



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y



# AGROTIC PLANIFICANDO LA ESTRATEGIA DE INIA URUGUAY

Temas Institucionales N° 16  
Setiembre 2023

---

# AgroTIC

## Planificando la estrategia de INIA Uruguay

Documento elaborado en el marco de la discusión y elaboración del  
Plan Estratégico Institucional 2021–2025 con Visión 2030

**Autores:** Guadalupe Tiscornia\*  
Sebastián Oviedo\*\*  
Bruno Ferraro\*\*  
Nicolás Gutiérrez\*\*

---

\* Área de Sistemas de Información y Transformación digital (GRAS)

\*\* Grupo de Inteligencia Estratégica (GIE) de la Dirección de Planificación, Seguimiento y Evaluación (PSE).

---

**Título:** AgroTIC Planificando la estrategia de INIA Uruguay

**Autores:** Guadalupe Tiscornia, Sebastián Oviedo, Bruno Ferraro, Nicolás Gutiérrez.

Temas Institucionales N° 16

© 2023, INIA

**e-ISBN:** 978-9974-38-494-1

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA  
Avda. Italia 6201, Edificio Los Guayabos, Parque Tecnológico del LATU, Montevideo, Uruguay.  
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento de INIA.

# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

## Integración de la Junta Directiva

**Ing. Agr. José Bonica** - Presidente

**Ing. Agr. Walter Baethgen** - Vicepresidente



Ministerio  
**de Ganadería,  
Agricultura y Pesca**

**Ing. Agr. Martín Gortari**

**Ing. Agr. Rafael Normey**



**Ing. Agr. Alejandro Henry**

**Ing. Agr. Diego Bonino**





El presente documento fue elaborado en el marco de las acciones de revisión de áreas estratégicas institucionales con miras a la realización de una reestructura organizacional del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).

En este contexto, se conformó un grupo de trabajo integrado por Guadalupe Tiscornia de la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información, hoy Área de Sistemas de Información y Transformación Digital (GRAS), y Sebastián Oviedo, Nicolás Gutiérrez y Bruno Ferraro del Grupo de Inteligencia Estratégica (GIE) de la Dirección de Planificación, Seguimiento y Evaluación (PSE). Su objetivo fue realizar un plan estratégico para el desarrollo y aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas al agro (en adelante AgroTIC) en la agenda de investigación y desarrollo (en adelante I+D) institucional, así como la conformación de un área que nucleee y coordine los esfuerzos realizados en esta temática.

Asimismo, en las diferentes etapas de análisis, discusión y priorización participaron numerosos técnicos e investigadores de INIA, así como de otras instituciones nacionales e internacionales, que son mencionados en el transcurso del documento.

# CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLAN DE TRABAJO Y ESQUEMA METODOLÓGICO.....	1
3. AGROTIC: CONTEXTO GENERAL Y ESTADO DEL ARTE.....	3
3.1 ¿Qué es la agricultura inteligente?.....	3
3.2 Evolución de la agricultura inteligente y su organización industrial.....	4
3.3 Sector AgroTIC: tecnologías, aplicaciones y principales actores a nivel global.....	8
3.4 Desafíos futuros.....	11
3.5 Rol del sector público.....	13
4. LAS TIC EN EL SECTOR AGROPECUARIO URUGUAYO.....	14
4.1 Antecedentes.....	14
4.2 Identificación de actores.....	15
4.3 Aplicación de las TIC en la agenda INIA.....	16
4.4 Capacidades internas de INIA.....	19
5. <i>BENCHMARKING</i> DE INSTITUCIONES DEL EXTERIOR.....	22
5.1 Centros de investigación internacionales.....	22
5.2 Reflexiones del análisis.....	29
6. AGROTIC: IMPACTOS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	30
6.1 Nivel productivo.....	30
6.2 Nivel de investigación y desarrollo.....	31
6.3 Nivel de mercados.....	31
7. INIA EN EL DESARROLLO FUTURO DE LAS AGROTIC.....	32
7.1 Ejes y objetivos estratégicos definidos para las AgroTIC en INIA.....	32
7.2 Cambio estructural.....	35
8. VISIÓN 2030, DESAFÍOS Y OBJETIVOS DE IMPACTO.....	37
8.1 Discusión y elaboración con grupos de trabajo internos (GTI).....	37
8.2 Validación de la propuesta con referentes externos.....	39
9. AGENDA DE I+D INSTITUCIONAL EN AGROTIC.....	40
10. COMENTARIOS FINALES.....	42
Anexo 1: Clasificación de tecnologías de agricultura inteligente.....	44

---

Anexo 2: Clasificación de AgroTIC alternativa propuesta .....	45
Anexo 3: Listado de empresas vinculadas a las TIC con experiencia en el sector agropecuario uruguayo .....	46
Anexo 4: Listado de los principales proyectos vinculados al desarrollo de las TIC en la cartera INIA de los últimos dos Planes Estratégicos Institucionales (2011-2015, 2016-2020) y las instituciones externas participantes.....	58
Anexo 5: Visión 2030 elaborada por el Grupo de Trabajo con Internos.....	60
Anexo 6: Listado de participantes externos que participaron en talleres, reuniones de trabajo y entrevistas realizadas.....	62
Anexo 7: Ejercicio de priorización de problemas y oportunidades realizado por externos ...	63

## 1. INTRODUCCIÓN

Es evidente y revolucionaria la introducción de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en todos los aspectos de la vida de las sociedades modernas. Las oportunidades ofrecidas por la convergencia e integración de los desarrollos de la **revolución digital** (TIC, internet de las cosas, robótica, inteligencia artificial, sensores, etc.) y las tecnologías asociadas a sistemas físicos y biológicos viene generando cambios significativos en la sociedad, en las formas de producción y en el empleo. Este proceso ha sido denominado la cuarta revolución industrial<sup>1</sup>.

En el sector agropecuario en particular, se están observando grandes cambios con la incorporación de las TIC. A nivel global, la creciente presión por una producción ambientalmente amigable, pero eficiente, que permita a las empresas agropecuarias ser rentables y mantenerse en el rubro, está llevando a que la incorporación de las TIC en el sector agropecuario sea cada vez mayor. Esto está asociado a una disminución de los precios de estas TIC, pero con la necesidad implícita de personal más capacitado, y a un cambio generacional con productores menos adversos a la incorporación de estas tecnologías (Saldías & Villa, 2019)<sup>2</sup>.

Si bien el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) viene siendo un actor activo en estas transformaciones, no las ha transitado de forma organizada y planificada, sino a través de iniciativas de alguno de sus programas de investigación o unidades en particular o de investigadores individuales. Incluso, si bien el tema es tratado, no es contemplado de manera orgánica en los planes estratégicos del Instituto.

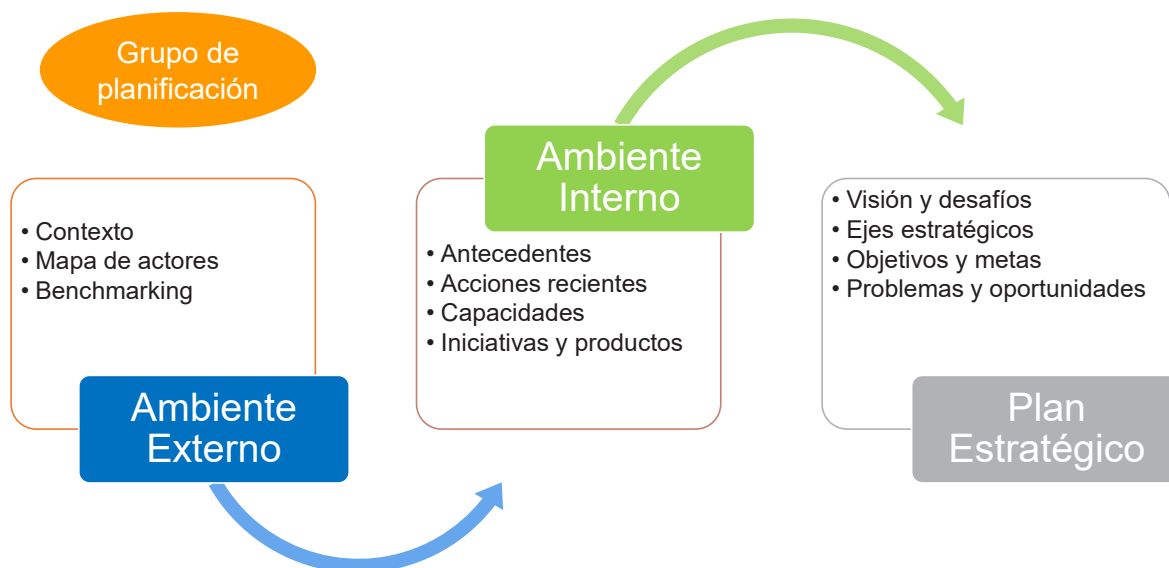
Este documento presenta un plan estratégico para el impulso y el desarrollo de las TIC aplicadas, tanto al sector agropecuario, como a la investigación agropecuaria. Esto implica instrumentar transversalmente en INIA la investigación en AgroTIC de forma integrada y en consonancia con el nuevo Plan Estratégico Institucional (PEI) 2021 - 2025. Para ello se propone la revisión y actualización de la Unidad de Agro-clima y Sistemas de información (GRAS) mediante la conformación de un Área de Sistemas de Información y Transformación Digital, que pueda hacer frente a los desafíos identificados.

