



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Servicios Digitales para la Agricultura 4.0:
Caso de estudio Centro de Extensionismo ThinkAgro, Chile**

Por

CRISTOBAL ANTONIO CONTRERAS BECERRA

MEMORIA DE TITULO

TALCA-CHILE 2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

APROBACIÓN:



**Profesor Guía: Ing. Agr., M.Sc.Agr., Dr.Sc.Agr., Pablo Villalobos M.
Profesor Asistente
Escuela de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias**



**Profesor informante: Ing. Agr., Dr.Sc.Agr., Roberto Jara R.
Profesor Asociado
Escuela de Agronomía
Facultad de Ciencias Agrarias**

Fecha de presentación de Memoria de Título: 14 de mayo de 2021

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, deseo agradecer a las personas que creyeron siempre en mis capacidades y esfuerzo para poder terminar esta carrera, a las que siempre estuvieron ahí cuando más lo necesitaba, además por darme la oportunidad de poder conocer un poco más de la vida a través del estudio, no puedo olvidarme de mi hermano Marcelo, mi madre, mi tío y de mi padre que seguramente desde el cielo me entrega la fuerza necesaria para poder lograr cada objetivo, estas son algunas de las personas que siempre me dieron esa palabra de aliento cuando esto se ponía difícil.

A mis compañeros, amigos que estuvieron siempre brindándome ayuda cuando no comprendía bien algunas actividades que sin exigir nada a cambio, compartieron sus conocimientos y alegrías para hacer esta etapa más llevadera.

Finalmente, agradecer a mi profesor guía Pablo Villalobos y al profesor Roberto Jara, por darme la oportunidad de poder trabajar junto a ellos, siempre dando lo mejor de sí, en un camino que no ha sido sencillo de afrontar.

Espero la vida les brinde lo mejor a estas personas que fueron parte de esta hermosa etapa.

RESUMEN

A nivel nacional e internacional, la agricultura ha tenido que afrontar constantemente cambios, los cuales cada vez son más necesarios para la época, pues estos cambios tienen la finalidad de poder mejorar la producción de alimentos y en consecuencia, asumir el crecimiento constante y notorio en la población mundial. En tal sentido, la transformación digital se convierte en una oportunidad para lograr adecuadamente estos desafíos, mejorando la capacidad de producción y la eficiencia económica de las empresas agrícolas.

En tal sentido, se realizó una caracterización de un conjunto de empresas de diferentes rubros agrícolas, que reciben servicios digitales, pertenecientes a la base de clientes del Centro de Extensionismo “ThinkAgro” de la Universidad de Talca, Chile. Estas empresas pertenecen a los rubros frutícola, hortícola, cultivos anuales, viveros y agroindustrias, situándose en la macrozona de las regiones de O’Higgins, Maule y Ñuble. El estudio tuvo como objetivo realizar una caracterización de las empresas atendidas por el Centro, así como también analizar los servicios recibidos y las principales dificultades que se detectan para la implementación de dichos servicios, con el propósito de mejorar su ejecución.

Los resultados del estudio demuestran que si bien el acceso a internet es elevado en todos los segmentados de las empresas analizadas, el uso de tecnologías digitales sigue siendo bajo. Se observa una adopción mayor en aquellas empresas cuyo rubro productivo se orienta a fruticultura de exportación y agroindustria por sobre a aquellas que lo realizan en el rubro hortícola, cultivos anuales y viveros. Del mismo modo, hay una clara diferencia entre los distintos segmentos de empresas, en función de su tamaño y grado de inversión tecnológica.

ABSTRACT

At the national and international level, agriculture has had to constantly face changes, which are increasingly necessary for the times, as these changes are aimed at improving food production and consequently, assume the constant and noticeable growth in the world population. In this sense, the digital transformation becomes an opportunity to adequately meet these challenges, improving the production capacity and economic efficiency of agricultural enterprises.

In this sense, a characterization of a group of companies from different agricultural sectors that receive digital services, belonging to the customer base of the Extension Center "ThinkAgro" of the University of Talca, Chile, was carried out. These companies belong to the fruit, horticultural, annual crops, nurseries and agro-industries, located in the macro zone of the regions of O'Higgins, Maule and Ñuble. The purpose of the study was to characterize the companies served by the Center, as well as to analyze the services received and the main difficulties encountered in the implementation of these services, with a view to improving their execution.

The results of the study show that although Internet access is high in all segments of the companies analyzed, the use of digital technologies remains low. A higher adoption is observed in those companies whose productive sector is oriented to export fruit growing and agribusiness than in those that work in the horticultural, annual crops and nurseries sectors. Similarly, there is a clear difference between the different segments of companies, depending on their size and degree of technological investment.

ÍNDICE

	PÁG
CAPITULO I INTRODUCCION.....	1
1.1. Hipótesis.....	3
1.2. Objetivo general.....	3
1.3 Objetivos específicos	3
CAPITULO II REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. Transformación digital retos y oportunidades.....	4
2.2 Ventajas y desventajas de la digitalización.....	4
2.3 Agricultura 4.0 o agricultura digital.....	6
2.4 Factores de adopción en la agricultura 4.0.....	8
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Materiales.....	11
3.2 Métodos.....	11
3.2.1 Enfoque de la investigación	11
3.2.2 Alcance de la investigación.....	12
3.2.3 Muestra.....	12
3.2.4 Información y análisis de datos.....	12

CAPITULO IV RESULTADOS	14
4.1 Resultados del objetivo 1: identificar las principales características de las empresas atendidas por el centro de extensionismo.	14
4.1.1 Caracterización en base a tamaño y rubro.....	14
4.1.2 Distribución de gastos agrupados en rubro	15
4.1.3 Proyección a de las empresas.....	15
4.2. Resultados del objetivo 2: analizar el grado de adopción tecnológica digital de las empresas, en función del rubro productivo	17
4.2.1 Acceso a internet	17
4.2.2 Actualidad tecnológica de las empresas.....	18
4.2.3 Presencia de software de gestión.....	19
4.2.4 Tecnología presente en su proceso productivo	19
4.2.5 Conocimiento de proveedores.....	20
4.3 Resultados del objetivo 3: determinar las principales limitantes que influyen en el acceso a la tecnología digital por parte de las empresas atendidas	21
4.3.1 Principales problemas o limitantes de las empresas	21
CAPITULO V DISCUSION	23
CAPITULO VI CONCLUSION	26
CAPITULO VII CITAS BILIOGRAFICAS	28
CAPITULO VIII ANEXOS	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Existencia de planes de crecimiento en las empresas analizadas.	
.....	16
Figura 2. Tipo de tecnología presente en las empresas según rubro.	18

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Caracterización de las empresas agrícolas atendidas por ThinkAgro según rubro y tamaño.	14
Cuadro 2. Distribución porcentual de gastos promedio de las empresas según el rubro.	15
Cuadro 3. Empresas con algún tipo de acceso a internet.	17
Cuadro 4. Cantidad de empresas que cuentan con un sistema o software de gestión.	29
Cuadro 5. Tecnología existente en el proceso productivo de las empresas de los rubros de la agroindustria, frutícola y hortícola.	20
Cuadro 6. Empresas con y sin conocimiento de proveedores de tecnología para su empresa.	21
Cuadro 7. Principales problemas declarados por las empresas atendidas por ThinkAgro.	22

I. INTRODUCCIÓN

Es de público conocimiento que la tecnología cumple un rol importante en todos los ámbitos, ya sea en lo productivo, diversión familiar o social, estudios o búsqueda de información, comunicación, entre otros aspectos. Es así como la tecnología ha sido capaz de ayudar a las empresas agrícolas a través de la optimización del recurso suelo, eficiencia en las labores, gestión del recurso humano, mejorando así la productividad y estabilidad económica de éstas. Tal como señala Maldonado et al. (2010) con la importancia económica de las micro y pequeñas empresas se han buscado nuevos métodos para generar un desarrollo en base a la adopción y uso de tecnologías de información, y así mejorar su conocimiento y comunicación con el cliente, reduciendo costos de producción y aumentando su eficiencia.

