
- [35] «FERTISQUISA». Accedido: 29 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.fertisquisa.com/>
- [36] Pakus, «¿Qué es la salicornia? Características y usos en la cocina», *Directo al Paladar*. Accedido: 21 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/que-es-la-salicornia-caracteristicas-y-usos-en-la-cocina>
- [37] S. G. Ortiz, «Efectos de la salinidad en plantas glicófitas», 2021.
- [38] A. Callaba de Roa, I. Iribarren, y P. Fernández-Canteli, *Protección del suelo y el desarrollo sostenible*. IGME, 2005.
- [39] T. Lasanta Martínez, M. E. Nadal Romero, M. Khorchani, y M. A. Romero Díaz, «Una revisión sobre las tierras abandonadas en España: de los paisajes locales a las estrategias globales de gestión», *Cuadernos de investigación geográfica: Geographical Research Letters*, vol. 47, n.º 2, pp. 477-521, 2021.
- [40] R. Rejón, «España, cada vez más acechada por la desertificación». Accedido: 25 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.eldiario.es/sociedad/espana-vez-acechada-desertificacion\\_1\\_8951549.html](https://www.eldiario.es/sociedad/espana-vez-acechada-desertificacion_1_8951549.html)
- [41] «Estrategia Nacional de Lucha contra la Desertificación». Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/228930884-Estrategia-nacional-de-lucha-contra-la-desertificacion-junio-2022.html>
- [42] P. Panagos, M. Van Liedekerke, A. Jones, y L. Montanarella, «European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements», *Land Use Policy*, vol. 29, n.º 2, pp. 329-338, abr. 2012, doi: 10.1016/j.landusepol.2011.07.003.
- [43] J. A. Conesa Mor, C. Castañeda del Álamo, y J. Pedrol Solanes, «Las saladas de Monegros y su entorno: Hábitats y paisaje vegetal». Accedido: 2 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/109666>

- [44] K. Hueso Kortekaas, «Artisanal saltscapes in Europe: from mining heritage to living cultural landscapes», *Identidades territorio cultura patrimonio*, n.º 8, dic. 2019, doi: 10.5821/identidades.9018.
- [45] «El fin de su restauración convierte a las salinas de Saelices en una referencia nacional», Nueva Alcarria. Accedido: 18 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://nuevaalcarria.com/articulos/el-fin-de-su-restauracion-convierte-a-las-salinas-de-saelices-en-una-referencia-nacional>
- [46] S. Carracedo, «El Valle Salado tendrá en 2018 un jardín botánico de plantas salinas». Accedido: 18 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcorreo.com/alava/araba/valle-salado-2018-20171011155349-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.elcorreo.com%2Falava%2Faraba%2Fvalle-salado-2018-20171011155349-nt.html>
- [47] P. Sangalli, «Enclave botánico del Valle Salado... Flor de era, flor de sal». Accedido: 18 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://landscape.coac.net/enclave-botanico-del-valle-salado-flor-de-era-flor-de-sal>
- [48] «Salinas em Alcochete». Accedido: 21 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cm-alcochete.pt/visitar/patrimonio-natural/salinas>
- [49] «Salinas del alemán». Accedido: 21 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.salinasdelaleman.es/sobre-nosotros/>
- [50] *Cultivo de Salicornia en las marismas de Isla Cristina*, (27 de septiembre de 2023). Accedido: 21 de marzo de 2024. [En línea Video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=F0ebZOc-juA>
- [51] Banco Santander, «El futuro de la agricultura: retos agrícolas para el 2024». Accedido: 10 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancosantander.es/blog/pymes-negocios/retos-futuro-agricultura>
- [52] «Los retos de la agricultura del futuro», El País. Accedido: 10 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://elpais.com/eps/2022-12-12/los-retos-de-la-agricultura-del-futuro.html>
- [53] Naciones Unidas, «Población | Naciones Unidas». Accedido: 10 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- [54] Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, «Política Agraria Común». Accedido: 25 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/pac/>
- [55] Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, «Políticas de desarrollo rural». Accedido: 29 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://redpac.es/politicas-desarrollo-rural>
- [56] «Política de Cohesión de la Unión Europea en España en el periodo de programación 2021-2027». Accedido: 29 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en:

- <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/red-de-autoridades-ambientales-raa/programacion-2021-2027/programacion-2021-2027-en-espana.html>
- [57] «Principales objetivos estratégicos de la nueva PAC - Comisión Europea». Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27/key-policy-objectives-cap-2023-27\\_es](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27/key-policy-objectives-cap-2023-27_es)
- [58] IDEAM, «Índice de aridez (IA)». Accedido: 2 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/ia>
- [59] «Impactos del cambio climático en la agricultura española». Accedido: 2 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://coag.com.es/Informe\\_Impactos\\_Cambio\\_Climatico\\_en\\_la\\_Agricultura.pdf](https://coag.com.es/Informe_Impactos_Cambio_Climatico_en_la_Agricultura.pdf)
- [60] «Distribución del suelo por usos y aprovechamientos». Accedido: 16 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.ign.es/espmmap/mapas\\_rural\\_bach/pdf/Rural\\_Mapa\\_05\\_texto.pdf](https://www.ign.es/espmmap/mapas_rural_bach/pdf/Rural_Mapa_05_texto.pdf)
- [61] Agencia Estatal de Meteorología, «Informe del estado del clima en España en 2022», Agencia Estatal de Meteorología, 2023. doi: 10.31978/666-23-003-8.
- [62] Ministerio de Industria y Energía, «Reglamento General para el Régimen de la Minería - BOE». Accedido: 9 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1978-29905>
- [63] «Capítulo-XIV-Extinción y prórroga de la concesión». Accedido: 9 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: [http://mepriv.mecon.gov.ar/Obras\\_Sanitarias/Pliego/Capitulo-XIV.pdf](http://mepriv.mecon.gov.ar/Obras_Sanitarias/Pliego/Capitulo-XIV.pdf)
- [64] C. Moreno Cámara, «Entrevista Despelta», 16 de enero de 2024.
- [65] «Despelta - Alimentación biológica». Accedido: 20 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://espeltaecologica.com/>
- [66] «Productos La salá - El sabor de la Bahía de Cádiz en 2023». Accedido: 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://productoslasala.com>
- [67] S. Martínez, «Entrevista La Salá», 4 de enero de 2024.
- [68] «Saelices de la Sal». Accedido: 29 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.saelicesdelasal.com/>
- [69] J. L. Sotillo, «Entrevista Saelices de la Sal», 29/04.
- [70] L. Enthoven, «Salina Greens – Farming organic Salicornia on abandoned salt marshes», FARNET - European Commission. Accedido: 19 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/cms/farnet2/on-the-ground/good-practice/projects/salina-greens-farming-organic-salicornia-abandoned-salt-marshes\\_es](https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/cms/farnet2/on-the-ground/good-practice/projects/salina-greens-farming-organic-salicornia-abandoned-salt-marshes_es)
- [71] M. de Carvalho Vaz Pinto, «Entrevista Salina Greens», 7 de junio de 2024.

- [72] J. Hernández-Canseco, A. Bautista-Cruz, S. Sánchez-Mendoza, T. Aquino-Bolaños, y P. S. Sánchez-Medina, «Plant Growth-Promoting Halobacteria and Their Ability to Protect Crops from Abiotic Stress: An Eco-Friendly Alternative for Saline Soils», *Agronomy*, vol. 12, n.º 4, Art. n.º 4, abr. 2022, doi: 10.3390/agronomy12040804.
- [73] S. Mayak, T. Tirosh, y B. R. Glick, «Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress», *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 42, n.º 6, pp. 565-572, jun. 2004, doi: 10.1016/j.plaphy.2004.05.009.
- [74] M. J. Van Oosten *et al.*, «Root inoculation with *Azotobacter chroococcum* 76A enhances tomato plants adaptation to salt stress under low N conditions», *BMC Plant Biology*, vol. 18, n.º 1, p. 205, sep. 2018, doi: 10.1186/s12870-018-1411-5.
- [75] T. Damodaran, V. K. Mishra, S. K. Jha, U. Pankaj, G. Gupta, y R. Gopal, «Identification of Rhizosphere Bacterial Diversity with Promising Salt Tolerance, PGP Traits and Their Exploitation for Seed Germination Enhancement in Sodic Soil», *Agric Res*, vol. 8, n.º 1, pp. 36-43, mar. 2019, doi: 10.1007/s40003-018-0343-5.
- [76] D. Egamberdieva, S. Wirth, S. D. Bellingrath-Kimura, J. Mishra, y N. K. Arora, «Salt-Tolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Enhancing Crop Productivity of Saline Soils», *Frontiers in Microbiology*, vol. 10, 2019, Accedido: 26 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2019.02791>
- [77] S. Kumari, A. Vaishnav, S. Jain, A. Varma, y D. K. Choudhary, «Bacterial-Mediated Induction of Systemic Tolerance to Salinity with Expression of Stress Alleviating Enzymes in Soybean (*Glycine max* L. Merrill)», *J Plant Growth Regul*, vol. 34, n.º 3, pp. 558-573, sep. 2015, doi: 10.1007/s00344-015-9490-0.
- [78] H.-W. Koyro, M. A. Khan, y H. Lieth, «HALOPHYTIC CROPS: A RESOURCE FOR THE FUTURE TO REDUCE THE WATER CRISIS?», *Emirates Journal of Food and Agriculture*, pp. 01-16, 2011, doi: 10.9755/ejfa.v23i1.5308.
- [79] D. Mesa, «Obtención de plantas resistentes a la salinidad para los suelos salinos cubanos», n.º 3, 2003.
- [80] S. J. Roy, S. Negrão, y M. Tester, «Salt resistant crop plants», *Current Opinion in Biotechnology*, vol. 26, pp. 115-124, abr. 2014, doi: 10.1016/j.copbio.2013.12.004.
- [81] M. C. Shannon y C. M. Grieve, «Tolerance of vegetable crops to salinity», *Scientia Horticulturae*, vol. 78, n.º 1, pp. 5-38, nov. 1998, doi: 10.1016/S0304-4238(98)00189-7.
- [82] C. Sudharsan, S. J. Manuel, J. Ashkanani, y A. Al-Ajeel, «In Vitro Screening of Potato Cultivars for Salinity Tolerance», 2012.