## 2. PLAN DE TRABAJO Y ESQUEMA METODOLÓGICO

El plan de trabajo planteado implicó diferentes etapas con el objetivo último de generar información para la elaboración de un plan estratégico de AgroTIC en INIA. Para ello, se analizaron fuentes primarias y secundarias de información, se recopilaron estudios y planes estratégicos nacionales, regionales e internacionales y se realizaron talleres y entrevistas con referentes internos y externos (de instituciones públicas y privadas, de organismos internacionales y de la academia, entre otros). Asimismo, se hizo un relevamiento de antecedentes, capacidades, productos y últimas acciones llevadas a cabo en INIA. Un esquema de estas etapas puede observarse en la Figura 1.

<sup>1</sup> Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos), disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>

<sup>2</sup> Prospectiva TICs 2050 –vertical agro: Entregable 3 Ing. Agr. Rodrigo Saldías – Ing. Agr. Javier Villa.



**Figura 1.** Esquema resumido del plan de trabajo y etapas de análisis y discusión para el desarrollo del Plan Estratégico de AgroTIC.

El marco metodológico incluyó las siguientes etapas:

- Estado del arte: las TIC en el agro. Desarrollo de las TIC en el mundo y en Uruguay para el sector agropecuario, *benchmarking* de instituciones de investigación, desarrollo e innovación (en adelante I+D+i) agropecuarias, mapeos de actores, etc.
- Análisis de capacidades internas y avances realizados en el desarrollo y aplicación de las AgroTIC en INIA.
- Rol futuro de las AgroTIC en INIA: definición de ejes estratégicos, visión a 2030, principales desafíos, objetivos, metas, problemas y oportunidades para el desarrollo del área a nivel institucional.
- Validación y ajuste de la propuesta con agentes externos.
- Validación, enriquecimiento y comunicación interna de la propuesta.
- Coordinación con agenda de I+D priorizada por los grupos de planificación por sistemas de producción (en adelante GPS).
- Presentación y discusión de la propuesta con el comité gerencial y la junta directiva (en adelante CG y JD respectivamente).

En la Figura 2 se presenta el diseño metodológico definido para la discusión y elaboración del plan, así como los productos esperados en cada etapa.

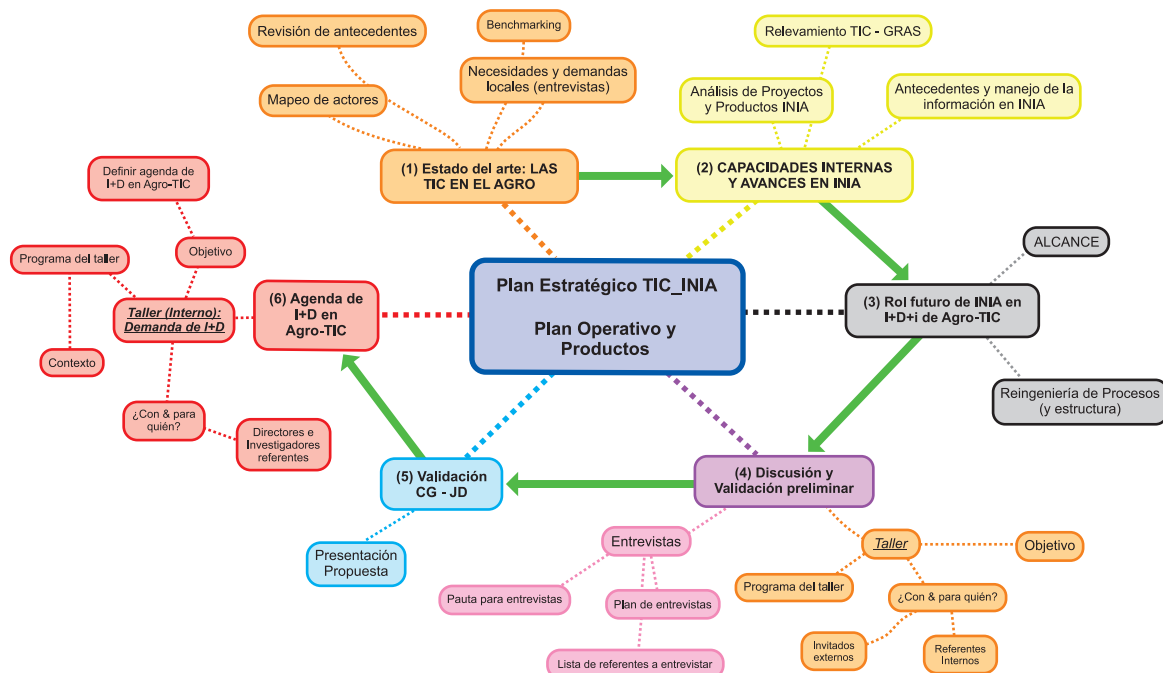


Figura 2. Diseño metodológico para la discusión y elaboración del plan, y productos esperados en cada etapa.

## 3. AGROTIC: CONTEXTO GENERAL Y ESTADO DEL ARTE

### 3.1 ¿Qué es la agricultura inteligente?

Las tecnologías digitales y el avance en el desarrollo de sensores tienen el potencial de relevar información de lo que sucede en el entorno y transformarla en información útil para la toma de decisiones y la gestión remota en base a dispositivos conectados. El aprovechamiento de este potencial se ha visto fuertemente acelerado en los últimos años con el desarrollo de la inteligencia artificial, de tecnologías para almacenar y procesar grandes volúmenes de datos (*big data*) y de internet de las cosas (OPP, 2020<sup>3</sup>). Particularmente en el sector agropecuario, la agricultura de precisión en un sentido amplio (no solo agricultura, sino otros sistemas agropecuarios incluidos) implica la colecta, análisis y evaluación de datos a campo para su uso en la toma de decisiones de manejo sitio-específico.

La combinación de distintas tecnologías de información y comunicación disponibles en maquinaria, equipos y sensores, y su aplicación en *smart farming* para transformar la forma en que funcionan y se manejan los sistemas de producción agropecuarios, es conocida como *Agricultura Inteligente* (AI) (Balafoutis *et al.*, 2017<sup>4</sup>; OEI, 2020<sup>5</sup>). Las tecnologías de agricultura inteligente (TAI) comprenden los distintos aspectos de la agricultura de precisión y se pueden categorizar en tecnologías de: (i) adquisición de datos<sup>6</sup>; (ii) análisis y evaluación de datos para el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones y sistemas de información y manejo de predios; y (iii) aplicación de precisión<sup>7</sup> (Balafoutis *et al.*, 2017). La emergencia y

<sup>3</sup> OPP (2020) 'Las TIC en el Uruguay del futuro: Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y sus potenciales sociales y productivos - Informe Síntesis. Hacia una Estrategia Nacional de Desarrollo, Uruguay 2050'. Serie de divulgación - Volumen XVI. Dirección de Planificación, Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Uruguay.

<sup>4</sup> Athanasios T. Balafoutis, Bert Beck, Spyros Fountas, Zisis Tsiropoulos, Jürgen Vangeyte, Tamme van der Wal, I. Soto-Embodas, Manuel Gómez-Barbero, and Søren Marcus Pedersen (2017) 'Smart Farming Technologies – Description, Taxonomy and Economic Impact' (En) Pedersen, S.M. & Lind, K.M. (Eds.): Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives (2017). Springer International Publishing AG; Cham, Switzerland, pp21-77.

<sup>5</sup> OEI (2020) AgTech: el nuevo paquete tecnológico del sector agropecuario. Informe elaborado por Ignacio Albornoz con apoyo del equipo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI). Papeles del Observatorio N° 13, febrero de 2020. ISSN: 2415-1785.