En la actualidad, los consumidores y clientes están más interesados en las búsquedas de información y trazabilidad de los alimentos que consumen y compran. Por lo tanto, la digitalización tecnológica se transforma en una necesidad y una solución para las empresas. De acuerdo con Best et al., (2014), el uso de la tecnología para mejorar la eficacia y eficiencia de las prácticas de cultivo ha generado nuevos avances y descubrimientos que han permitido a la agricultura aumentar la productividad y la eficiencia productiva, reducir el impacto ambiental; logrando así ser capaz de cumplir con las necesidad de alimentación del mundo y exigencias de trazabilidad de parte los consumidores.

Se está en presencia de la época de la Digitalización Agrícola o Agricultura 4.0, la cual llegó a irrumpir el mundo del sector agrario, a través de la agricultura de precisión, el uso de herramientas de teledetección satelital, la utilización de Big Data, el uso de la Inteligencia Artificial, la Robótica y el Blockchain, entre otras aplicaciones y sistemas. Estas herramientas tecnológicas han permitido el perfeccionamiento en la gestión de las empresas, produciendo mejoras sustantivas en la eficiencia de los recursos humanos productivos y organizacionales, como también en la cadena logística.

No obstante la relevancia de la tecnología, existen un conjunto de factores que influyen en su capacidad de adopción; categorizándose dos tipos: los internos y los externos. Entre los factores internos indicados por Ghobakhloo et. al., (2012) los problemas de capital en la inversión inicial, la experiencia de los gestores, nivel de estudio, edad, habilidad del administrador y los trabajadores de la empresa. Por su parte, Kuwayama. (2001) señala que los factores externos se refieren a posibilidades de adquirir la tecnología en el mercado, las capacidades de soporte técnico, el ecosistema de innovación imperante, los arreglos legales y políticos, entre otras consideraciones.

La transformación digital en la agricultura genera cambios importantes en la estructuras de las empresas. Al respecto, Betancourt (2018) señala que las herramientas tecnológicas como Blockchain, Big Data, Inteligencia Artificial y Robótica, entre otros, afectan los sectores económicos, cambiando su cadena de valor e induciendo transformaciones en sus estructuras. Los gestores de las organizaciones están conscientes de estos cambios al interior de sus negocios, ya que la digitalización es capaz de tomar un conjunto de datos y transformarlos en información clave para la toma de decisiones.

El sector agrícola está en un ciclo de transición hacia la transformación digital. De allí la relevancia de entender los factores determinantes que influyen en la adopción tecnológica de este tipo de herramientas a nivel predial. Aún existe un importante vacío de información, que impide tomar decisiones acertadas, en relación con la política pública e incentivos para desarrollar y masificar la agricultura digital en el agro nacional.

1.1 Hipótesis

- El grado de competencia digital de las empresas incidiría el grado adopción tecnológica.
- El tamaño de las empresas y el nivel de inversión efectuado por éstas en materia tecnológica influiría en el acceso a servicios digitales.

1.2 Objetivo general

- Caracterizar a las empresas atendidas por el Centro de Extensionismo ThinkAgro, de acuerdo a su actual grado de digitalización tecnológica.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar las principales características de las empresas atendidas por el Centro de Extensionismo.
- Analizar el grado de adopción tecnológica digital de las empresas, en función del rubro productivo.
- Determinar las principales limitantes que influyen en el acceso a la tecnología digital por parte de las empresas atendidas.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Transformación digital

El sector agropecuario está en constante cambio, buscando siempre la optimización en sus labores y recursos. Sin duda uno de los desafíos más relevantes es producir alimentos para la población mundial que sobrepasa las 7.600 millones de personas. De acuerdo a estimaciones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), al año 2050, la población mundial alcanzará las 9.300 personas, lo que traerá consigo una importante demanda de alimentos. Este reto obliga a la agricultura a buscar nuevas herramientas tecnológicas y métodos de producción más eficaces y eficientes que faciliten la optimización del uso de la superficie agrícola, la gestión de los recursos naturales y la utilización de los recursos humanos.

Con esta finalidad, se hace indispensable conocer la importancia de la aplicación de nuevas tecnologías digitales al desarrollo de una agricultura responsable con el medio ambiente, que contribuya a la producción de alimentos, inocuos y de calidad para los consumidores, tal como señala FAO en su informe sobre seguridad alimentaria y nutrición (FAO, 2017). Al respecto, es necesario contar con sistemas alimentarios más productivos, eficientes, sostenibles, inclusivos, accesibles y con mayor resiliencia. Ello requerirá una transformación urgente en la cadena de producción, buscando ser más competitivos llevando a cabo el uso de tecnología, con respecto al acceso a la tecnología digital, como indica Betancourt (2018) la digitalización supone un gran reto en intentar solventar el acceso a esta nueva modalidad.

2.2 Ventajas y desventajas de la digitalización

La principal desventaja de este sistema es la conectividad en zonas rurales en donde aún la cobertura o acceso a esta es deficiente, otro factor es el capital humano para esta actividad es deficiente, debido a la falta de educación tecnológica y experiencia sobre

este tema, por otro lado se tiene ventajas en la productividad, eficiencia, reducción de costos de producción. Según Maldonado et al., (2010) la digitalización mejora la relación de los clientes y proveedores, produciendo una colaboración entre compañías, aumentando eficiencia y ofrezcan nuevos canales de comunicación y distribución, y se produzcan reducción en los costos de producción.

Por su parte, el desafío de mitigar y adaptarse al cambio climático, implica el uso de nuevas tecnológicas que sean más eficientes en la utilización de los recursos agrícolas, Tal como indica Larrazábal (2019) la agricultura de precisión funciona de manera interconectada, en el cual maquinarias agrícolas robotizadas son claves en la optimización de los recursos como agua, semilla y fertilizantes.

Del mismo modo, las nuevas tecnologías de teledetección y los sistemas de información geográficos han ido mejorando sustantivamente la gestión eficiente del recurso suelo, permitiendo una agricultura denominada de sitio específico. Según ODEPA (2019), la ayuda de sistemas inteligentes e interconectados optimizaría la cadena de producción y la cadena de valor pasando por todas las fases de la producción desde la idea del producto hasta el desarrollo completo de este, gestionando de manera eficiente los diferentes recursos, Según Trendov et al., (2019) las nuevas tecnologías y sistemas funcionarán en tiempo real conectada a una base de datos, generando un sistema sumamente productivo y adaptable a nuevos cambios, como lo es el cambio climático que se vive en la actualidad a nivel mundial, así intentar lograr el máximo provecho de las nuevas tecnologías.

El avance en la digitalización agrícola es un proceso lento, si se analiza en Latinoamérica, en donde el desarrollo de ésta aun es mucho más bajo, comparado con países europeos o asiáticos. De acuerdo con Trendov et. al., (2019) es necesario avanzar en procesos de extensión tecnológica que amplíen el uso de la digitalización hacia aquellos segmentos de agricultores más carenciados; con el propósito de que las diferencias entre el sector agrícola y las zonas urbanas se vayan reduciendo. Se debe trabajar particularmente en conseguir que se creen las condiciones necesarias para la

transformación digital en las zonas rurales Al respecto, el esfuerzo conjunto de multiactores, tales como, empresas, organizaciones de productores y gobiernos es un mecanismo adecuado para lograr dicho propósito (FAO, 2020).Lo anterior implica desarrollar un proceso masivo de “inclusión digital”, poniendo a los agricultores en el centro, teniendo en consideración los encadenamientos productivos en los cuales participan Wadsworth (1997).

