

DISEÑO DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO: DESARROLLO CONCEPTUAL PARA EL NORESTE DE MÉXICO

INTELLIGENT SYSTEM DESIGN FOR THE AGRI-FOOD SECTOR: CONCEPTUAL DEVELOPMENT FOR THE NORTHEAST OF MEXICO



Kevin Medina Dorado
Investigador independiente
México

kevin.medinardr@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-2988-4263>

Liliana Beatríz Sosa Compeán
Universidad Autónoma de Nuevo León
México

liliana.sosacm@uanl.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-8811-3218>

Fecha de recepción: 04 de marzo, 2022. Aceptación: 30 de abril, 2022.

Resumen

La Organización de la Agricultura y la Alimentación prevé que en 2050 la población mundial llegará a 10 billones. Esto significa que los agricultores deberán producir 70% más alimentos para este futuro. Para ello, será necesario contar con sistemas de producción más eficaces a los tradicionales; no porque ya no funcionen, sino de manera que se aprovechen las tecnologías actuales y emergentes para mejorar el trabajo y productos de los campos de cultivo. La idea del desarrollo de nuevos conceptos no amenaza a los agricultores; al contrario, los orientarán a una visión que potencie sus habilidades y capacidades como productores. Es fundamental que el agricultor se integre al sector agrotecnológico, debido a que el principal problema al que se enfrenta es la falta de información sobre el estado actual de su cultivo, y la cual pudiera ser complementada gracias a la Agricultura 4.0. Por lo tanto, una toma de decisiones guiada, acertada y eficiente es la solución óptima ante los retos que están por venir. El presente texto describe cómo se llevó a cabo el proceso de diseño conceptual de un sistema inteligente para el sector agroalimentario, apoyado en las tecnologías actuales y emergentes de un futuro próximo, a raíz del concepto agricultura 4.0. Esto, con el fin de mejorar la producción, precisión, eficiencia, y calidad de los campos de cultivo. El proyecto fue desarrollado como parte del programa de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Nuevo León y obtuvo el Premio Nacional de Diseño: Diseña México 2021.

Palabras clave

Agricultura 4.0, sistema inteligente, agricultura de precisión, toma de decisiones, tecnologías.

Abstract

The Food and Agriculture Organization predicts that by 2050 the world's population will reach 10 billion, which means that farmers will have to produce 70% more food for this future. This will require more efficient production systems than traditional ones; not because they no longer work, but in a way that takes advantage of current and emerging technologies to improve the work and products of the crop fields. The idea of developing new concepts does not threaten farmers; on the contrary, they will guide them to a vision that enhances their skills and capacities as producers. It is essential that the farmer is integrated into the agrotechnology sector because the main problem it faces is the lack of information on the current state of its cultivation, and which could be complemented thanks to Agriculture 4.0. Therefore, guided, accurate and efficient decision-making is the optimal solution to the challenges that lie ahead. This text describes how the conceptual design process of an intelligent system for the agri-food sector was carried out, supported by current and emerging technologies of the near future, as a result of the agriculture 4.0 concept; in order to improve the production, accuracy, efficiency, and quality of the crop fields. The project was developed as part of the Industrial Design program of the Universidad Autónoma de Nuevo León and won the Premio Nacional de Diseño: Diseña México 2021.

Keywords

Agriculture 4.0, intelligent system, precision farming, decision making, technologies.

Introducción

La agricultura enfrenta varios desafíos. De acuerdo con la Organización de la Agricultura y la Alimentación, en la publicación ISOfocus Agricultura Inteligente: El Futuro de la Agricultura, prevé: "En 2025, la población mundial llegará a 8 millones de personas y 9,6 millones en 2050; esto significa que habrá mil millones más de bocas que alimentar en la próxima década. Y en sólo una generación, habrá más gente en el planeta que la que había al comienzo del siglo 20" (ISOfocus, 2017, p. 8).