<sup>6</sup> GNSS, tecnologías de mapeo, relevamiento de datos ambientales y maquinaria agrícola y sus atributos.

<sup>7</sup> Incluye tecnologías de aplicación a tasas variables; reino de precisión, control de malezas de precisión y sistemas de posicionamiento y orientación de maquinaria.

aplicación más reciente de tecnologías de internet de las cosas, robótica e inteligencia artificial ha permitido acelerar el desarrollo de la AI y su salto a una concepción más amplia, comprendiendo un uso más intensivo de información de valor para el negocio agropecuario y buscando ofrecer paquetes tecnológicos para la automatización de procesos en el campo, que permitan coleccionar datos, dar seguimiento y manejar actividades agropecuarias (tales como monitoreo de predios, riego, fertilización, monitoreo de plagas, etc.) de forma remota y a un menor costo (Pivoto *et al.*, 2018<sup>8</sup>; Terence & Purushothaman, 2020<sup>9</sup>; OEI, 2020). La colecta, sistematización y procesamiento de información de campo a gran escala abre grandes desafíos para un país de base agropecuaria como Uruguay.

### 3.2 Evolución de la agricultura inteligente y su organización industrial

El impulso al desarrollo de TIC aplicadas al sector agropecuario surge en la década de 1990, inicialmente liderado por grupos científicos y pequeñas empresas (OEI, 2020). Entre la década de 1990 y 2010 hubo escasa adopción de TIC en el agro. El patrón de avance tecnológico en el sector ha sido definido como *dominado por proveedores* de tecnología (Pavitt, 1987)<sup>10</sup>. Es así como las TIC comenzaron a incorporarse al agro de la mano de proveedores tradicionales de tecnologías, como los fabricantes de maquinaria agrícola, que integraban distintas TIC a su oferta de tractores y maquinaria de siembra, cosecha, fertilización, etc., y al desarrollo de *software* para gestión de actividades agropecuarias. De todas formas, se ha constatado gran subutilización de estas tecnologías integradas en maquinaria (OEI, 2020).

A partir de 2010, los nuevos desarrollos tecnológicos, la reducción de costos de las TIC (sensores, robótica, inteligencia artificial, etc.) y la masiva adopción de dispositivos móviles inteligentes, han resultado en una mayor atracción de capital de riesgo, inversión y emprendimientos privados (principalmente en la forma de *startups*; ver Figura 3) en el desarrollo de TIC orientadas a la solución de problemas en el sector agropecuario (OEI, 2020). Complementado la disponibilidad de capital de riesgo, durante este mismo período, en los países más avanzados en este sector, también se han desarrollado incubadoras o aceleradoras dedicadas a promover la innovación y el desarrollo de mercados específicamente en el campo de las AgroTIC. En muchos casos, estas incubadoras<sup>11</sup> logran captar interés e inversión de grandes compañías del agro para promover emprendimientos o *startups* dedicadas al desarrollo de AgroTIC (OEI, 2020).

En resumen, inicialmente, la oferta de TIC aplicadas al agro fue introducida principalmente por la industria de maquinaria agrícola, pero su adopción efectiva fue baja. En la última década (2010-2020) se ha visto un enorme crecimiento de emprendimientos privados (principalmente *startups*) junto al apalancamiento por capital de riesgo e incubadoras, ampliando sustancialmente la oferta y variedad de soluciones tecnológicas a problemas del agro basadas en TIC. La contribución de las organizaciones públicas de investigación agropecuaria a estos desarrollos ha sido relativamente limitada. Éstas han tenido dificultades para transformar sus modelos y canales tradicionales de aporte tecnológico para el sector y adaptarse a los grandes cambios y oportunidades ofrecidas por el rápido avance en el desarrollo de las TIC.

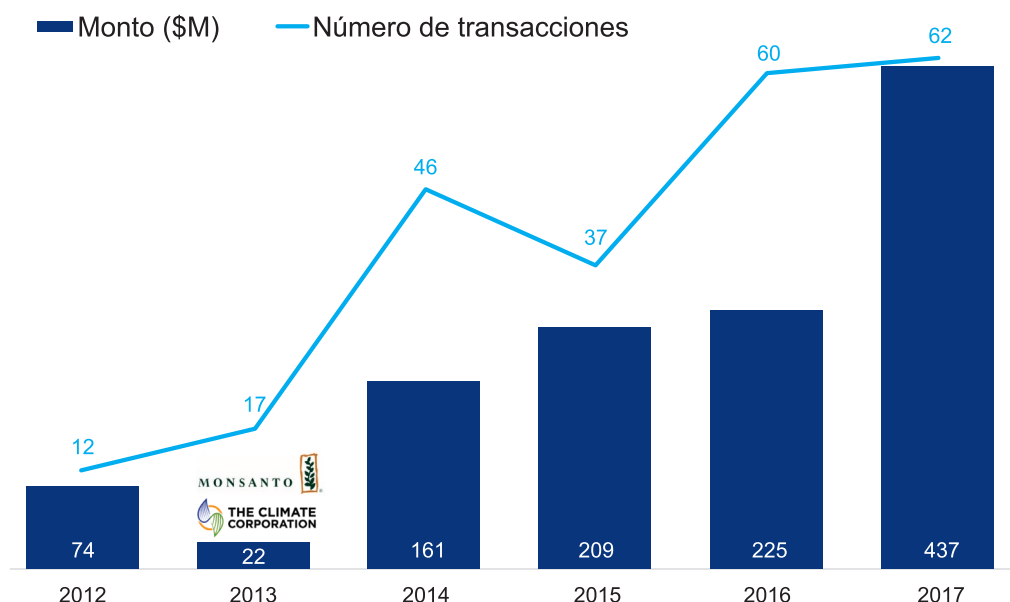
Las áreas específicas de desarrollo de AgroTIC pueden identificarse analizando la producción de conocimiento científico. En la Figura 4 se muestra cómo a partir de 2010 ha incrementado significativamente la producción de conocimiento relacionada con distintas áreas vinculadas al desarrollo de la agricultura

<sup>8</sup> Dieisson Pivoto, Paulo Dabdab Waquil, Edson Talamini, Caroline Pauletto Spanhol Finocchio, Vitor Francisco Dalla Corte, Giana de Vargas Mores (2018) 'Scientific development of *smart farming* technologies and their application in Brazil', *Information processing in agriculture*, Vol. 5, pp21-32.

<sup>9</sup> Terence, S.; Purushothaman, G. (2020) 'Systematic review of Internet of Things in smart farming', *Trans Emerging Tel Tech*, 2020; e3958.

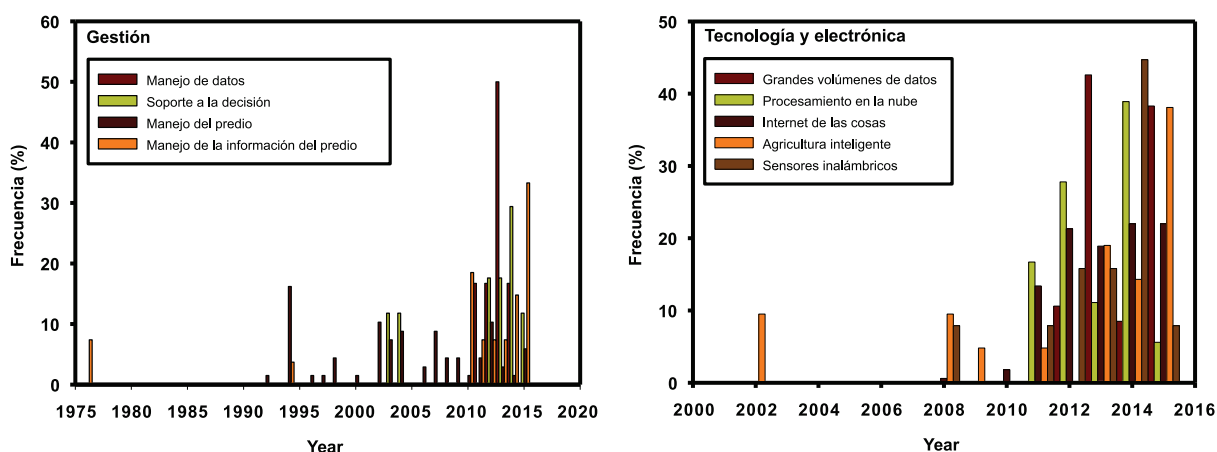
<sup>10</sup> Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*. Vol. 13 (6): 343-73. doi:10.1016/0048-7333(84)90018-0.