2.3 Agricultura 4.0 o Agricultura Digital

Chile requiere seguir fortaleciendo su liderazgo como potencia agroalimentaria, por lo que este desafío implica al sector asumir un compromiso ineludible con una producción de calidad, amigable con el medio ambiente, que intensifique los procesos de digitalización, tanto a nivel predial como en cada uno de los eslabones de la cadena de valor. Este esfuerzo conlleva un salto tecnológico impostergable que ayude a la gestión predial, comercial y de logística al interior de las empresas. Lo anterior debiera redundar en disminución de costos y ahorro de insumos, como también en aspectos relacionados con la protección y el cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales. Tal como señala Maldonado (2010) la importancia del sector agrícola obliga constantemente a trabajar en el desarrollo de este rubro y uno de estos medios para generar la evolución en materia de eficiencia y gestión de recursos agrícola es la adopción y uso de tecnología de información.

En el contexto de la agricultura nacional, la incorporación de tecnología digital es de corta data. Se estima que tan solo en la última década se ha ido intensificando su uso, siendo aún básica su aplicación en importantes segmentos de agricultores. El primer concepto que se arraigó fue el de Agricultura de Precisión, siendo el manejo de sitio específico la técnica más recurrente. En tal sentido, las herramientas de Sistema de Posicionamiento Global (SPG) y los Sistema de Información Geográfica (SIG) han brindado un soporte para el desarrollo de estas técnicas de manejo predial.

Por otra parte, los SIG brindan una serie de ventajas y oportunidades al sector agrícola, ya que permiten un mayor conocimiento de los fenómenos edafoclimáticos que ocurren en el campo (INIA 2014); esto es facilitado a través del uso de biosensores, equipo especializado, sensores remotos, mapas georreferenciados. Un elemento muy importante se refiere a las competencias de los agricultores para la adaptación de este tipo de herramientas a nivel predial. La oportunidad de su aplicabilidad a nivel de campo tiene una directa relación con el conocimiento o cercanía que los agricultores poseen con la tecnología. Este es un punto central para el proceso de adopción, tal como lo expresa la Comisión Europea (2019) es necesario un aprendizaje y educación tecnológica, para poder obtener beneficios reales de la tecnología. Sin embargo, se deben realizar esfuerzos para lograr un mundo en donde los sectores, rurales y urbanos, tengan las mismas oportunidades de educación. Es conocido el significativo avance de la tecnología a nivel mundial; no obstante lo anterior, se observa un rezago en los sectores rurales. Como postula Groupe Speciale Mobile Association (GSMA, 2018) uno de los principales desafíos para la implementación de digitalización agrícola, es poder llegar con señales 4G a todos los lugares, facilitan el acceso a ella por parte de las empresas y personas.

De acuerdo con Collins (2019) el concepto de Agricultura Digital, se define como una herramienta que toma información ya existente, como condiciones agroclimatológicas, genética, características del suelo y otros factores, creando una predicción en base a esto parámetros. Teniendo las condiciones básicas para la transformación digital tales como infraestructura, accesibilidad, grado de conocimiento tecnológico, es posible elaborar estrategias para su adopción. Las ventajas a nivel predial y oportunidades personales son enormes; tal como lo indica la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (2018), quien destaca que las tecnologías digitales crean oportunidades, integrando a los pequeños agricultores, mejorando su acceso a la información, insumos, mercados y otros elementos, mejorando la toma de decisiones frente a la incertidumbre de la producción agrícola.

En ocasiones, se producen confusiones terminológicas entre Agricultura de Precisión y Agricultura Digital o Agricultura 4.0. Shepherd et al. (2018) aclara estas diferencias indicando que la primera se centra específicamente en la cadena de valor agroalimentaria, mientras que la segunda (Agricultura Digital) cubre la totalidad de la cadena de valor, estableciendo un vínculo de informaciones entre empresas. Por su parte la ODEPA (2019) define esta última como digitalización integral de la actividad agrícola semejando términos entre sí.

En materia de Agricultura Digital, los países más desarrollados en el mundo son los que están a la cabeza en el avance del desarrollo tecnológico en el rubro agrícola. Al respecto, los gobiernos nacionales cumplen un rol fundamental en la generación de recursos económicos y capacitaciones de uso tecnológico, logrando así que los agricultores tengan acceso a la digitalización en su línea de proceso. Como señala Mckinsey & Co (2014) debido a los bajos ingresos en las personas, la escasa infraestructura tecnológica y la falta de conocimientos digitales de los usuarios; las agencias gubernamentales están obligadas a realizar importantes esfuerzos de incorporación de los agricultores a redes y servicios tecnológicos. Según Trendov et al (2019), FAO ha asumido el desafío de ayudar a los gobiernos a reducir brechas digitales, con el finalidad de que poblaciones rurales y agricultores con bajas aptitudes digitales no queden rezagados en el proceso de transformación digital; beneficiándose con la nueva sociedad tecnológica. Esto habla de la importancia del rol de los gobiernos en el establecimiento de tecnologías digitales hacia los distintos sectores económicos. Las agencias gubernamentales deben trabajar constantemente en crear un ecosistema de agricultura digital, proveyendo los elementos básicos para su implementación (conectividad y acceso, internet de alta velocidad y dispositivos inteligentes).

2.4. Factores de adopción tecnológica en la Agricultura 4.0

Tal como se ha mencionado en los acápite precedentes, la Agricultura Digital está siendo en la actualidad una herramienta indispensable para la gestión predial, la logística comercial y el uso eficiente de los recursos naturales. Esto trae consigo una importante

reducción de los costos de producción de las empresas y una mejora sustantiva en la disminución de los impactos ambientales.

Constantemente se está trabajando en la adopción de tecnología a nivel predial, buscando que estas nuevas herramientas sean un instrumento fácil de utilizar y estén al alcance de los agricultores. Al respecto, Agrocres (2019) señala que la agricultura digital debe ser un instrumento que facilite la toma de decisión de los agricultores, permitiéndoles desde sus dispositivos móviles el acceso a diferentes datos de interés, tales como clima, condiciones del suelo, financiamiento, mercados de comercialización, entre otras. Sin embargo, la dificultad mayor radica en la capacidad de adopción de la tecnología por parte de los agricultores y su uso efectivo y eficiente en los procesos de producción, tanto intra como extrapredial.

Esta nueva tendencia ha hecho que a la dinámica del cambio tecnológico en la agricultura sea un área de intensa investigación desde fines del siglo XX (Jain et al., 2009). De modo especial, las ciencias sociales han ido incrementando el desarrollo de estudios relativos a indagar los factores que influyen en la adopción tecnológica por parte de los agricultores (Schimmelpfennig, 2016). En tal sentido, Bonabana-Wabbi (2002) menciona que la adopción tecnológica es posible categorizarla en dos grandes líneas; por una parte, aquella relacionada con la tasa de adopción y por otro, la intensidad de adopción. La primera dice relación con la velocidad en que los agricultores adoptan una innovación o tecnología en los procesos; mientras que la segunda se refiere al nivel de la tecnología utilizado para la innovación.

En relación con los factores que influyen en la adopción, Melesse (2018) clasifica estos en dos grupos, los factores externos y aquellos de orden interno. En lo que respecta a los primeros, se relacionan a aquellos factores que provienen de la influencia de las políticas públicas e instrumentos específicos, que facilitan la incorporación de la tecnología en las empresas; permitiendo que éstas inviertan en innovaciones tecnológicas. Por otra parte, los factores internos que influyen la adopción son controlables por las propias empresas y dependen además de las características de los

recursos humanos. Entre los factores interno que señala el autor destacan el nivel de educación y la capacidad de inversión y financiera de la organización.