Actualmente la agricultura se enfrenta a enormes desafíos que no necesariamente puedan ser solucionados por los agricultores, debido a que dependen de factores externos a ellos; por ejemplo, la seguridad alimentaria sostenible y el cambio climático. Estos factores están afectando negativamente a la producción agrícola, no solo de manera local, si no también mundialmente. Los agricultores deberán aumentar la producción de sus cultivos, tomando en cuenta distintos factores como el medio ambiente; sin embargo, no pueden hacerlo solos y tampoco usando las prácticas agrícolas tradicionales con las que cuentan actualmente. Por ello, es necesaria la búsqueda de alternativas que cambien los sistemas actuales de producción, centrados sobre todo en la agricultura de subsistencia o mecanizada. Este cambio no se debe a que los sistemas anteriores ya no funcionen, si no que se busca tener un abanico mayor de posibilidades que puedan mejorar la producción, precisión, eficiencia y calidad en los campos de cultivo. Esto se puede alcanzar a través de las tecnologías que están surgiendo para las distintas áreas; un campo que es mejor conocido como Tecnología e Industria 4.0.

La agricultura y la producción de alimentos están al borde de una revolución que verá cómo los alimentos que comemos y la producción de los mismos experimentarán un gran cambio. Los avances tecnológicos y los desafíos de una sociedad cambiante ya están creando nuevas oportunidades para el sector, a medida que las preferencias de las personas por lo que comen y cómo lo compran cambian en una escala tal vez nunca antes vista.

Se sabe que es una industria progresista y con visión de futuro que siempre ha sido una de las primeras en adoptar la tecnología. Es claro que el nivel que se le ha incluido ha sido muy básico, si lo comparamos con otras áreas como la medicina o la industria. A medida que la población sigue creciendo, hay que encontrar formas de producir más alimentos en la misma cantidad de tierra, al tiempo que se reduce la huella ambiental de la actividad. Se requiere que todos tengan estas premisas de que mejore no solo la producción, sino también la precisión, eficiencia, para que esto resulte en una mejor calidad del producto.

La tecnología juega un papel importante en el desarrollo de esta nueva agricultura. Esta ayudará para lograr los objetivos y que, al mismo tiempo, aborde algunos de los problemas con los que se lucha actualmente, como el hambre y ciertos problemas de salud. A su vez, los agricultores tienen interés de producir cultivos con la mejor calidad posible y que puedan también sustentar un estilo de vida saludable, lo que ayuda a resolver los desafíos mencionados anteriormente. Este tipo de innovación que se plantea implementar en la agricultura apoyará para garantizar que la agricultura esté realizando una contribución al cambio para un futuro próximo.

La agricultura tiene un futuro brillante e innovador. Pero, para asegurarnos de que la humanidad tiene la capacidad de aprovechar al máximo los avances tecnológicos que están en el horizonte, es crucial que se continúe innovando en esta área, para asegurar un futuro de calidad.

El objetivo del proyecto era obtener, a través del análisis y los resultados de la investigación, las bases para diseñar un sistema inteligente para el sector agroalimentario, apoyándose de las tecnologías actuales y emergentes de un futuro próximo, con el fin de mejorar la producción, precisión, eficiencia y calidad en los campos de cultivo del noreste del país.

Metodología de Diseño

El diseño conceptual de un proyecto es equivalente a las primeras fases de su desarrollo, donde se establece de manera clara la línea o ruta del objetivo inicial. Por ello era necesario guiarse a través de una metodología. Actualmente, existen muchas de ellas para el diseño; por ese motivo, se considera que tiene más provecho el no enfocarse en una sola de ellas de principio a fin, sino la combinación de varias. Esto, para que la metodología se adapte al pensamiento que tienen los diseñadores, junto con los requisitos que el proyecto demande. Esto, a su vez, permitirá organizar ideas e información para obtener un proyecto viable, funcional y factible.

Ante la naturaleza de la problemática planteada y los distintos actores y factores que se presentan, se propuso abordar al proyecto desde un enfoque integral y sistémico ya que, más que objetos de diseño, se requiere un enfoque estratégico del diseño. Evidentemente, diseñar solo un artefacto o herramienta no lograría impactar de manera significativa la situación planteada. La propuesta de metodología para el desarrollo del proyecto se basó en modelos metodológicos generales de diseño industrial tales como las de Hans Gugelot, Morris Asimow, Brue Arche, Christopher Jones, Bernd Lobach. Esto permitió una apertura mayor de resultados, al enfocarse en la investigación de campo y directa con el usuario final. De la misma manera, el modelo de diseño complejo (Sosa, 2020) permitió organizar al proyecto desde el orden sistémico y establecer las variables desde la perspectiva sistémica.