<sup>11</sup> Ejemplos de estas incubadoras incluyen a *Agtech Accelerator*, *Cultivation Corridor*, *Radicle*, *Thrive Agri-food*, *Fundo BR Startups* (Brasil) y *GridX* de Argentina (OEI, 2020, p31).



**Figura 3.** Evolución de la inversión en *startups* orientadas al desarrollo de AgroTIC en EE.UU. Fuente: reproducido de CB Insights (2019, p20)<sup>12</sup>.

inteligente (Pivoto *et al.*, 2018). A pesar de las señales de crecimiento del sector AgroTIC reflejadas en los últimos párrafos, el nivel de oferta tecnológica y generación de valor, la captura de capital de riesgo y la cantidad de *startups* son considerados insuficientes y aún en fase emergente (OEI, 2020). Esto podría generar oportunidades de apoyo que impulsen una más rápida consolidación. En Uruguay, país muy dinámico en la industria del *software*, existen diversos instrumentos para fomentar estas iniciativas, aunque no específicas para el sector agropecuario. Esto no ha impactado fuertemente aún en proyectos para el agro si bien hay, en forma muy incipiente, algunos ejemplos de acciones vinculadas al mismo. Esta situación es parte central del relevamiento para el análisis de las estrategias a desarrollar en este documento.



**Figura 4.** Frecuencia de publicaciones científicas para distintos temas relacionados con AgroTIC. Fuente: reproducido de Pivoto *et al.*, 2018<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> CB Insights (2019) 'Agtech and the Connected Farm: How technology is changing the farming business'; disponible en CB Insights.

<sup>13</sup> Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214317316301184?token=88918F71782B2683D7C5865984DA40DFF0F92C601EF431529E3458BBC3A283A2B12696B29E44A028D5F0301BCB651E67&originRegion=us-east-1&originCreation=20210908145930>



Estudios recientes han identificado que las principales barreras de la evolución de la AI involucran dificultades de integración de las diferentes tecnologías y sistemas de *hardware* y *software* disponibles en el mercado en soluciones tecnológicas integrales, junto con barreras a su adopción relacionadas con las características del productor agropecuario (educación, capacidades y habilidades para manejar herramientas de AI). En otras palabras, se requiere profundizar la interconexión entre las tecnologías disponibles y los datos relevados de manera de avanzar en la automatización de los procesos de toma de decisiones (Pivoto *et al.*, 2018).

Otra tendencia que muestra la creciente importancia de este sector es la adquisición de *startups* relacionadas con las AgroTIC por parte de grandes empresas de las industrias de insumos y maquinaria para el sector agropecuario. En este sentido, han cumplido un rol relevante en el impulso e inversión en emprendimientos orientados al desarrollo de AgroTIC. En 2017, un 24 % de los acuerdos de inversión en empresas de AgroTIC involucraron a grandes empresas del agro, mientras que en 2013 su participación fue de solo un 5 % (CB Insights, 2017). Ejemplos de esto son las adquisiciones de *The Climate Corporation*<sup>14</sup> por parte de Monsanto en 2013 (por un monto de USD 1,1 billones); de *Blue River Technologies*<sup>15</sup> por parte de John Deere en 2017 (USD 305 millones) y la compra de *Granular*<sup>16</sup> por parte de DuPont, también en 2017 y por un monto de USD 300 millones (CB Insights 2017, citado por OEI, 2020). Las Figuras 5 y 6 debajo condensan un conjunto más amplio de este tipo de interacciones.

Estas adquisiciones (Figura 5) muestran las áreas específicas de innovación en las que están invirtiendo las grandes compañías del agro y por lo tanto en las que se vislumbra un aumento de la oferta tecnológica en los próximos años. Estas áreas incluyen automatización, gestión predial, robótica, imágenes aéreas y tecnologías analíticas.

Compañía	Objetivo	Fecha	Tipo de compañía
	HydroBio	05/2017	Analytics
	VitalFields	11/2016	Farm Mgmt.
	Solum	02/2014	Analytics
	Climate Corp.	11/2013	Analytics
	FarmShots	02/2018	Aerial Imaging
	Ag Connections	10/2015	Farm Mgmt.
	Blue River Technology	09/2017	Robotics
	Monosem	11/2015	Machinery
	Granular	08/2017	Farm Mgmt.
	Novariant	03/2015	Automation

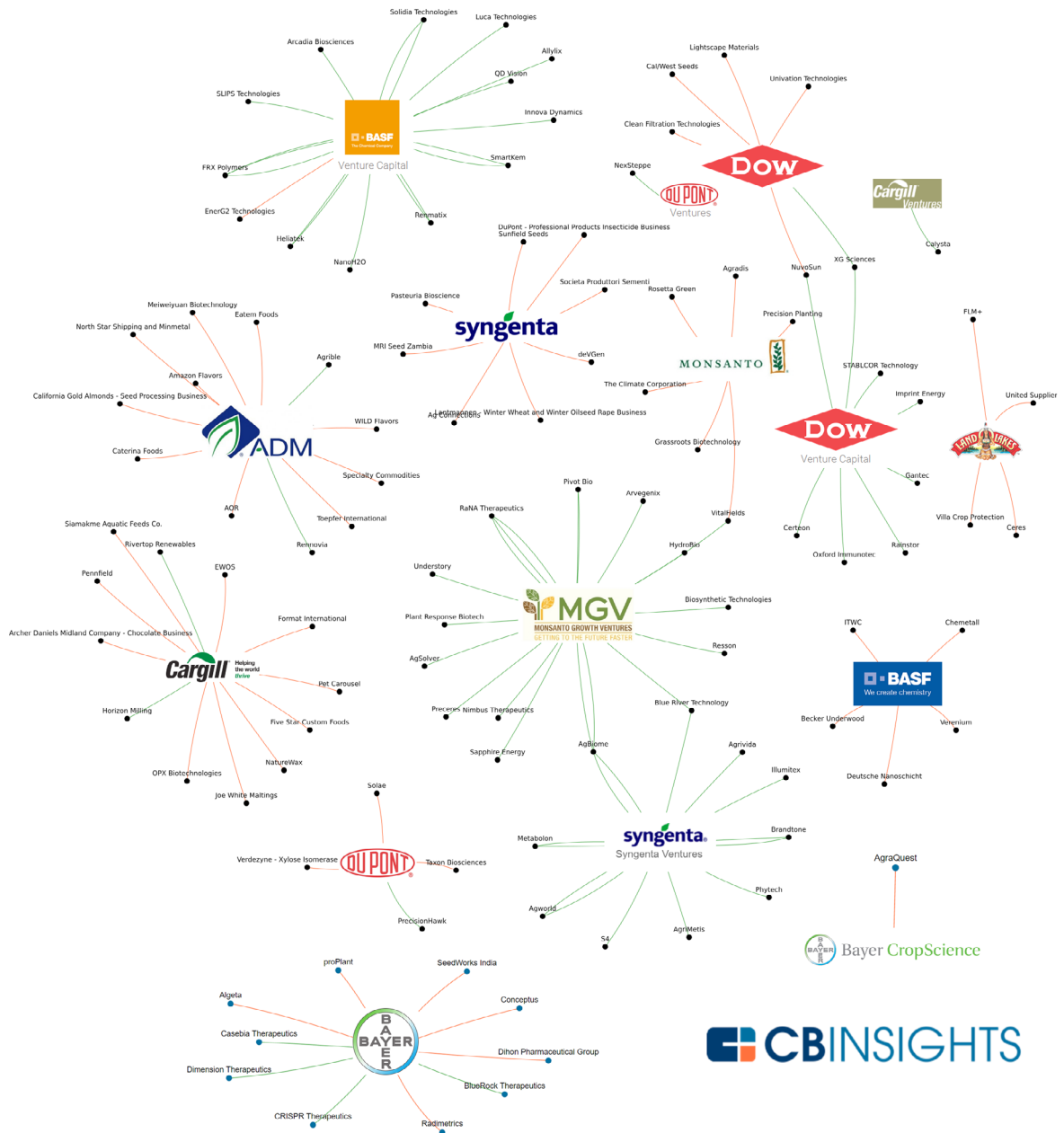
**Figura 5.** Adquisiciones de empresas AgroTIC por grandes compañías del sector agropecuario. Fuente: reproducido de CB Insights (2019, p24).

<sup>14</sup> Empresa que desarrolló un sistema de información basado en imágenes satelitales (OEI, 2020).

<sup>15</sup> Desarrolló un sistema para la aplicación selectiva de insumos en hortalizas basado en 'visión artificial' (OEI, 2020).