## ANEXO

### Anexo 1: Más referencias sobre los cultivos y microorganismos halotolerantes

Referencia	Breve resumen del documento
“Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress” [73].	En el experimento aíslan la bacteria <i>Achromobacter piechaudii</i> de la región de Arava (sur de Israel) que inyectan en el tomate y logaran incrementar su peso en altas concentraciones de sal.
“Root inoculation with <i>Azotobacter chroococcum</i> 76A enhances tomato plants adaptation to salt stress under low N conditions” [74].	Científicos de la universidad de Naples Federico II (sur de Italia) han demostrado que las plantas de tomate bajo la inoculación con la bacteria <i>A. chroococcum</i> 76A bajo estrés salino moderado (NaCl 50 mM) y severo (NaCl 100 mM) aumentó el crecimiento respecto a la planta de control.
“Identification of Rhizosphere Bacterial Diversity with Promising Salt Tolerance, PGP Traits and Their Exploitation for Seed Germination Enhancement in Sodic Soil” [75].	En este experimento exploraron la inoculación de diferentes bacterias en arroz y trigo para observar cual obtenía mejores resultados de crecimiento en terrenos salinos de la región de Uttar Pradesh (India). Finalmente se concluyó que la bacteria <i>Lysinibacillus sp</i> era la más efectiva.
“Salt-Tolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Enhancing Crop Productivity of Saline Soils” [76].	Este informe señala la efectividad que tienen las bacterias rizosféricas promotoras del crecimiento y tolerantes a la salinidad en una gran variedad de cultivos. Señala el potencial de estas para hacer frente a los terrenos salinizados y cita varios trabajos que se han ido publicando a lo largo de estos años respecto a la investigación en este tema.
“Bacterial-Mediated Induction of Systemic Tolerance to Salinity with Expression of Stress	En este experimento se estudiaron diferentes bacterias y cómo respondían a la salinidad en plantas de soja.

Alleviating Enzymes in Soybean (Glycine max L. Merrill)” [77].	Finalmente se demostró que ciertas bacterias eran importantes para reducir el estrés salino en estas plantas.
“Halophytic crops: A resource for the future to reduce the water crisis?” [78].	Analiza el problema de la salinidad y la crisis del agua en el mundo. Se concluye que los cultivos halotolerantes son una buena alternativa para solucionar estos problemas.
“Obtención de plantas resistentes a la salinidad para los suelos salinos cubanos” [79].	Los suelos salinos son un problema relevante y alarmante en Cuba. Se están realizando investigaciones destinadas a conocer las bases genéticas de la resistencia a la salinidad de las plantas. Recomiendan continuar con investigaciones en este campo como alternativa viable y ecológica para la utilización y rehabilitación de suelos afectados.
“Salt resistant crop plants” [80].	El estudio revisa las funciones de una variedad de genes involucrados en los rasgos de tolerancia a la sal. La incorporación de tolerancia osmótica en los cultivos es una tarea compleja que requiere un estudio y experimentación exhaustiva pero que puede traer efectos positivos. Según el tipo de cultivo, el proceso y selección de genes será diferente.
“Tolerance of vegetable crops to salinity” [81].	Analiza los estudios realizados sobre la tolerancia a la sal de cada vegetal (patata, espinacas, rábano...).
“In Vitro screening of Potato Cultivars for Salinity Tolerance” [82].	Se realiza un pequeño experimento en el que prueban la salinidad de 25 cultivares de patatas para determinar la tolerancia. Siete de los cultivos testeados dan resultados positivos.