Figura 1. Infografía y Esquema Metodológico (Desarrollo del Proyecto)



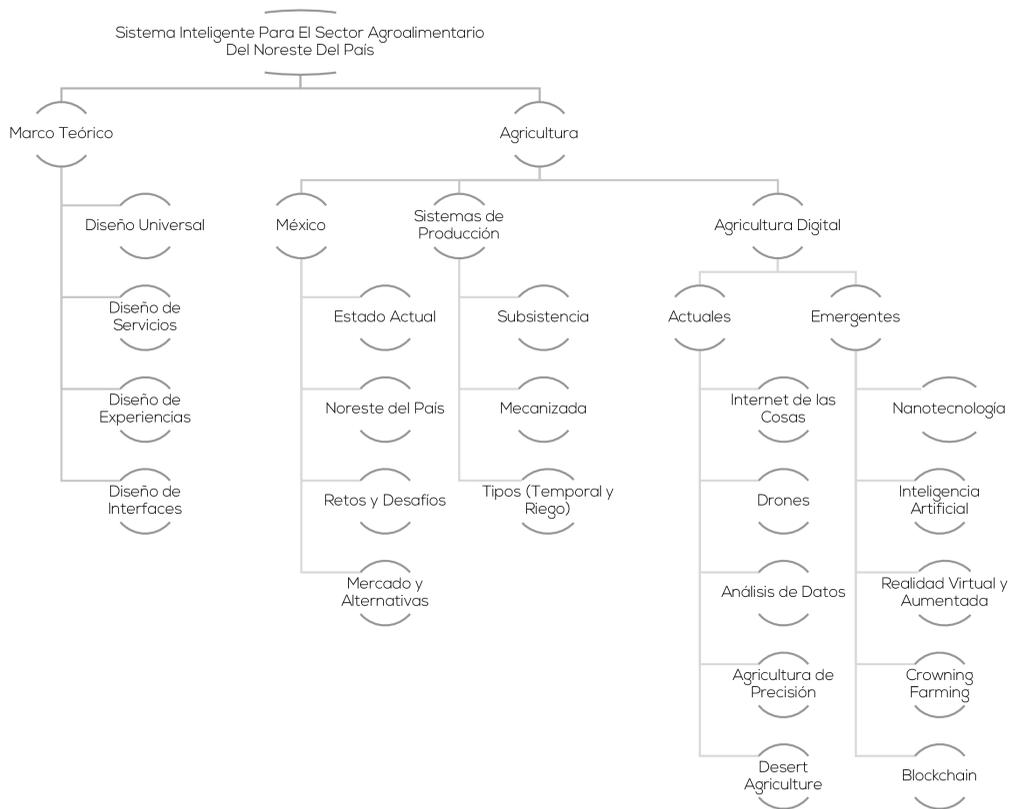
Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo y Estudio de Variables de la Investigación

Una vez establecida la metodología general a seguir, se generó un mapa conceptual para el establecimiento de variables en torno a la pregunta principal de la investigación: ¿Cómo se puede mejorar la producción, precisión, eficiencia y calidad en los campos de cultivo, a través de las nuevas tecnologías actuales y de un futuro próximo? La metodología del trabajo se centró en la investigación de los antecedentes y el estado del arte con el que se planteó el proyecto.

Esto permitió encaminar la investigación, de acuerdo a los objetivos planteados, enfocándose en conocer el estado actual, los sistemas de producción, y la Agricultura 4.0 o Digital.

Figura 2. Mapa conceptual del tema a abordar



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

El arte de cultivar la tierra ha sido una de las actividades que, a través de los años, se ha mantenido como una de las más importantes en México y que, a su vez, ha impreso una autenticidad a la nacionalidad de los mexicanos.

México cuenta con un enorme potencial para este sector, debido a la diversidad de los diferentes suelos, condiciones climatológicas y ecosistemas que se encuentran en todo el territorio. Los cultivos representan una variedad de opciones, que convierten al país en el lugar idóneo para producir una gran diversidad de productos.