Otra elemento significativo, de carácter interno, que influye notablemente en el proceso de adopción es la capacidad del recurso humano que se aloja en las empresas. Al respecto, Fernández-Cornejo (2007) señala que el capital humano cumple un rol fundamental, debido a que si se tiene un personal capacitado, es posible que éste pueda desenvolverse de mejor forma en su relación con la tecnología y la manera de adopción.

Diversos autores distinguen un gran número de factores influyentes, con respecto a la adopción tecnológica. En tal sentido, Tey y Brindal (2002) mencionan una secuencia de 34 factores, entre los cuales destacan los socioeconómicos, agroecológicos, factores institucionales, fuentes de información, percepciones de los propios agricultores, factores de comportamiento y factores tecnológicos. Del mismo modo, Trendov et al. (2019), indican en la misma dirección que las aptitudes digitales y la alfabetización electrónica siguen siendo una limitante importante para el empleo de nuevas tecnologías. Por el contrario, Khanna (2001) y Samiee et al (2009) consideran que no existe relación entre el nivel de adopción y el nivel educacional de los agricultores y que por lo mismo, hay que seguir desarrollando estudios que demuestren lo contrario.

Sin lugar a duda que un factor relevante al momento de tomar una decisión de adopción dice relación con el conocimiento y comprensión que los agricultores poseen sobre la tecnología que incorporarán. Tal como señala Uaiene et al. (2009) con la información ya recopilada sobre la tecnología, los agricultores son capaces de realizar una inversión más segura que les permite conocer los efectos de ésta a nivel predial, disminuyendo la incertidumbre sobre aspectos relacionados a rendimientos, gestión predial y eficiencia.

Llegar a comprender los factores que influyen en la decisión de adoptar tecnologías es clave. De allí la relevancia de profundizar en este tema y ahondar en su conocimiento para definir acciones de implementación de la Agricultura Digital a nivel nacional.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

La investigación se desarrolló desde la ciudad de Talca, abarcando la base de clientes de la macrozona de las regiones de O'Higgins, Maule y Ñuble atendidos por el Centro de Extensionismo Tecnológico, denominado "ThinkAgro¹", de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca. Esta Unidad desarrolla una estrecha labor en el campo de la Agricultura Digital o Agricultura 4.0, apoyando la implementación de soluciones tecnológicas a nivel de las empresas agrícolas. La fuente de información primaria se obtuvo por medio del análisis de una base de datos, mientras que la información secundaria se constituyó por artículos de publicaciones de corriente principal, informes técnicos sectoriales, tesis de grados, entre otros documentos.

3.2 Método

3.2.1 Enfoque de la investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, el cual consiste, según Hernández et al. (2014), en utilizar la recolección de datos para probar una hipótesis con base en medición numérica y análisis estadísticos. En el caso particular de esta investigación, esta perspectiva sirvió para comprender el comportamiento del fenómeno de la adopción tecnológica en la agricultura, a través de la caracterización de una muestra de agricultores atendidos por ThinkAgro. Una particularidad del enfoque cuantitativo dice relación con que el objeto de estudio no cambia, siendo las observaciones y mediciones realizadas aquello que en la práctica se desea probar y reafirmar con los datos obtenidos. Del mismo modo, posee un alto grado de objetividad, generando una respuesta con

¹ ThinkAgro: Centro de Extensionismo tecnológico perteneciente a la Universidad de Talca. Presenta como objetivo principal apoyar a pequeñas y medianas empresas del sector agroalimentario en la adopción de nuevas tecnologías para el sector agrícola.

argumentos claros (datos). Para el caso del presente estudio, se describió e infirió, a través de la muestra analizada, aquellos elementos que condicionan la adopción de las empresas por tecnologías digital.

3.2.2 Alcance de la investigación

En el caso particular de esta investigación se utilizó un alcance exploratorio, descriptivo y explicativo, ya que aún es necesario conocer más en profundidad la naturaleza del fenómeno analizado. Con el alcance exploratorio se logró comprender y generó un conocimiento más amplio del problema que se planteó; mientras que con la perspectiva descriptiva se contextualizó el problema, describiendo tendencias del grupo de estudio. Finalmente, el enfoque explicativo ayudó a conocer las causas del fenómeno estudiado, dando respuesta a las razones que explican el comportamiento de los agricultores al uso de tecnología digital.

3.2.3 Muestra

Se trabajó con una muestra de 236 agricultores, obtenida de la cartera de clientes del Centro de Extensionismo “ThinkAgro”.

3.2.4 Información y análisis de datos

El análisis de datos se basó en un conjunto de etapas. La primera consistió en la toma de información de un instrumento estandarizado denominado formulario de diagnóstico fundamentado por el Centro de Extensionismo “ThinkAgro” de su cartera de clientes para la adopción de servicios digitales, el cual se basó principalmente en un cuestionario de ingreso que presentó preguntas abiertas, que describió las características socioeconómicas, tecnologías recurrentes en su línea productiva, problemas usuales del sector agroalimentario, entre otras limitantes. La segunda etapa constó de la generación de cuadros y figuras, que en medida caracterizó la realidad de cada una de las empresas atendidas por ThinkAgro, lo que ayudó a la generación de una tabla resumen con los

resultados obtenidos de esta encuesta. Finalmente como última etapa el análisis se basó a través de un análisis descriptivo con medidas de tendencia central (mediana y medias), lo que se representó mediante figuras y cuadros, se utilizó un análisis de tipo inferencial, el cual permitió probar hipótesis, a través del análisis paramétrico, que explicaron con rigurosidad los resultados obtenidos

IV. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos, en función de los objetivos específicos definidos para la presente investigación.

4.1 Resultados del objetivo 1: identificar las principales características de las empresas atendidas por el Centro de Extensionismo

4.1.1. Caracterización en base a tamaño y rubro

El cuadro 1 presenta una caracterización general de las empresas separadas por tamaño y rubro. El número total de empresas atendidas por el centro corresponde a 236. A grandes rasgos, según su rubro, se desprende que el 75% de éstas se desempeña en el rubro frutícola, el 15% en la agroindustria y el restante se distribuye entre el rubro hortícola, viveros y cultivos anuales, respectivamente. Según tamaño de las empresas, las pequeñas y medianas concentran el 75%, mientras que las micro y grandes, representa el 25% y el 5% del total, respectivamente. Las cifras resultan de interés, debido al alto número de pequeñas y medianas empresas que en su mayoría podrían presentar problemas en su capacidad adquisitiva de poder contar con equipos de automatización por la falta de capital de inversión.

Cuadro 1. Caracterización de las empresas agrícolas atendidas por ThinkAgro según rubros y tamaño.

Tamaño	Frutícola	Hortícola	Cultivos anuales	Vivero	Agroindustria	Total
Grande	5	0	0	1	5	11
Mediana	60	0	0	2	15	77
Pequeña	89	0	2	5	4	100
Micro	25	11	0	1	11	48
Total	179	11	2	9	35	236

Fuente: Base de datos de empresas atendidas por el Centro de Extensionismo ThinkAgro

Obs.: Empresas estudiadas se separan en diferentes tamaños por montos facturados: grandes (2.601 millones o más); medianas (601-2600 millones); pequeñas (61-600 millones); micro (0-60 millones).

4.1.2 Distribución de gastos agrupadas en rubro

El cuadro 2 presenta una caracterización general de las empresas separadas por rubro y distribución de sus gastos. A grandes rasgos, e indistintamente del rubro en que se desempeñan las empresas, estas destinan en promedio un 75% de sus gastos en *mano de obra e insumos y materiales*, un 15% en los ítems de *materias primas y maquinarias y líneas de proceso*. En términos generales, estas tendencias (elevados gastos de mano de obra versus baja inversión en maquinarias y línea productiva) podrían entorpecer el acercamiento a la agricultura 4.0 para las micro, pequeñas y medianas empresas; debido a los bajos porcentajes de inversión asociado a equipamiento tecnológico, condicionando el acceso a la digitalización agrícola en el futuro.