## Anexo 2: Listado fuentes de financiación

A continuación, se mencionan algunas páginas web que permiten la búsqueda de las subvenciones activas y otras páginas web con ayudas concretas que puede ser de interés para la financiación de proyectos de agricultura en España:

- Subvenciones activas según la categoría, alcance y beneficiario: <https://www.infoayudas.com/buscar.php>
- Financiación, ayudas y subsidios de la Unión Europea. Establecen un conjunto de normas rigurosas para obtenerlas con el objetivo de emplearlo de manera transparente y responsable. “Agricultores y empresas rurales” son unos de los actores que pueden solicitar estas ayudas. Los países de la UE aplican programas nacionales y regionales de desarrollo rural (PDR) cofinanciados por el Fondo Europeo de Desarrollo (FEADER) y los presupuestos nacionales: [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/rural-development/country\\_es](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/rural-development/country_es)
- “Ayudas estatales para la ejecución de proyectos de inversión dentro del Plan de impulso de la sostenibilidad y competitividad de la agricultura y la ganadería”: <https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/convocatorias/DRU/117/ayudas-estatales-para-la-ejecucion-de-proyectos-de-inversion-dentro-del-plan-de-impulso-de-la-sostenibilidad-y-competitividad-de-la-agricultura-y-la-ganaderia>
- BOE: “Últimas ayudas publicadas en el BOE”: <https://www.boe.es/buscar/ayudas.php>
- Ayudas públicas concedidas en España: <https://www.cnmc.es/ambitos-de-actuacion/promocion-de-la-competencia/ayudas-publicas>
- Últimas convocatorias publicadas: <https://www.subvenciones.gob.es/bdnstrans/GE/es/inicio>
- Extremadura: la Comunidad Autónoma de Extremadura dispone de financiación para los Grupos Operativos de la Asociación Europea para la Innovación con el objetivo de impulsar la agricultura productiva y sostenible. Para información detalla sobre los requisitos y cuantías se dispone de más información en la siguiente web: <https://www.juntaex.es/w/5801>
- Castilla y León: “Ayudas convocadas por la consejería de agricultura, ganadería y desarrollo rural”: <https://agriculturaganaderia.jcyl.es/web/es/ayudas-subvenciones.html>