Dentro de la investigación y el análisis para fundamentar la solución, en el marco teórico se habló de teorías como el diseño universal, diseño de servicios, y experiencia de usuario e interfaces, las cuales ayudarán a conceptualizar una propuesta de valor y, en base a ellas, aplicarlas dependiendo el elemento a diseñar. Por ejemplo, el diseño universal se utilizaría para que el usuario pueda utilizar el sistema fácilmente a través del concepto intuitivo y con información perceptible que no requiera una experiencia previa. Las otras técnicas se enfocarían en la parte del desarrollo de una aplicación para el usuario, la cual se mencionará más adelante en las premisas de la solución de diseño.

Posteriormente se analizó el contexto al cual se dirigió el proyecto (Noreste de México) y acerca de las prácticas en su agricultura; se abordaron los dos tipos de agricultura que se manejan en el país. Estas son la agricultura de temporal y la de riego, las cuales generaron pautas para determinar que el sistema creado debería contar con planes para que se adapte al cultivo que se esté utilizando.

Para evaluar los retos y desafíos de la agricultura, se aplicaron diversas técnicas de investigación y trabajo de campo, realizando observaciones directas y entrevistas a profundidad con agricultores mexicanos. Una ventaja con la que se contó fue el acceso directo a una comunidad de personas dedicadas a esta actividad, ya que la familia de uno de los desarrolladores del proyecto pertenece a este sector, lo cual contribuyó a determinar el perfil, cultura y costumbres del agricultor. Uno de los insights

más significativos fue el hecho de que el agricultor carece de información de los patrones de solución más recientes que existen para diversos problemas que se producen alrededor de la siembra y cosecha; solo tiene a la mano pocos datos para decidir qué acciones debe seguir. Se llegó a la conclusión de que una de las funciones más determinantes del sistema será la toma de decisiones. Es decir, que a través de la propuesta de valor, el agricultor pueda analizar los datos que se le brindarán de su campo de cultivo, para que pueda actuar con tiempo de una manera preventiva, mejorando así su productividad. Se conoció la visión del agricultor ante esta nueva revolución tecnológica, las necesidades que ellos ven, concretando al usuario y beneficiario principal de esto. El rango de edad de estos usuarios finales es de un adulto que posiblemente no maneja tan fácilmente la tecnología; por eso se opta, como ya se mencionó anteriormente, por un diseño que vaya adaptado a ellos, tomando las teorías que se sugirieron durante el marco teórico.

Sobre el aspecto tecnológico, la parte que se pretendía incorporar desde el planteamiento del proyecto era la agricultura 4.0, por las ventajas de desarrollo que implican y las tendencias hacia este tipo de herramientas tecnológicas. Se realizó un análisis individual de las actuales y las de futuro próximo, con la finalidad de detectar cuáles están presentes en el proceso de producción. Se detectó, así, cuáles eran las óptimas para aplicar en el diseño. Con ello, y haciendo triangulación con los otros factores analizados, se determinó deseable la tecnología con drones como elemento tangible, el internet de las cosas, la recopilación y análisis de datos. Esto se complementa con las tecnologías del futuro próximo como la inteligencia artificial y la realidad aumentada para la parte de softwares y aplicaciones móviles.

Otro factor estudiado fue el conjunto de condiciones del entorno físico en donde se hacen los cultivos. Se logró identificar los factores y condiciones de trabajo de este, y que serán necesarios a considerar en el diseño; los factores encontrados son el estado del tiempo, altas y bajas temperaturas, polvo y suciedad. Estas condiciones podrían llegar a afectar

el funcionamiento correcto de los equipos. También se deben considerar las distancias que se abarcan en los campos de cultivo.

Posteriormente, se analizó el mercado actual desde productos similares a los componentes del sistema hasta servicios que se han implementado. Esto ha revelado áreas de oportunidad a trabajar, como puede ser un producto con más funciones que las que cuenta uno solo del mercado. Otra área de oportunidad podría ser la creación de un servicio que realice demostraciones para que el agricultor pueda observar el trabajo que pueden realizar estas tecnologías, junto con una propuesta de valor que le diferencie del resto.