<sup>16</sup> Empresa que desarrolla *software* de apoyo a la toma de decisiones del productor (CB Insights, 2019).

La Figura 6 refleja cómo las grandes multinacionales de sector agroalimentario están siendo muy activas en la incorporación de capacidades para el desarrollo de AgroTIC o para su adopción en sus propios procesos productivos, a través de distintos tipos de vinculación (más allá de las adquisiciones) con el tejido de organizaciones del mundo TIC y AgroTIC.

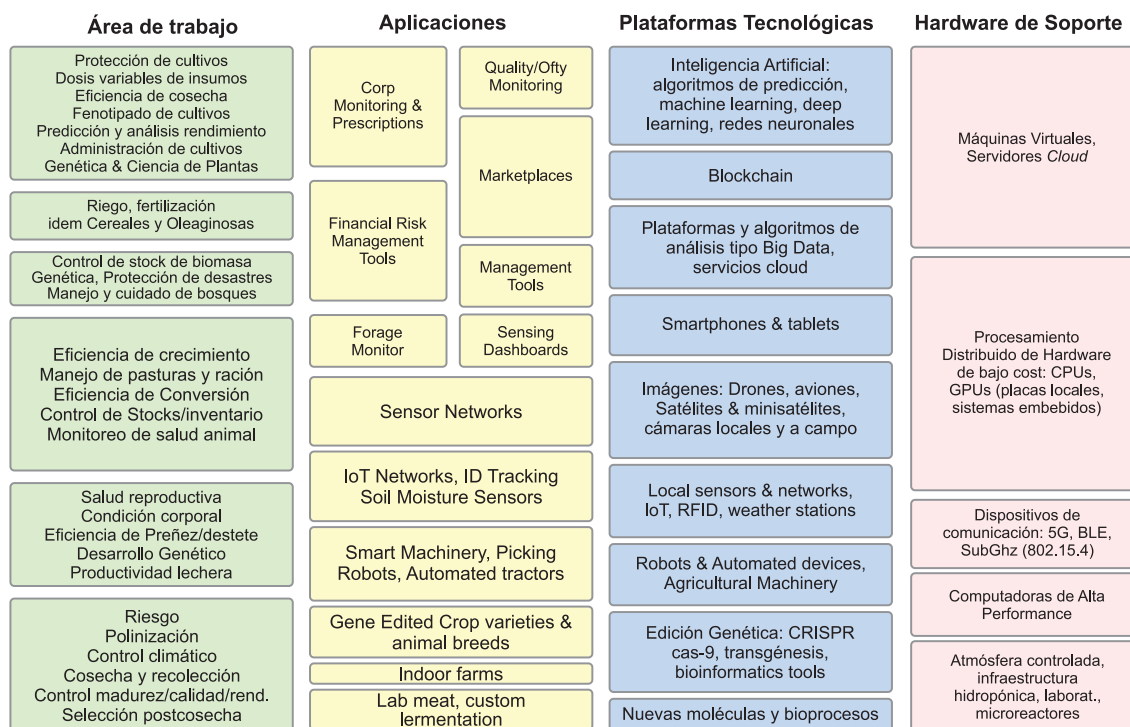


**Figura 6.** Interacción entre grandes empresas del agro y empresas AgroTIC (OEI, 2020). Fuente: <https://cbi-blog.s3.amazonaws.com/blog/wp-content/uploads/2017/03/Agribusiness-and-Chemicals-BSG.png>

### 3.3 Sector AgroTIC: tecnologías, aplicaciones y principales actores a nivel global

#### Clasificación de las AgroTIC y sus usos

Un estudio reciente de la OEI (2020) ofrece una mirada más amplia sobre las AgroTIC, sintetizando las tecnologías o aplicaciones actualmente disponibles, las actividades o problemas de los sistemas productivos que atienden, así como las plataformas tecnológicas y el *hardware* que le da soporte a las distintas aplicaciones AgroTIC concretas. Este mapeo se ilustra en la Figura 7. Por su parte, Pedersen y Lind (2017<sup>17</sup>) aportan una clasificación pormenorizada de las TIC aplicadas al sector agropecuario (Anexo 1).



**Figura 7.** Mapeo de AgroTIC y sus aplicaciones a la solución de problemas del agro. Fuente: reproducido de OEI, 2020, p25.

La Figura 7 refleja el intrincado conjunto de plataformas tecnológicas que dan soporte y abren oportunidades para el desarrollo de AgroTIC. El acceso, uso y/o instalación de estas plataformas demanda fuertes capacidades tanto en capital humano como en infraestructura y equipamiento. La necesidad de integrar estas plataformas y capacidades en el contexto uruguayo, con las limitaciones de escala de las organizaciones de I+D y del tejido empresarial nacional, plantea el desafío de generar esfuerzos interinstitucionales y multidisciplinarios que permitan esta integración de manera efectiva.

#### Actores privados y subsectores

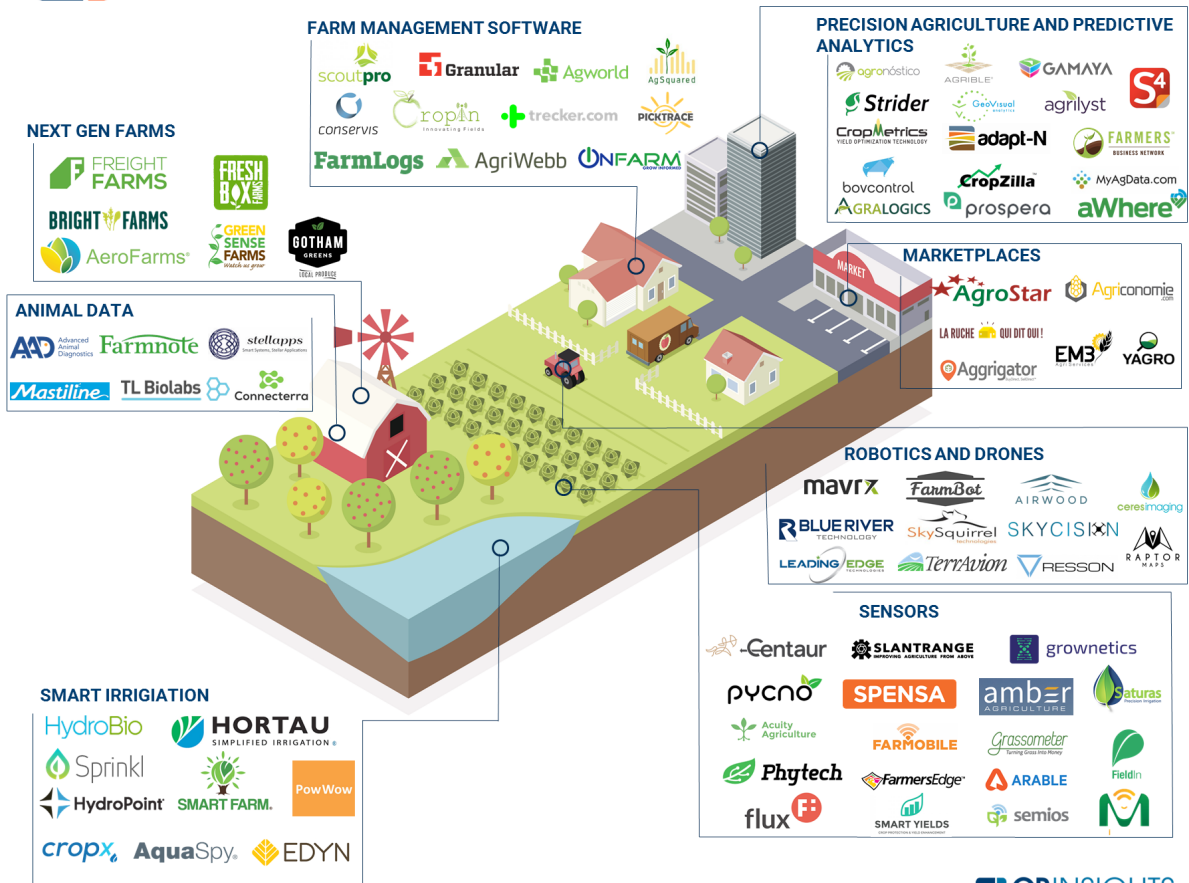
Estudios recientes han realizado mapeos más exhaustivos de actores privados en el sector AgroTIC (Better Food Ventures, 2021<sup>18</sup>; CB Insights, 2017). Más allá de la propia identificación de actores protagonistas en la expansión de este sector, estos mapeos (Figuras 8 y 9) permiten también identificar los distintos campos tecnológicos o de agregado de valor, áreas de aplicación y subsectores dentro de la innovación en AgroTIC. En el Anexo 2, se puede observar una clasificación de las áreas de aplicación o subsectores identificados.