Cuadro 2. Distribución porcentual de gastos promedio de las empresas según el rubro.

Ítem	Frutícola	Hortícola	Cultivos anuales	Viveros	Agroindustria
Materia Prima	8,27%	9,25%	--	8,75%	8,52%
Mano de Obra	40,66%	40,75%	25%	39,94%	40,36%
Insumos y Materiales	28,36%	29,35%	35%	29,65%	28,36%
Maquinaria y línea productiva	7,51%	5,86%	--	7,35%	7,46%
Gastos Administrativos	3,81%	2,41%	5%	4,01%	3,79%
Otro*	7,42%	8,21%	35%	7,36%	7,32%

Obs.: * "Otro" En su mayoría hace alusión a gastos de arriendo de terrenos, gastos energéticos, Entre otros.

4.1.3 Proyección de las empresas

En la figura 1 se presenta la proyección de distintas medidas de cambio que se tomarían en las empresas agrícolas estudiadas en vías de mejorar su rendimiento, optimización y ejecución de labores (planes de acción de mejora) en diversos ámbitos o áreas, indicados como *adquisición de máquinas o equipos de automatización, aumento de producción, aumento de personal, otros*. Los resultados muestran que las empresas de

los diferentes rubros pretenden asumir planes de crecimiento, independientemente de su rubro, en su mayoría proponen tenerlos en el área de *aumento de producción* (50-80%), le sigue la *adquisición maquinarias y equipos de automatización* (10-40%), mostrándose porcentajes inferiores en *otros* planes de crecimiento. Para el caso de declaración de mejoras en planes en ámbito de *aumento de personal* se manifiesta bajo grado de proyección de empresas que pretenden realizar acción de mejoras en esto (8,5% agroindustria y 1,1% frutícola), o simplemente no declaran tenerlos (hortícola, cultivos anuales y viveros). A través de estos últimos resultados se puede inferir con la alta existencia de planes de crecimiento en el área *adquisición de maquinarias y equipo de automatización*. Podría demostrar un pequeño adelanto en el avance de la digitalización del rubro agrícola, si se logra invertir los recursos necesarios en capacitaciones e acceso a información a la mano de obra actual.

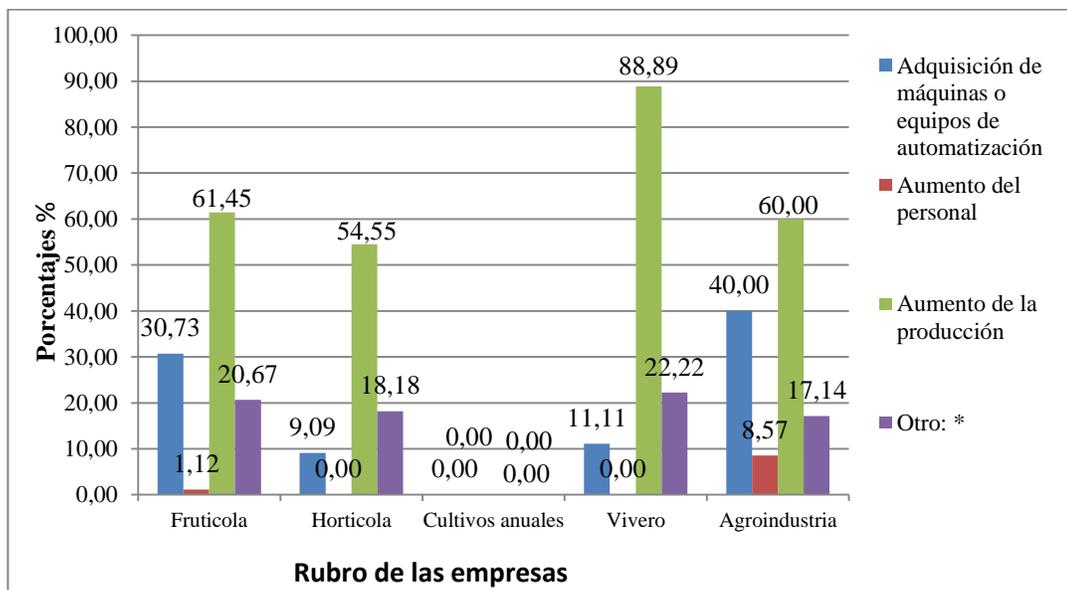


Figura 1. Existencia de planes de crecimiento en las empresas analizadas.

Obs.: "Otro"*: se refiere a plan de crecimiento en ámbitos de mejoras en sistemas de riego, software y manejo de energía.

4.2. Resultados del objetivo 2: analizar el grado de adopción tecnológica digital de las empresas en función del rubro productivo.

4.2.1. Acceso a internet.

El cuadro 3 contiene información sintetizada del acceso a internet, según tamaño y rubro de las empresas. En términos generales, se muestra que casi la totalidad de las empresas, independiente de su tamaño y rubro, presentan algún tipo de acceso a internet dentro de sus instalaciones. Esto cobra relevancia si se considera que el internet es una de necesidades básicas para el uso de tecnología digital. Sin embargo, no es posible determinar el uso que hace la empresa de este servicio. Para los rubros frutícolas y agroindustria se podría inferir que el acceso a internet supone una importante herramienta en materia de servicios digitales, debido a los aspectos comerciales y de gestión de su actividad, tales como boletines comerciales, predicciones climatológicas, adquisición de insumos fitosanitarios, entre otros.

Cuadro 3. Empresas con algún tipo de acceso a internet²

Tamaño empresa	Frutícola	Hortícola	Cultivos anuales	Vivero	Agroindustria
Grande	5/5	N/A*	N/A*	1/1	5/5
Mediana	60/60	N/A*	N/A*	2/2	14/15
Pequeña	85/89	N/A*	2/2	5/5	3/4
Micro	24/25	10/11	N/A*	1/1	9/11
Total	174/179	10/11	2/2	9/9	31/35

Obs.: N/A*: No aplica para ese tipo de empresas.

² Para la elaboración de esta tabla se consideró “acceso a internet” que las empresas presentan al menos un medio de acceso de conexión (Wifi, internet móvil y red cableada) en algún sector laboral (Administrativo, campo o huerto, planta de proceso)

4.2.2. Actualidad tecnológica de las empresas

En la figura 2 se muestra la tecnología presente en cada rubro, de acuerdo con el equipamiento tecnológico disponible en las empresas atendidas por el Centro de Extensionismo. Se aprecia que la mayoría de las empresas de los distintos rubros cuentan con tecnología de utilización recurrente en su proceso productivo, declarando alto porcentaje de uso en equipamiento de computadores o notebook (55%-100%), *smartphone o tablet* (75%-100%), en menor medida en equipamiento tecnológico de riego (40% aprox.), mientras que otros equipamientos tecnológicos (*estación meteorológica, HMI – PLC RELE inteligente³, sensores actuadores, variadores de frecuencia*) no están presentes o lo están de forma reducida. Los porcentajes altos mostrados en el riego tecnificado para la industria frutícola y en cultivos anuales, demuestran que se ha incrementado su uso en los últimos años, debido a la búsqueda de la optimización y limitado acceso al recurso hídrico.