Posteriormente, se profundizó acerca del rol del gobierno, el cual surge a través de una de las respuestas obtenidas durante la investigación de campo. Así, se conocieron los enfoques que suelen tomar al momento de la implementación de un nuevo concepto; se estableció que el enfoque que se puede adaptar mejor a la solución es ser un promotor o facilitador. Un punto observado, cuando se estudió al factor humano, es que el agricultor suele ser un seguidor que requiere ver los resultados para así animarse a ejecutar nuevas estrategias. Por medio de este enfoque, se puede dar en el clavo para cambiar esta visión.

Propuesta de Valor

Gracias a la investigación documental y de campo realizada, se detectó que el principal problema que enfrenta el agricultor es la falta de información sobre el estado actual de su cultivo, ya sea por la falta de herramientas o conocimiento agrícola. Por lo tanto, una buena toma de decisiones al actuar en los campos de cultivo es la solución óptima ante los retos que están por venir. Se analizaron los hallazgos y resultados encontrados durante la etapa de investigación y se desarrolló la siguiente propuesta de valor.

Es el desarrollo conceptual de un sistema inteligente, apoyado de las tecnologías actuales y emergentes de un futuro próximo, a raíz del concepto agricultura 4.0 o digital. Se le ha otorgado una identidad con el nombre de Pixca, palabra de origen náhuatl que quiere decir cosecha o recolectar lo sembrado. Es una palabra muy común entre los agricultores, pero ellos han cambiado su pronunciación a un lenguaje coloquial, (pizar).

Figura 3. Representación gráfica de la propuesta de valor



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

La propuesta está basada en principios y teorías del diseño, principalmente del concepto Agricultura 4.0 o digital, las cuales se detallan a continuación, separándolas en lo que se centra el diseño del sistema.

Figura 4. Principios y/o teorías en las que está basada la propuesta de valor



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Está formado por 6 componentes, los cuales son los siguientes: Campo de cultivo, que es el entorno de datos; Drone Multiespectral, que sirve para la obtención de estos; *Software*, para el análisis de la información; un Asesor Agrícola, para dar su punto de vista y recomendaciones; una Base de Datos, para vincularse con el siguiente componente; y una Aplicación Móvil, de manera que el agricultor pueda revisar la información recabada y analizada con el fin de una mejor toma de decisiones.

De los 6 componentes, 3 son comerciales. Además, se consideró a un ecofacto como componente integral, ya que, a pesar de ser un objeto de origen natural, el campo de cultivo tiene un rol funcional en el sistema propuesto. Asimismo, se consideró como un elemento componente de la propuesta el recurso humano, ya que también es un agente que es esencial para el funcionamiento del sistema.

A continuación, se detallan cada uno de los componentes del sistema propuesto a mayor profundidad.

Campo de Cultivo: El campo de cultivo es uno de los componentes principales del sistema, en este se realizan visitas periódicas para la obtención de datos sobre el estado actual del cultivo, a partir del tipo de sistema de producción con el que se cuenta. Posteriormente, el agricultor tendrá infor-

mación a su favor para volver y tomar las acciones necesarias

Drone Multiespectral: Cuando se realicen las visitas a los campos de cultivos, los datos que se requieran analizar para la toma de decisiones serán obtenidos a través de un dron comercial para esta actividad en específico, que se compone de sensores que miden los datos del campo por medio de su cámara multiespectral con fotos y videos aéreos.

Software Agrícola: Posterior a la obtención de datos por el dron multiespectral, la empresa analizará los datos obtenidos a través de un software comercial especializado en imágenes y videos infrarrojos.

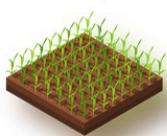
Asesor Agrícola: El asesor agrícola se guiará con base en el resultado obtenido a través del software comercial sobre el campo de cultivo, para asegurar la información que se le presentará al usuario. Visitará una vez más el campo de cultivo para la revisión de las áreas con estrés y su punto de vista para la toma de decisiones de la producción.

Base de Datos: Una vez que se cuenta con los datos analizados, la empresa proveedora del servicio, subirá los datos traducidos a lenguaje coloquial a un servidor, para que la base de datos se conecte directamente con la aplicación. Estos datos se ubicarán y se transmitirán por la aplicación una vez que se establezca una conexión directa a internet, o datos móviles.