- Castilla – La Mancha: “Ayudas a la creación de empresas agrarias por jóvenes”. Estas ayudas surgen con el objetivo de incentivar el cambio generacional en el sector agrícola. Información: <https://pdr.castillalamancha.es/ayudas-la-creacion-de-empresas-agrarias-por-jovenes>
- Principado de Asturias: “Ayudas a la creación de empresas por jóvenes agricultores”: <https://sede.asturias.es/-/dboid-6269000117706729107573>
- Región de Murcia: “Ayudas a la creación de empresas agrarias por jóvenes agricultores”:  
[https://sede.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3125&IDTIPO=240&RASTRO=c\\$m40288](https://sede.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3125&IDTIPO=240&RASTRO=c$m40288)
- Andalucía: Convocatorias generales y convocatorias específicas para mujeres en “Ayudas a la creación de empresas para los jóvenes agricultores”:  
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/areas/infraestructuras-agrarias/modernizacion/paginas/submedida-6-1.html>
- Canarias: “Subvenciones destinadas a apoyar la creación de empresas por jóvenes agricultores”:  
<https://sede.gobiernodecanarias.org/sede/movil/tramites/4583>
- Galicia: “Ayudas creación de empresas para jóvenes agricultores”:  
<https://www.injuve.es/convocatorias/becas/ayudas-creacion-de-empresas-para-jovenes-agricultores-galicia>
- Navarra: “Ayudas a la instalación de jóvenes agricultores/as”:  
<https://www.navarra.es/es/tramites/on/-/line/ayudas-a-la-instalacion-de-jovenes-agricultores-2023>
- Comunidad de Madrid: “Ayudas y subvenciones al sector agrario y agroalimentario”:  
<https://www.comunidad.madrid/servicios/medio-rural/ayudas-subvenciones-sector-agrario-agroalimentario>
- Comunidad Valenciana: “Ayudas destinadas a la aplicación de agricultura de precisión y tecnología 4.0 en el sector agrícola y ganadero”:  
[https://www.gva.es/es/inicio/procedimientos?id\\_proc=G22428](https://www.gva.es/es/inicio/procedimientos?id_proc=G22428)
- Aragón: “Ayudas y subvenciones en el medio rural”:  
<https://www.aragon.es/temas/medio-rural-agricultura-ganaderia/ayudas-subvenciones-medio-rural>
- La Rioja: “Catálogo de ayudas”:  
<https://www.larioja.org/agricultura/es/gestion-explotaciones/catalogo-ayudas>
- Cataluña: “Ayudas y subvenciones que abrirán la convocatoria próximamente”:  
[https://canalempresa.gencat.cat/es/01\\_que\\_voleu\\_fer/mesuresempresesiautonoms/informacio-per-sectors-dactivitat/agricultura-ramaderia-pesca/index.html](https://canalempresa.gencat.cat/es/01_que_voleu_fer/mesuresempresesiautonoms/informacio-per-sectors-dactivitat/agricultura-ramaderia-pesca/index.html)
- País Vasco: “Ayuda, beca, subvención”:  
[https://www.euskadi.eus/web01-a2nekabe/es/?r01kQry=tC%3Aeuskadi%3BtF%3Aprocedimientos\\_administrativos%3BtT%3Aayuda\\_subvencion%3Bm%3AdocumentLanguage.EQ.es%3BcA%3Ar](https://www.euskadi.eus/web01-a2nekabe/es/?r01kQry=tC%3Aeuskadi%3BtF%3Aprocedimientos_administrativos%3BtT%3Aayuda_subvencion%3Bm%3AdocumentLanguage.EQ.es%3BcA%3Ar)





### **Anexo 3: Guion entrevista *Despelta y la Sal***

Entrevista con: Carlos Moreno Cámara (Socio-director de Despelta y la Sal)

Fecha: 16/01/2024

Entrevistador: Sara Gómez Lorenzo

Introducción: Despelta es una empresa que se ha considerado interesante por el valor de la tierra, interacción con la comunidad local y cercanía a la salina de Saelices de la Sal. El objetivo es conocer la actuación de la empresa y su impacto social.

#### Preguntas:

- Empresa:
  - ¿Cómo y dónde nace la empresa?
  - ¿Cuánta superficie de terreno se destina a la realización de la actividad?
  - ¿Qué nivel de actuación tiene la empresa (local, nacional, internacional)?
  - ¿Cuáles son los objetivos principales y qué actividades se realizan?
  
- Conservación del patrimonio:
  - ¿El terreno en el que trabajan ha estado en desuso/abandonado? ¿Cómo ha sido el proceso de transformación?
  - Considerando que una parte considerable del terreno abandonado se debe a las altas concentraciones de sal debido a las malas prácticas de irrigación, ¿consideraría la introducción de cultivos halotolerantes (capaces de tolerar altos niveles de salinidad en el suelo) una buena opción para sacar provecho al terreno?
  
- Relación con la comunidad local
  - ¿Cómo se involucra la empresa con la comunidad local en la que opera?
  - ¿Hay programas o iniciativas comunitarias que la empresa haya implementado?
  
- Impacto social
  - Cuantificar los impactos sociales de acuerdo con la *Tabla 2: Medidas de los indicadores sociales*.
  
- Conclusiones

#### **Anexo 4: Guion entrevista *La Salá***

Entrevista con: Susana Martínez (Licenciada en ciencias del mar y máster en agroalimentación)

Fecha: 04/01/2024

Entrevistador: Sara Gómez Lorenzo

Introducción: La Salá es una empresa que se dedica a la recolección de Salicornia para conseguir productos gastronómicos. La interacción con la comunidad local y el trabajo en salinas y cultivos halotolerantes (de crecimiento salvaje) hace interesante y relevante el análisis para el estudio. El objetivo es conocer la actuación de la empresa y su impacto social.