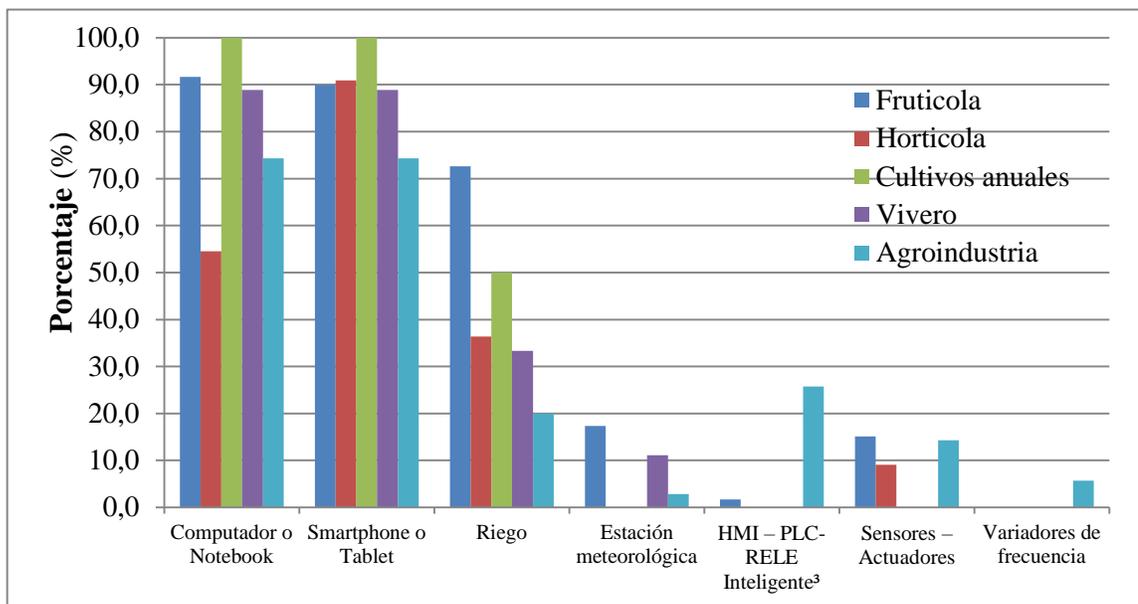


Figura 2. Tipo de tecnología presente en las empresas según rubro.

³ Interfaz hombre maquina “HMI – PLC RELE inteligente” panel que permite a los clientes o usuarios comunicarse con una máquina, software o sistema.

4.2.3 Presencia de un software de gestión

El cuadro 4 contiene información relativa a la presencia de software de gestión en los distintos rubros y tamaños de las empresas atendidas por ThinkAgro. En líneas generales, se observa una baja o nula presencia de sistemas o software de gestión. Es así como, tan solo el 44% de las empresas del rubro vivero lo presenta, el 25% en la agroindustria y el 21% en la fruticultura. Llama la atención que en el caso de las medianas y gran empresas frutícolas, el uso de software de gestión es utilizado por el 60% de grandes empresas, mientras que en el caso de las medianas esa cifra se acorta a la mitad (30%).

Cuadro 4. Cantidad de empresas que cuentan con un sistema o software de gestión.

Tamaño empresa	Frutícola	Hortícola	Cultivos anuales	Vivero	Agroindustria
Grande	3/5	N/A*	N/A*	1/1	2/5
Mediana	18/60	N/A*	N/A*	2/2	7/15
Pequeña	17/89	N/A*	0/2	1/5	0/4
Micro	1/25	0/11	N/A*	0/1	0/11
Total	39/179	0/11	0/2	4/9	9/35

Obs: N/A*: no aplica para estas empresas.

En los siguientes acápite, del 4.2.4 al 4.2.5, se muestran los resultados específicos de la adopción tecnológica actual para los rubros de agroindustria, hortícola, frutícola. Esta separación se realizó, debido a que el formulario de diagnóstico del Centro de Extensionismo ThinkAgro, aplica estas preguntas solo para estos sectores.

4.2.4 Tecnología presente en su proceso productivo

El cuadro 5 contiene información del grado de adopción presente para tres rubros en específico (agroindustria, hortícola, frutícola), independiente de su tamaño. En términos generales, se muestran un bajo número de empresas que presentan uso de tecnología avanzado dentro de sus instalaciones. Esto cobra relevancia si se considera el escaso grado de adopción tecnológica en el proceso productivo de los rubros encuestados

(agroindustria, frutícola, hortícola), por lo que se podría manifestar de cierta manera las carencias y la escasa digitalización que presentan estos rubros en la búsqueda de la transformación digital en los próximos años.

Cuadro 5. Tecnología existente en el proceso productivo de las empresas de los rubros de la agroindustria, frutícola y hortícola.

Tecnología existente	Agroindustria	Frutícola	Hortícola
Sensores y/o actuadores	9	1	0
Variadores de frecuencia	6	0	0
Controladores PLC ⁴	8	0	0
Control y supervisión de proceso mediante HMI	3	0	0
Sistema SCADA (control, supervisión, adquisición y análisis de datos)	2	0	0

4.2.5 Conocimiento de proveedores

El cuadro 6 contiene información sobre el conocimiento de proveedores de tecnología para el sector agrario, el cual se correlaciona con la información del cuadro 5 con empresas que cuentan con tecnología avanzada en sus instalaciones (Sensores y/o actuadores, Variadores de frecuencia, Controladores PLC, Control y supervisión de proceso mediante HMI, Sistema SCADA (control, supervisión, adquisición y análisis de datos) en los rubros de la agroindustria, frutícola y hortícola. Los resultados para este caso muestran un bajo o nulo conocimiento de proveedores (sobre el 50% de las empresas con presencia de tecnología avanzada) para todos los rubros. En general, esta información podría demostrar la falta de acceso a información e implementación de la digitalización tecnológica.

⁴ Controlador lógico programable (Controlador PLC).

Cuadro 6. Empresas con y sin conocimiento de proveedores de tecnología para su empresa.

Conocimiento de proveedores	Agroindustria	Frutícola	Hortícola
Si sabe	4	0	-
No sabe	7	1	-

4.3 Resultados del objetivo número 3: determinar las principales limitantes que influyen en el acceso a la tecnología digital por parte de las empresas atendidas.

4.3.1 Principales problemas o limitante de las empresas

El cuadro 7 presenta los principales problemas de cada rubro asociada al uso de tecnología. Se muestra que la mayoría de empresas de los distintos rubros cuenta con problemas en su línea productiva en los ámbitos de *Falta de digitalización en procesos e información* (sobre el 50% de las empresas de empresas encuestadas), en menor medida le sigue *Incapacidad para estimar y predecir variables y eventos climáticos (40-80%)* para rubros que se podría asimilar como necesario la solución de estas problemáticas (Frutícola, Hortícola, Cultivos anuales, viveros). Para la *Falta de capacitación y alta rotación en personal*, se podría inferir que los resultados bajos se deben al bajo existencia de tecnología en la actualidad, por lo que aún no representa una limitante (figura 2).

Estos resultados ayudan a demostrar los principales problemas que enfrentan en la actualidad las empresas del sector agrícola, lo que ayudaría a centrar la gestión de recursos económicos en la búsqueda de solución a estos en planes a futuro.

Cuadro 7. Principales problemas declarados por las empresas atendidas por ThinkAgro.

Principales problemas	Frutícola	Hortícola	Cultivos anuales	Vivero	Agroindustria
Falta de digitalización en procesos e información	132/179	9/11	1/2	5/9	16/35
Escasa automatización de procesos	42/179	6/11	0/2	2/9	8/35
Labores repetitivas o de para los operarios	2/179	0/11	0/2	0/9	2/35
Variables críticas de proceso no controladas o censadas	17/179	4/11	0/2	3/9	12/35
Equipos deficientes o mal desempeño de estos	11/179	0/11	0/2	0/9	5/35
Incapacidad para estimar y predecir variables y eventos climáticos	55/179	2/11	2/2	1/9	1/35
Falta de capacitación y alta rotación en personal	21/179	3/11	0/2	0/9	3/35
Falta de control de factores operativos	16/179	3/11	2/2	2/9	11/35
Escaso control de asistencia de personal	13/179	0/11	0/2	0/9	6/35
Otro *	15/179	0/11	0/2	0/9	2/35

Obs.: Otro*: hace referencia a problemas de escasez de agua, luz eléctrica, conectividad de las empresas.