Aplicación Móvil: La aplicación será instalada en los dispositivos con los que cuente el agricultor. Él podrá ver los resultados de su labor como la humedad, la efectividad, si existiera alguna probabilidad de plaga, entre otras opciones que se detallan más adelante. Se cuenta también con realidad aumentada para una mejor comprensión de los datos. Esto da la oportunidad de una toma de decisiones para actuar a tiempo en el campo de cultivo.

Figura 5. Componentes del Sistema Inteligente

Aspectos Técnicos / Detalles Complementarios



Campo de Cultivo

El campo de cultivo se convierte en el entorno de datos, el cual se visitará semanalmente para las revisiones.



Drone Multiespectral

Cuando se realicen las visitas, los datos serán obtenidos a través de un drone multiespectral; P4 Multiespectral de DJI, el cual es un drone de alta precisión que ofrece funciones de imágenes multiespectrales



Software Agrícola

Posteriormente, se analizarán los datos obtenidos a través de un software comercial especializado en imágenes multiespectrales. Para ello se propone Pix4D Fields, un software avanzado de mapeo agrícola.



Asesor Agrícola

El asesor agrícola se guiará en base a los resultados obtenidos a través del software agrícola sobre el campo de cultivo, para asegurar la información que se le presentará al usuario.



Base de Datos

Una vez con los datos, la empresa del servicio, subirá los datos traducidos a lenguaje coloquial a un servidor; para que la base de datos se vincule directamente con la aplicación.



Aplicación Móvil

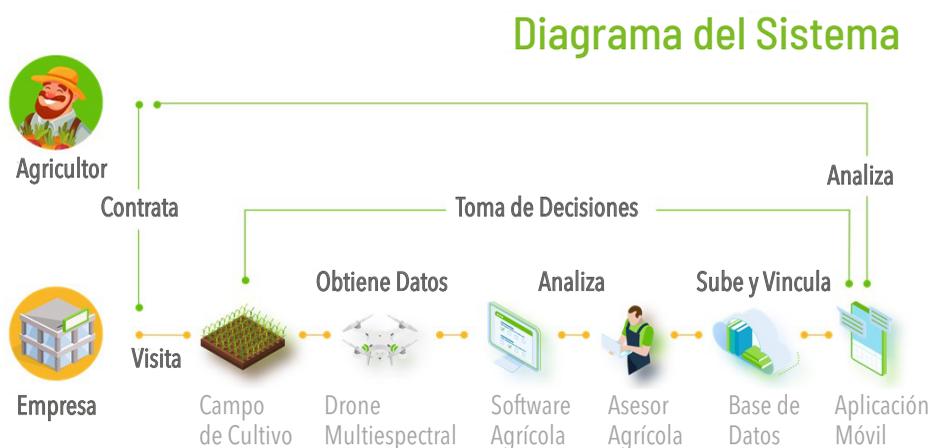
Dentro de la aplicación móvil, el agricultor podrá conocer los resultados de las revisiones de su campo de cultivo semanalmente; para una toma de decisiones más acertada y eficiente.

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Su funcionamiento se basa en un sistema cíclico de manera semanal, donde el agricultor, como usuario principal, podrá contar con herramientas que le permitan el conocer el estado actual de su cultivo y, a la vez, el guiar su toma de decisiones en cuanto a su producción, teniendo una solución más

efectiva y eficiente. Una vez con el sistema, el agricultor solamente tendrá que esperar que la empresa realice el proceso de obtención, análisis y resultados del campo para comunicarlos a través de la aplicación móvil, y así poder tomar la decisión ante la siguiente acción en su campo de cultivo.

Figura 6. Diagrama de funcionamiento/interacción del sistema desde los puntos de vista del agricultor y la empresa proveedora