#### Preguntas:

- Empresa:
  - ¿Cómo y dónde nace la empresa?
  - ¿Cuánta superficie de terreno se destina a la realización de la actividad?
  - ¿Qué nivel de actuación tiene la empresa (local, nacional, internacional)?
  - ¿Cuáles son los objetivos principales y qué actividades se realizan?
- Productos:
  - ¿Qué cultivos se recogen de las salinas?
  - ¿Cuáles son los principales productos finales que se obtienen?
- Zona de recogida:
  - ¿La zona donde se cultiva (aunque no sea la actividad de la empresa) es una zona que ha experimentado declive o abandono?
  - ¿Está familiarizado con la condición de las salinas de las cuales se recolectan los cultivos antes de la intervención de la empresa? ¿Cómo se encuentran las salinas y han recibido un mantenimiento adecuado a lo largo del tiempo?
- Impacto social
  - Cuantificar los impactos sociales de acuerdo con la *Tabla 2: Medidas de los indicadores sociales*.
- Conclusiones

### **Anexo 5: Guion entrevista *Salinas de San Juan en Saelices de la Sal***

Entrevista con: José Luis Sotillo Membibre (Licenciado en Farmacia. Presidente de FUNADER, propietaria del B.I.C. “Salinas de San Juan en Saelices de la Sal. Guadalajara.”)

Fecha: 29/04/2024

Entrevistador: Sara Gómez Lorenzo

Introducción: Saelices de la Sal es una Fundación sin ánimo de lucro que surge en 2003. Los objetivos de lucha contra la despoblación en el mundo rural y la recuperación del patrimonio abandonado hacen relevante el análisis para el estudio. El objetivo es conocer las implicaciones sociales y la actuación de la Fundación.

#### Preguntas:

- Empresa:
  - ¿Cómo y dónde nace la empresa?
  - ¿Qué nivel de actuación tiene la empresa (local, nacional, internacional)?
  - ¿Cuáles son los objetivos principales y qué actividades se realizan?
  
- Proceso de recolección y productos:
  - ¿Podría describir el proceso de recolección de la sal, desde la extracción hasta la distribución?
  - ¿Qué productos finales se obtienen?
  
- Conservación del patrimonio:
  - ¿Cómo se aborda la conservación de las estructuras y edificaciones históricas asociadas con las salinas?
  - ¿Hay alguna parte del terreno actualmente en desuso?
  - ¿Considerarían como opción, para poner en valor este terreno, emplearlo para la producción de cultivos halotolerantes (capaces de tolerar altos niveles de salinidad en el suelo)?
  
- Impacto ambiental:
  - ¿Cómo aborda y gestiona la empresa el impacto ambiental de sus operaciones de recolección de sal? ¿Se han implementado prácticas sostenibles en el proceso de recolección?
  
- Impacto social

- Cuantificar los impactos sociales de acuerdo con la *Tabla 2: Medidas de los indicadores sociales*.
  
- Conclusiones

## **Anexo 6: Interview Script *Salina Greens***

Interview with: Márcia de Carvalho Vaz Pinto (Degree in biology. Master in Marine Biology)

Date: 07/06/2024

Interviewer: Sara Gómez Lorenzo

Introduction: Salina Greens is a company dedicated to the production and marketing of halophyte plants and the development of new products from salinas. Their main objective is to develop a new economic activity that can contribute to the conservation and restoration of the abandoned salinas. The goal is to learn about the company's performance and its social impact.

### Questions:

- Company:
  - How and where did the company originate?
  - What is the company's scope of operation (local, national, international)?
  - What are the main objectives and activities of the company?
  - How many employees does the company have? How many of them are local workers?
  
- Products:
  - What are the main crops that you produce?
  - What are the main final products that are obtained?
  - The fresh products that you offer are mainly vegetables, is that correct? Are you considering trying other types of crops such as halotolerant/halophyte potatoes or tomatoes?
  - Was it hard to adapt/select the crops to the land so that they grow well?
  
- Work zone:
  - Has the area where the crops are grown previously experienced decline or abandonment?
  - Can you briefly describe the main characteristics of the terrain and climatic conditions in which the crop land is located?
  - Can you briefly explain the technical processes you had to do to establish halophyte activities (experiments, studies of climatic conditions...)?
  - From your experience, do you think the same crops can be used in other areas? Specifically, in the different zones of Spain?

- In Spain, the production of halotolerant crops in salt flats is not a widespread practice. Do you think it is a good investment?
  
- Impacto social
  - Quantify social impacts according to *Table 2: Measurements of social indicators*.
  
- Conclusions