V. DISCUSIÓN

La automatización de la producción agrícola se ha transformado en la cuarta revolución industrial en el contexto alimentario, representando cambios significativos en la forma de producir y gestionar los recursos productivos, con el objetivo de generar un cambio económica y social (ODEPA, 2019).

La caracterización realizada deja de manifiesto las problemáticas y carencias que presentan las empresas del sector agrícola para implementar la transformación digital. Se observa claramente como la conectividad rural, la infraestructura digital y la inversión hecha por las empresas condicionan el éxito de los procesos de implementación. Para lograr acercar la digitalización al sector agrícola es fundamental cumplir con un conjunto de elementos habilitadores, los cuales, según Trendov et al. (2019), se asocian con el acceso a internet, el uso de dispositivos móviles, el establecimiento de un entorno favorable y beneficioso para la innovación; desarrollando un “ecosistema de agricultura digital”. En cuanto al acceso a internet, y tal como se muestra en el cuadro 3, se observa un alto porcentaje de acceso a red de conexión, cumpliendo así con uno de los elementos habilitadores necesarios para la adopción tecnológica.

Sin embargo, en lo que dice relación a la tecnología utilizada por las empresas para los diversos rubros estudiados, se observa en general un bajo porcentaje de aplicación, concordando con lo expresado por Best et al. (2014) quienes relacionan el acceso y adopción de tecnologías a problemas ligados a la adquisición de software, hardware, entre otros; mencionando que la ausencia tecnológica se debe al costo asociado y al escaso conocimiento existente sobre los reales alcances que la tecnología tiene en la gestión de las empresas agrícolas. A lo anterior se suman, en el caso analizado, la falta de conocimiento de proveedores de tecnologías que tienen las empresas y el nivel de inversión que éstas desarrollan; siendo una limitante real del cambio tecnológico.

Por otro parte, el impulso de la transformación digital debería ser gestionado por la institucionalidad pública, con el propósito de diseñar e implementar una estrategia nacional de Agricultura Digital, que desarrolle los instrumentos y mecanismos necesarios para implementar el cambio requerido. Tal como lo señala Betancourt (2018), la digitalización tecnológica debiera ser considerada como prioridad para el sector agrario, de tal modo que la esta transformación sea accesible para la diversidad de empresas del sector, sin importar el tamaño o la dimensión de éstas.

Basado en un estudio de Best et al. (2014), el cual hace mención a la situación actual de la tecnología en Chile, se precisa que la posición actual del país en el tema de automatización agrícola se encuentra en una etapa inicial a nivel de los procesos productivos. Sin embargo, esta situación no ha presentado avances sustanciales debido a la notoria falta de estructuras disponibles y capacitaciones del personal. Lo anterior es concordante con los resultados expuestos en el cuadro 7, evidenciándose que los principales problemáticas de digitalización se encuentran asociados a los procesos productivos y a la falta de capacitación del personal de las empresas atendidas por el Centro de Extensionismo ThinkAgro.

En tal sentido, el World Bank (2017) considera que la capacitación del personal agrícola cumple un rol fundamental en el desarrollo de las empresas; incentivando la formación de cuadros técnicos que favorezcan la digitalización en el sector agrícola y con ello la alfabetización digital de quienes son parte de la gestión de las empresas, reduciendo los tiempos de adopción tecnológicas.

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre las proyecciones en el área de la automatización y digitalización de empresas de los diferentes rubros estudiados (figura 2), se hace necesario llevar a cabo planes de digitalización nacional y mejoras en el acceso a la información, que ayuden en la implementación de este cambio inevitable en los años venideros. Esto es coincidente con lo planteado por Best et al., (2014) y FAO (2020), en el sentido de que las políticas públicas deben incentivar el uso de la tecnología digital en el sector agrícola, a través de la búsqueda constante de mejoras

tecnológicas que posibiliten una agricultura más sostenible y productora de alimentos inocuos.

En el caso de Chile, un país en vías de desarrollo, con importantes áreas rurales en su territorio, con un bajo acceso a la conectividad, e insuficiente grado de alfabetización digital en los sectores agrícolas; es absolutamente necesario que se lleve a cabo un plan nacional de digitalización sectorial que se haga cargo de las brechas existentes para la transformación digital. En tal sentido, se hace necesaria una política pública que, por una parte, fomente la creación y desarrollo de centros regionales que incentiven el cambio tecnológico de la agricultura, al estilo del Centro de Extensionismo ThinkAgro, y por otra, estimulen el cambio digital en las empresas, a través de subsidios a la inversión digital y la capacitación de las personas.

VI. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados expuestos, el camino hacia la agricultura 4.0 se encuentra recién una etapa de inicial, que se puede denominar de transición, impulsado por algunas experiencias puntuales de extensionismo digital y el esfuerzo individual de agricultores pioneros, en su gran mayoría grandes y medianos empresarios. El impulso definitivo debe darse a través de una política nacional integrada compuesta por distintos ministerios (Trabajo y previsión social, Transporte y Telecomunicaciones, Agricultura, Obras Públicas y Desarrollo Social, entre otros), que facilite los mecanismos e instrumentos adecuados para la masificación de la digitalización en las empresas agrícolas, el mejoramiento de las competencias digitales en los empleados y la inclusión de los pequeños agricultores en la tecnología digital.

En lo que respecta al estudio realizado, se observa que las brechas y desafíos, que supone la adopción de tecnología digital, se debe en parte al escaso acceso a recursos de inversión, existiendo una ventaja indudable en aquellas empresas de mayor tamaño versus las más pequeñas. Esta condición ha permitido la accesibilidad a herramientas tecnológicas o servicios digitales que Centros como Thinkagro proporcionan. Para equiparar esta condición es preciso que la institucionalidad pública agrícola, específicamente el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) desarrollen una política de fomento e innovación tecnológica digital de gran envergadura que permita la inclusión de los Pequeños Agricultores en este campo.

En factores limitantes del actual grado de adopción tecnología en las empresas y su incapacidad de adquirir equipos automatizados, se debe al escaso conocimiento de que éstas tienen de los proveedores tecnológicos y de los costos asociados a la implementación. Esto ha quedado de evidencia en la presente investigación. En tal sentido, las agencias gubernamentales deben apoyar el acceso a la información, a través de asesoramientos, charlas y capacitaciones de los reales beneficios que la digitalización

provee, abriendo incluso un banco de proveedores que permitan acceder a la tecnología digital.

Finalmente, cabe señalar que la tecnología digital trae consigo reales beneficios en los procesos productivos y agroindustriales de las empresas, a través de la optimización de los procesos, la gestión predial sustentable y la disminución de los costos. Estas características deben ser difundidas en los agricultores, mediante el desarrollo de unidades demostrativas regionales, que permitan diseminar la tecnología digital equitativamente en los distintos territorios y segmentos de productores. Al respecto, la experiencia del Centro de Extensionismo ThinkAgro de la Universidad de Talca es un claro ejemplo de un modelo de transferencia exitoso en materia de agricultura digital. Es necesario fortalecer y multiplicar este tipo de experiencias que promuevan el desarrollo de una agricultura 4.0.