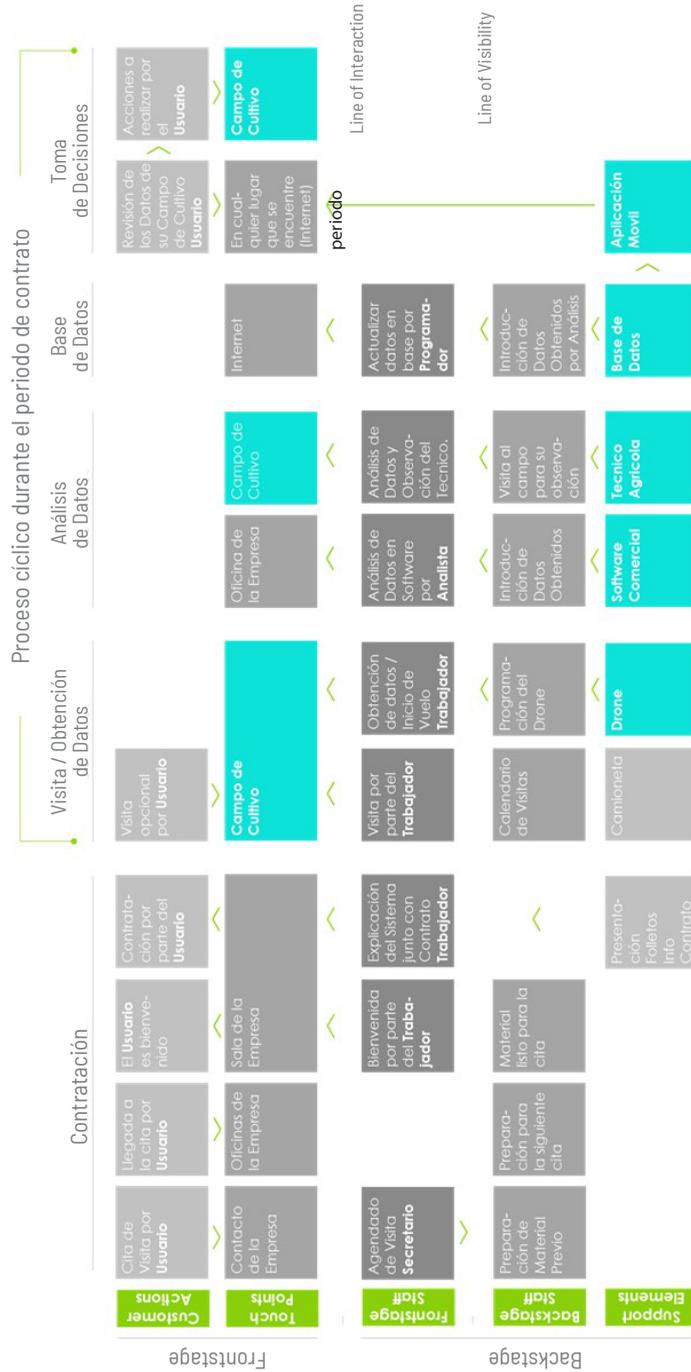
Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Como parte de la validación de la propuesta, se buscó optar por la mejor alternativa, junto con el uso de varias técnicas que permitirán evaluar la factibilidad, funcionalidad y viabilidad. Para una revisión general, se contactó a una empresa relacionada con agricultura digital, de manera que ofreciera

su punto de vista ante la propuesta presentada. Para evaluar la factibilidad, se plantea realizar un Service Blueprint, y para la parte de viabilidad y cuestión de aceptación social, se planteó una visita directa con agricultores de la región, para aplicar la técnica de Mago de Oz / Role Playing.

Service Blueprint

Sistema Inteligente para el Sector Agroalimentario



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Se elaboró, como parte del proceso de diseño y del desarrollo conceptual, el establecimiento y cálculo de costos y el asentamiento de las estrategias de sustentabilidad en su desarrollo, implementación y uso. La propuesta de valor se puede alinear con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible, debido a su alcance y el impacto proyectado al llegarse a implementar. Los ODS en los que se intenta trabajar son el hambre cero; industria, innovación e infraestructura; y acción por el clima.

1) Hambre cero: Durante los últimos años, se ha buscado erradicar el hambre en distintas partes del mundo, sin comprometer el medio. Este objetivo involucra promover producciones agrícolas sostenibles en un acceso a tierra, tecnologías y mercados que mejoren los productos alimenticios. Dentro de las metas de este objetivo está el aplicar prácticas agrícolas mejoradas que lleguen a aumentar la productividad y producción, de manera que, a su vez, fortalezcan el adaptarse al mundo tecnológico actual.