<sup>17</sup> Pedersen, S. M., & Lind, K. M. (Eds.). (2017). Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer International Publishing.

<sup>18</sup> Better Food Ventures (2021) 'Farmtech landscape 2020'. [descargado de <https://drive.google.com/file/d/1R1JD8er8nmp5KGebP055hTKJA73atOoA/view,>]



## AGTECH: 70+ TECHNOLOGY COMPANIES CHANGING THE FARM



CBINSIGHTS

Figura 9. 70 principales compañías que están transformando la agricultura. Fuente: CB Insights.<sup>19</sup>

Como se observa en las figuras 8 y 9, el conjunto de soluciones ofrecidas y actores involucrados es muy amplio y abarca a los distintos componentes de los sistemas de producción, así como de las distintas fases de la cadena de producción y comercialización. Ya se han mencionado las dificultades de adopción de Agro TIC en el sector. Estas figuras muestran cómo la industria se está organizando con una visión de futuro en la solución de problemas integrales que permitan levantar las barreras a la adopción observadas. Con este objetivo se observa cómo las organizaciones comienzan a dar una particular relevancia al desarrollo de soluciones integrales de fácil uso para el productor y que ofrezcan soluciones a diversos problemas del sistema productivo en una única herramienta o producto tecnológico. Esto evitaría las dificultades que implica para un productor recurrir a una multiplicidad de soluciones y proveedores de tecnologías, cada una con sus particularidades en cuanto a necesidades de capacitación, infraestructura y equipos.

<sup>19</sup> <https://cbi-blog.s3.amazonaws.com/blog/wp-content/uploads/2017/03/Agtech-Market-Map-V2-update.png>



### 3.4 Desafíos futuros

El estudio de la OEI (2020) referido anteriormente, identifica un conjunto de desafíos operativos y no operativos que pueden ser potencialmente abordados con el desarrollo de AgroTIC. Estos desafíos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Desafíos y demandas para el desarrollo de AgroTIC. Fuente: adaptado de OEI (2020).

Desafíos	
Operativos	Automatización de tareas clave (cosecha, riego, aplicaciones) Automatización de flujos de información de datos primarios Automatización de monitoreo de variables (exógenas o inherentes a la actividad), como variables climáticas, técnicas, eficiencias, consumos, costos, inventarios, para la toma de decisiones durante el proceso productivo y la generación de alarmas Diseño, modificación y customización de insumos o materias primas Aumento de precisión o granularidad en la recolección de datos, para acciones más focalizadas y prescripciones variables de tratamientos posteriores Mejora en la performance de ciertas operaciones clave, por mayor precisión de la acción y mayor eficiencia (ejemplo: pulverización variable, siembra variable, polinización variable) Mejora de los controles de calidad y segmentación de producto postcosecha Disminución o reutilización de residuos
No operativos	Gestión y financiamiento de riesgos agrícolas Apalancamiento financiero de las operaciones Gestión de recursos empresariales específicos para cada segmento Automatización de procedimientos administrativos Optimización en la comercialización de productos. Mejor coordinación de mercado Monitoreo de trazabilidad

A estos desafíos se le agregan aspectos relacionados con el procesamiento de grandes volúmenes de datos (en cuanto a capacidades humanas y de *hardware*), mejora en la eficiencia de prácticas de manejo que redundan en sistemas más sostenibles (como son las aplicaciones de fertilizantes o agroquímicos), contar con capacidades humanas para poder llevar adelante estas nuevas tareas y la adopción por parte de productores.

Adicionalmente y como se observa en la Tabla 2, Wolfert, Ge *et al.* (2017) proponen una serie de factores que impulsan el desarrollo de este tipo de análisis (*big data*) y el *smart farming*.

La tendencia creciente al desarrollo de aplicaciones basadas en IA para la toma de decisiones presenta desafíos como el desarrollo de bases de datos y algoritmos de alta calidad y transparencia, de manera de asegurar la calidad de las respuestas y recomendaciones ofrecidas por la IA (OPP, 2020, p15). Como señala el reporte '*Las TIC en el Uruguay del futuro*' de OPP (2020) y su escenario meta definido para el año 2050:

*“El punto de partida son los datos. Aquellos actores que dispongan de los datos serán los que podrán brindar las mejores recomendaciones. Un riesgo mayor es que la mayoría de los datos de un país sean apropiados por entidades extranjeras. (OPP, 2020, p15)”*

Escenario 2050:

*“Existe una regulación óptima en materia de datos que permite una amplia disponibilidad de éstos, con múltiples bases de datos interoperativas y una fuerte política de protección de información... Una Agencia de la Digitalización ... se encarga de las políticas relacionadas con la disponibilidad de datos, la circulación de estos y su protección... y articula la multiplicidad de actores implicados en la implementación... (OPP, 2020, p19)”.*

**Tabla 2.** Factores que impulsan el desarrollo de grandes volúmenes de datos (*big data*) y el *smart farming*.

Factores de presión	Factores de atracción
<b>Desarrollos tecnológicos generales</b>	<b>Impulsores de negocios</b>
Internet de las cosas y tecnologías basadas en datos	Aumento de la eficiencia por baja en los costos o mejores precios de mercado
Agricultura de precisión	Mejora en la gestión y la toma de decisión
Aumento de las compañías Agtech	Mejora en el soporte de gestión sitio-específico
	Mejora frente a aspectos de legislación y administración
	Mejora en enfrentar la volatilidad en las condiciones climáticas
<b>Tecnologías sofisticadas</b>	<b>Impulsores públicos</b>
Sistemas globales de navegación satelital	Protección alimentaria y nutricional
Imágenes satelitales	Seguridad alimentación
Teledetección	Sustentabilidad
Robots	
Vehículos aéreos autónomos	
<b>Generación y almacenamiento de datos</b>	<b>Necesidades generales de mayor y mejor información</b>
Generados por procesos, máquinas o humanos	
Interpretación de datos no estructurados	
Análisis de datos avanzados	
<b>Conectividad digital</b>	
Aumento de la disponibilidad al sector agropecuario	
Aumento en la potencia computacional	
Posibilidades de innovación	
Sistemas abiertos de gestión agrícola con aplicaciones específicas	
Asesoramiento y decisión asistidos remota o computacionalmente	
Datos de encuestas regionales para investigaciones y asesorías	
Comercialización en línea	

Fuente: adaptado de reproducido de Stoccutto (2020).

Este marco normativo y regulatorio necesario es un claro desafío por abordar en Uruguay (políticas de datos abiertos y privacidad de la información). En el caso de INIA, representa una oportunidad para tener un rol preponderante en los procesos de consolidación y gestión de bases de datos de fuentes múltiples y su puesta a disposición de manera interoperable para el sector agroalimentario y sus proveedores de tecnologías, insumos y servicios intensivos en conocimiento. Entre otros usos, estas plataformas de datos son un recurso medular para el desarrollo de sistemas de recomendaciones basados en inteligencia artificial (OPP, 2020, p34). Uruguay cuenta con instituciones e instrumentos como el Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SNIA), el Catálogo de Datos Abiertos, la Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC) entre otros, con los que se deberá coordinar acciones para desarrollar estos objetivos pensados como bienes públicos para el desarrollo de bienes tecnológicos en el campo de las AgroTIC.

### 3.5 Rol del sector público

Siendo las AgroTIC un área emergente, debe revisarse el sistema de políticas públicas que impulsan su innovación desde los diversos desafíos que plantea. Desde el punto de vista de la oferta tecnológica, la disponibilidad de capital de riesgo y de infraestructuras de apoyo que permitan reducir los costos a enfrentar por nuevos emprendimientos y apalancar su crecimiento comercial, es un claro aspecto a promover. En este sentido, políticas públicas adecuadas pueden ofrecer espacios para fortalecer la interacción y desarrollo de proyectos conjuntos entre la investigación pública y emprendimientos en AgroTIC. Desde la perspectiva de la demanda, se han identificado barreras a la adopción de AgroTIC cuyo abordaje debe ser analizado (Pivoto *et al.*, 2018; OEI, 2020).