VII. CITAS BIBLIOGRAFICAS

Agrocares, 2019. What is the difference between precision, digital and smart farming? Notice, Agrocares, Güeldres, Holland. 1 p. [En línea] Recuperado en: < <https://www.agrocares.com/en/news/precision-digital-smart-farming/> > Consultado el: 20 de junio de 2020.

Best, S., León, L. Méndez, A., Flores, F., Aguilera, H. 2014. Adopción y Desarrollo de tecnologías en Agricultura de Precisión., Boletín Digital N° 3, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile, 8-100p

Betancourt, A. 2018. La transformación digital del sector agrario Español. Boletín N° 5, Coag, Madrid, España. 2-12p.

Bonabana-Wabbi, J. 2002. Assessing factors affecting adoption of agricultural technologies: The case of Integrated Pest Management (IPM) in Kumi District, Eastern Uganda. Citeseer. 1-34p.

Clark, H. 2012. Nuestro mundo en 2050, ¿más sostenible y equitativo o menos?, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), California, Estados Unidos. 1p. [En línea] Recuperado en: < <https://www.undp.org/content/undp/es/home/news-centre/speeches/2012/11/07/helen-clark-our-world-in-2050-more-equitable-and-sustainable-or-less/> > Consultado el: 15 de julio de 2020.

Collins. M. 2019. What is Digital Farming — Really? Advantage Development, West Lake, Ohio. 1 p. [En línea] Recuperado en: < <https://www.precisionag.com/digital-farming/what-is-digital-farming-really/> > Consultado el: 20 de julio de 2020.

Cruz, G., Touchard, G. 2018. Cobertura rural: hacia el cierre de la brecha digital, Global System for Mobile Communications (GSMA), Londres, Inglaterra, 4-6 p.

European Commission. 2019. 2nd Survey of Schools. 2nd Survey of Schools, University of Lieja, Lieja, Belgic. [En línea] Recuperado en: < <https://ec.europa.eu/digital-singlemarket/en/news/2nd-survey-schools-ict-education>.> Consultado el: 15 de julio de 2020.

FAO, 2020. Transformación de los sistemas alimentarios y agrícolas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Conferencia Regional de la FAO para África. 31.º período de sesiones Cataratas Victoria (Zimbabwe),

FAO, 2018. The State of Food Security and Nutrition in the World: Building Resilience for Peace and Food Security. Building climate resilience for food security and nutrition. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, Italy, 12-26p.

FAO. 2017. Information and Communication Technology (ICT) in Agriculture: A Report to the G20 Agricultural Deputies. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, Italy, 1p.

Fernandez-Cornejo, J., Mishra, A. K., Nehring, R. F., Hendricks, C., Southern, M., & Gregory, A. 2007. Off farm income, technology adoption, and farm economic performance, United States. USDA 36: 1-15p.

Ghobakhloo, M., Hong, T. S., Sabouri, M. S., & Zulkifli, N. 2012. Strategies for Successful Information Technology Adoption in Small and Medium-sized Enterprises. Malaysia. 3:36–67.

Gray, B., Babcock, L., Tobias, L., McCord, M., Herrera, A., Osei, C., Cadavid, R., 2018. Digital farmer profile: Reimagining Smallholder Agriculture. Feed The Future USAID, 1-24p.

Hernández, R., Fernández C., Baptista, M., 2014. Metodología de la investigación, 6º Edición, McGraw-Hill, Punta Santa Fe, México, 2-102p

Jain, R., Arora, A., & Raju, S. 2009. A novel adoption index of selected agricultural technologies: Linkages with infrastructure and productivity. Agricultural Economics Research Review 22(1), 109-115.

Khanna, M. 1999. Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model. *American Journal of Agricultural Economics*, (1), 1-10.

Kuwayama, M. 2001. E-Commerce and Export Promotion Policies for Small and Medium Sized Enterprises: East Asian and Latin American Experiences. *Boletín n°1*, internacional trade and integration division. Santiago, Chile 11-29p.

Larrazábal, M. 2019. ¿Qué significa 'Smart Agro' para la Agricultura 4.0?, agromarketing digital y social media. [En línea]. Recuperado de <<https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/226562-Que-significa-'Smart-Agro'-parala-agricultura-40.html>> Consultado: 10 de junio 2020.

Maldonado-Guzmán, G., Martínez-Serna, M. del C., García Pérez de Lema, D., Aguilera Enríquez, L., & González Adame, M. 2010. La Influencia de las TICs en el Rendimiento de la PyME de Aguascalientes. *Investigación Y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes, México* 57–59p.

McKinsey & Co. 2014. *Offline and falling behind: Barriers to Internet adoption*, McKinsey and Company. New York, United States, 15-45p

Melesse, J., 2018. A Review on Factors Affecting Adoption of Agricultural New Technologies in Ethiopia, University of Gondar, *Journal of agricultural science and Food Research* 9: 2-4.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2002. *Boletín frutícola*, noviembre 2002. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/articulos/agroindustria-hortofruticola-chilena-2002>> Consultado el 26 de abril del 2021.

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2019. *Potenciales efectos de la agricultura digital sobre el mercado laboral agropecuario*, Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile 23p

Organización de las Naciones Unidas 2009. Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), Departamento de Asuntos Económicos y sociales. Revisión (4). 27-45

Samiee, A., Rezvanfar, A., & Faham, E. 2009. Factors influencing the adoption of integrated pest management (IPM) by wheat growers in Varamin County, Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 4(5), 491-497p.

Schimmelpfennig, D., 2016. Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture.,. Department of Agriculture, Economic Research Service 217: 1-24.

Shepherd M., Turner, J., Small, B. & Wheeler, D. 2018. Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the ‘digital agriculture’ revolution. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Perpective DOI (10.1002) 5083-5085

Tey, Y. S.; Brindal, M. 2012 .Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications, *Glen Osmond Precision agric*; 13:713–721p.

Trendov, N., Varas, S., Zeng, M., 2019. Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales. FAO, Roma, Italia. 1-14p

Uaiene, R. N., Arndt, C., & Masters, W. 2009. Determinants of agricultural technology adoption in Mozambique. *Mozambique, Discussion papers*, 67E: 1.

Wadsworth, J. 1997. Análisis de sistemas de producción animal, *Las bases conceptuales* 1: 1.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Portada página web de acceso al Centro de Extensionismo “ThinkAgro” de la Universidad de Talca. Disponible en <https://www.thinkagro.cl>



Anexo 2. Vinculación y trabajo con los agricultores del Centro de extensionismo con los agricultores.

Cómo nos vinculamos con las empresas



01. Contacto inicial

Etapa en la cual se contacta a las empresas a través de diferentes medios que posee el centro a fin de establecer una primera comunicación para agendar una visita en terreno.



02. Visita técnica y aplicación de diagnóstico

Involucra la visita de diagnóstico en la empresa y la generación de propuesta de mejora y levantamiento de requerimientos que incorpora la información recopilada en la visita. Además en dicha instancia se aplica la encuesta de capacidad de absorción tecnológica.



03. Propuesta de servicio

Corresponde a la generación de un documento que es enviado a la empresa diagnosticada en donde son plasmadas las diferentes características de la empresa así como las oportunidades de mejora detectadas y las posibles soluciones tecnológicas a estas. Cada propuesta de asistencia técnica considera objetivos, actividades a realizar, plazos, entregables, costos asociados, entre otros aspectos.



04. Prestación del servicio

Corresponde al desarrollo de la asistencia técnica en la empresa, en esta etapa se desarrolla todo lo estipulado en la propuesta de mejora y servicio.



05. Medición del impacto

Una vez finalizada la asistencia técnica se contacta a la empresa para la aplicación de una encuesta de satisfacción junto con la medición de resultados con el fin de conocer el impacto de ésta en las variables de ventas, costos, inversión productiva, exportación, empleo, etc.