2) Industria, Innovación e Infraestructura: El Objetivo Industria, Innovación e Infraestructura se relaciona con la propuesta de valor al utilizar estos conceptos en favor del crecimiento y el desarrollo económico de las comunidades agrícolas. El uso de los avances tecnológicos es esencial para afrontar los desafíos económicos y ambientales. En una de las metas de este objetivo se habla acerca de reconvertir las industrias promoviendo la adopción de las tecnologías actuales y emergentes. Esta cuestión se busca solventar a través del sistema inteligente, así como en la mejora de los sistemas actuales de producción de alimentos a través de la agricultura digital o 4.0.

3) Acción por el Clima: En el proyecto se busca el diseño de alternativas basadas en un amplio abanico de tecnologías que intentan mejorar la producción, eficiencia y calidad en los campos de cultivo, a través de una toma de decisiones acertada. Se debe evitar la sobreexplotación de recursos como el agua y la tierra, o un uso desmedido de químicos como fertilizante e insecticidas que evoquen más el cambio climático y el estrés hídrico.

Conclusión

La agricultura y la producción de alimentos están al borde de una revolución que verá cómo los alimentos que comemos y la manera de producirlos experimentarán un gran cambio. Actualmente, la tecnología juega un papel importante en el desempeño para ayudarnos a lograr los objetivos y retos actuales, como lo es la seguridad alimentaria, un posible incremento en la demanda de alimentos para el 2050, el cambio climático y demás. Por lo tanto, se considera que el perfil del agricultor se debe transformar, se debe volver actual y digital, de acuerdo con las tendencias. Hay que integrar las nuevas herramientas, que se pueden llegar a utilizar a través de la innovación de sistemas.

El fin no es desplazar al agricultor, como se mencionó anteriormente, sino que se busca integrarlo, que pueda ver el potencial que tiene en el campo, y cómo lo puede incrementar gracias al concepto de la agricultura 4.0. Se busca que la propuesta se vuelva una realidad y que demuestre que la tecnología no es ajena al campo, y que en un futuro será un proceso común el incluir acciones tecnológicas en el campo. La finalidad del proyecto siempre fue modelar la agricultura a un entorno digital que apoye y beneficie a los agricultores, a los consumidores y al planeta.

Finalmente, se pretendía abordar con diseño problemáticas multifactoriales y de naturaleza compleja como la presentada, en donde las variables que inciden en ellas están interrelacionadas. Es deseable no contemplar soluciones aisladas y responder desde un orden de diseño más sistémico y en miras a plantear

estrategias de diseño integrales, para que posteriormente se detallen con otros procesos de diseño las especificidades correspondientes para la correcta ejecución e implementación. De esta manera, a través del tiempo, se incidirá favorablemente en la evolución y desarrollo, en este caso, de la agricultura.

Referencias

- Admin. (2018). La importancia de la agricultura en México. 12 de septiembre 2020, de Agro productores Sitio web: <http://agroproductores.com/importancia-agricultura-mexico/>
- ISOfocus. (2017). Agricultura Inteligente: El Futuro de la Agricultura (p. 8). 03 de mayo, de ISOfocus. Sitio web / Artículo PDF: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20\(2013-NOW\)/sp/ISOfocus_122.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20(2013-NOW)/sp/ISOfocus_122.pdf)
- Godoy, Emilio. (2020). La agricultura 4.0 promete revolucionar la producción de alimentos. 05 de junio 2020, de Diálogo Chino Sitio web: <https://dialogochino.net/es/agricultura-es/32645-la-agricultura-4-0-promete-revolucionar-la-produccion-de-alimentos/>
- Organización de la Agricultura y la Alimentación. (2017). El futuro de la Alimentación y la Agricultura: Tendencias y desafíos. 05 de septiembre 2020, de FAO. Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>
- Seminis. (2018). El Gran Potencial De La Industria Agrícola Mexicana. 05 de junio 2020, de Seminis Sitio web: <https://www.seminis.mx/el-gran-potencial-de-la-industria-agricola-mexicana/>
- Sosa Compeán, L. (2020). *Nociones sobre diseño complejo: proyectar considerando la emergencia de los sociosistemas*. Monterrey: Labyrinthos Editores/UANL.
- UNDP. (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible. 22 de marzo 2021, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sitio web: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>