A futuro se prevé un gran crecimiento de las bases de datos públicas, en competencia con bases de datos propietarias (OPP, 2020). Este es un tema de relevancia central y Uruguay hoy, como ya fue mencionado, no parte desde cero. A nivel nacional y en el sector agropecuario se cuenta con varios instrumentos que deberán ser comprendidos estratégicamente para dar una respuesta integral y avanzar en políticas públicas de cooperación entre instituciones y de usos de datos.

En otro orden, Uruguay cuenta con una importante trayectoria en el apoyo al desarrollo de proyectos tanto públicos como privados y de incentivo a la innovación y generación de *startups*. Tanto la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) como la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE) tienen desarrollados instrumentos específicos donde poder canalizar proyectos en esta naturaleza. La coordinación de actividades entre el sector privado y público para incentivar estas acciones aparecen como claves para explotar los instrumentos con los que se cuentan. Por otro lado, y a nivel de la demanda, este tipo de tecnologías son enteramente beneficiadas por los programas de incentivo a las inversiones que generan fuertes apoyos fiscales a la adopción, con lo cual ya existe un mecanismo muy importante, no solo de impulso, sino de reducción de los costos para el sector primario de Uruguay.



## 4. LAS TIC EN EL SECTOR AGROPECUARIO URUGUAYO

### 4.1 Antecedentes

En el marco de la definición de una estrategia país en el desarrollo y aplicación de las TIC en diferentes ramas de la economía uruguaya con un horizonte a 2050, desde la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) se llevaron a cabo estudios prospectivos para cada uno de estos sectores<sup>20</sup>. En este contexto, en el trabajo realizado para los rubros agropecuarios, se categorizaron las acciones de I+D+i llevadas a cabo a través de la utilización de las TIC, según se muestra en la Figura 10.

Asimismo, si se analizan las diferentes tecnologías y su aplicación en los distintos subsectores, se pueden identificar algunos ejemplos de la evolución de la utilización de las TIC en cada uno de ellos. A modo de ejemplo, en el sector ganadero se desatacan la consolidación de la trazabilidad individual, los avances en los mecanismos de comercialización (remates por pantalla, por ejemplo), tecnologías para el manejo de alimentación (sensores de humedad, imágenes para medir disponibilidad de forraje, tractores no tripulados, etc.), herramientas para medir la condición corporal del ganado, utilización de drones para movilizar el ganado, entre otras. Asimismo, ha habido avances significativos en la colecta y sistematización de grandes volúmenes de información a través del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG), pero aún no se ha definido claramente cómo utilizar y explotar dicha información (Saldías & Villa, 2019<sup>21</sup>).



**Figura 10.** Categorización de las acciones llevadas a cabo en sector agropecuario uruguayo vinculadas al desarrollo y aplicación de las TIC. Elaboración propia a partir de “Estudio prospectivo al año 2050: TIC y verticales”<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Las TIC en el Uruguay del futuro

<sup>21</sup> Saldías, R; Villa, J. (2019) ‘Prospectiva TICs 2050 – vertical agro: Entregable 3’. OPP

<sup>22</sup> El desarrollo de cada una de las categorías y los actores involucrados, pueden observarse en el documento base.

En la lechería específicamente, la automatización de procesos, uso de sensores, inteligencia artificial y el procesamiento de grandes bases de datos son tendencias emergentes asociadas a la producción y el manejo animal. La incorporación de la robotización, si bien hoy es incipiente, se piensa que será cada vez más utilizada.

Por su parte, en el sector agrícola sobresale una adopción significativa de tecnologías relacionadas a la maquinaria agrícola tales como los monitores de rendimiento, piloto automático de tractores, tecnologías RTK<sup>23</sup>, etc. Asimismo, se identifican avances en la “agricultura por ambientes”<sup>24</sup>.

Finalmente, el sector forestal presenta una gran adopción de tecnología. Su desarrollo en Uruguay se dio con altos niveles tecnológicos, usando maquinaria que ya incorporaba herramientas modernas, lo que hizo este proceso aún más rápido e intenso. La utilización de sistemas de información geográfica (SIG) y su creciente uso en aplicaciones que son fácilmente accesibles a través de celulares, permite detectar problemas, mejorar la gestión y desarrollar indicadores en tiempo real para generar reportes y entender de forma más ajustada los procesos productivos y los efectos de las decisiones de manejo. Asimismo, existen otras tecnologías cuyo uso continúa en aumento. Tal es el caso de los drones, cada vez con más y mejores dispositivos que permiten, por ejemplo, usando imágenes satelitales y tecnología LiDAR<sup>25</sup>, el conteo de árboles a partir del escaneo láser (Saldías & Villa, 2019<sup>26</sup>).

## 4.2 Identificación de actores

Con el objetivo de analizar los principales actores involucrados en el desarrollo e implementación de las TIC en el sector agropecuario a nivel país, se realizó un mapeo de estos, focalizándose especialmente en aquellas instituciones/organizaciones públicas y privadas con vínculos con nuestro instituto. También se tuvieron en cuenta actores públicos y privados, nacionales e internacionales que han participado en proyectos colaborativos con INIA, así como aquellos con potencial de colaboración en futuros proyectos que involucren dichas tecnologías (Figura 11).

Del mapa resultante se puede apreciar que en Uruguay hay un importante número de instituciones públicas y privadas vinculadas de una u otra manera al potencial desarrollo de las TIC en el sector agropecuario, ya sea como desarrolladores de tecnologías, proveedores de servicios o demandantes de productos y soluciones.

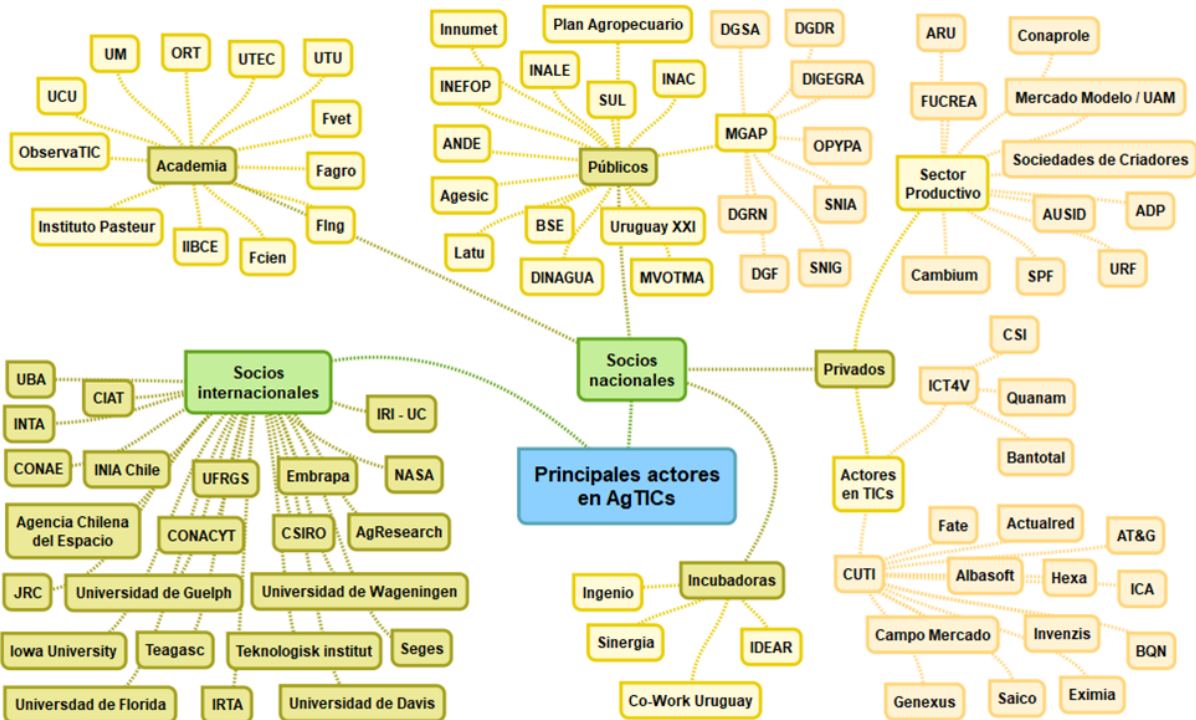
INIA, así como distintas empresas y universidades, viene trabajando en el desarrollo de tecnologías y ha generado asociaciones para el abordaje de problemáticas en estas temáticas. Sin embargo, no se han podido identificar redes de trabajo sólidas en torno a estas tecnologías a nivel de los grupos de investigación resultantes en una fuerte producción de publicaciones, patentes o proyectos acordes a lo que se espera del impacto de estas tecnologías en el sector. Esto se da en un marco donde particularmente la industria del *software* es una actividad con grandes fortalezas en el país y el sector agropecuario como uno de los sectores históricamente más importante para la economía nacional. Está claro que para el desarrollo de las TIC se requiere que la sinergia entre estos dos sectores opere en forma eficiente, en una relación donde ambos sectores se vean beneficiados y que se genere un ámbito proclive al negocio tecnológico. Para que esto suceda, existen varios factores claves, pero tanto la información tecnológica de los procesos agrícolas y la validación de nuevas tecnologías, así como el desarrollo de información de la interacción de nuevas tecnologías con los sistemas de producción y el medio ambiente, son centrales para la incorporación del sector a la era digital.

<sup>23</sup> Real-Time Kinematic (RTK): <https://novatel.com/an-introduction-to-gnss/chapter-5-resolving-errors/real-time-kinematic-rtk>

<sup>24</sup> Manejo diferencial dependiendo del potencial agronómico del campo.

<sup>25</sup> Light Detection and Ranging (LiDAR): <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BABlicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/Jornada-Tecnica-Forestal%209%20nov%2016/Rafael%20Navarro.pdf>

<sup>26</sup> Saldías, R; Villa, J. (2019) 'Prospectiva TICs 2050 – vertical agro: Entregable 3'. OPP



**Figura 11.** Mapeo de los principales actores de nuestro país relacionados con el sector agropecuario y las TIC. Asimismo, se muestran las principales instituciones internacionales con las que tenemos, desde INIA, antecedentes de proyecto colaborativos y aquellas con potencial de colaboración en futuros

Si bien en los últimos años se han realizado esfuerzos para estimular el desarrollo de tecnologías en el sector y sobre todo para crear un ecosistema de innovación que vincule instituciones del agro con el de las TIC, da la impresión de que los resultados obtenidos todavía están lejos del potencial de dichos desarrollos. A pesar de contar con numerosas empresas en el área informática, con capacidad e interés en desarrollar productos para el sector (ver Anexo 3), la mayor parte de la tecnología que se utiliza en el país viene de terceros países. Los esfuerzos realizados desde el centro tecnológico de la información y la comunicación (ICT4V<sup>27</sup> por sus siglas en inglés: *Information and Communication Technologies for Verticals*) la cámara uruguaya de la tecnología de la información (CUTI) y otras instituciones nacionales (Ministerio de Industria, Energía y Minería, ANII, etc.), se han centrado en identificar las necesidades del sector agropecuario y “conectarlas” con las capacidades a nivel país para el desarrollo de soluciones a través de las TIC. Para que esto funcione, es vital identificar los roles y fortalezas de cada uno de los actores, y qué objetivos deberían plantearse para el desarrollo de productos tecnológicos que tengan un impacto positivo en el sector. En este sentido, en INIA debemos definir una estrategia institucional, analizar nuestras fortalezas y debilidades para detallar dicho rol, qué áreas se deberían desarrollar, cómo y con quién, con qué capacidades contamos, etc.

### 4.3 Aplicación de las TIC en la agenda INIA

Si tenemos en cuenta las agendas de investigación de INIA vinculadas a los últimos planes estratégicos, podemos observar que el Instituto ha llevado a cabo diversos proyectos que involucran a las TIC mediante la generación, procesamiento, desarrollo o acceso a la información y desarrollo o validación de tecnologías (Anexo 4). Haciendo una revisión en este sentido encontramos proyectos colaborativos con diferentes instituciones en diferentes áreas y/o rubros.

<sup>27</sup> Centro integrado por organismos y agencias públicas, institutos de investigación, academia y empresas.

En el área de bioinformática, se han desarrollado acciones con investigadores de Facultad de Agronomía (Fagro/Udelar), Facultad de Ciencias (FCien/Udelar) y el Instituto Pasteur de Montevideo.

En biotecnología, específicamente en genómica aplicada, se trabaja junto a la Asociación Rural del Uruguay (ARU) en la organización y gestión del Banco de ADN Genómico Animal, vinculado también a estudios/proyectos en los que han participado sociedades de criadores, SUL, Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero, Udelar, Universidad de Davis y Iowa University, entre otros.

En producción animal, se ha articulado con el Instituto Plan Agropecuario (IPA) y la Federación Uruguaya de Grupos Crea (FUCREA) en el desarrollo de modelos predictivos. Asimismo, INIA ha estado vinculado al trabajo realizado en el marco del SNIG, con el objetivo de asegurar la trazabilidad del ganado vacuno, junto al Instituto Nacional de Carne (INAC). En esta última línea de trabajo se encuentra el proyecto “Mejora de la Competitividad de la Ganadería Uruguaya” en el que se trabaja junto a la Sociedad de Criadores de Hereford, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), INAC, el Instituto Clemente Estable, ARU y ANII. Otro ejemplo, es el proyecto ejecutado en el marco del ICT4V “Piloto de plataforma de acceso a la información INIA para productores ganaderos mediante procesamiento de lenguaje natural” (INIA; ICT4V; Facultad de Ingeniería, FIng, - Instituto de Computación-, Quanam. Con financiación BID) y el “Sistema de ordeño voluntario”, en el marco del cual se instaló un robot de ordeño en INIA La Estanzuela.

En materia fitosanitaria se ha trabajado con la Dirección General de Servicios Agrícolas (DGSA) en el armado de una plataforma informática para el Sistema de Certificación Fitosanitaria de Fruta Cítrica. Asimismo, se ha desarrollado la herramienta DONCast para apoyo en la prevención y control de fusarium y micotoxinas en granos en colaboración con el MGAP, el Ministerio de Salud Pública y la Universidad de Guelph (Canadá).

En el área forestal se ha desarrollado el sistema de monitoreo de escolítidos (SIM escolítidos), en un esfuerzo cooperativo con la Sociedad de Productores Forestales (SPF) y la Dirección General Forestal (DGF) del MGAP. También se implementó el sistema nacional de vigilancia fitosanitaria forestal (SINAVIFF) gestado dentro del comité ejecutivo de coordinación en materia de plagas y enfermedades que afectan a las plantaciones forestales (Cecope), integrado por la DGF, la DGSA del MGAP, INIA y la SPF.

En automatización y agricultura de precisión se desarrollaron proyectos colaborativos con el MGAP, IPA y la Universidad de la República (Udelar).

En la gestión de los recursos naturales y cambio y variabilidad climático, el GRAS de INIA ha trabajado en colaboración con la institucionalidad nacional, como el MGAP (Dirección General de Desarrollo Rural, DGDR; Dirección General de Recursos Naturales, DGRN; Oficina de Planificación y Política Agropecuaria, OPYPA; etc.), Udelar (FCien, FIng, FAgro), el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) y asociaciones de productores (FUCREA, Unión Rural de Flores), y con otros actores de la región (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, de Argentina; la Universidad de Buenos Aires; la Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina; el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, de Chile) e internacionales (Instituto Internacional de Clima y Sociedad, IRI, de la Universidad de Columbia de Estados Unidos, el Centro Común de Investigación, JRC, de la Comisión Europea y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, NASA, de Estados Unidos, entre otros).

En temas de riego, existen proyectos internos como “Manejo del agua y programación del riego: Necesidades de agua de los cultivos” en el que se desarrolló una aplicación web de gestión del riego. También se han desarrollado actividades colaborativas, como el “Sistema de optimización económica de riego” con participación de INIA, ICT4V, la administración nacional de usinas y transmisiones eléctricas de Uruguay (UTE) y GND (empresa brasileña), con financiamiento de la ANII.

A través del SNIA, se trabaja de forma articulada entre diversos actores (MGAP, IRI-Universidad de Columbia, Udelar, Institucionalidad agropecuaria y ministerios) con el objetivo de fortalecer el relacionamiento y el intercambio de información de valor para la toma de decisiones y la gestión de riesgos.

A escala regional e internacional también podemos destacar proyectos como el “Proyecto FONTAGRO: Innovación para la gestión del pasto”, con la participación de INIA, INTA Argentina y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA, de Costa Rica, en el que se desarrolló la App 3R (*software* de toma de decisiones para el manejo del pastoreo) o proyectos como “Sistema de Información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica (SISSA)” o “Sistema Regional de Información Satelital (SIRIS)” que buscan facilitar y mejorar el acceso a información relevante para la toma de decisión, en los que participan también instituciones de diferentes países de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y México).

Asimismo, en los últimos años se han utilizado las aplicaciones como herramientas de transferencia para poner a disposición de los productores diversas tecnologías desarrolladas por INIA<sup>28</sup>.

En el Anexo 4, se presenta un listado de los proyectos llevados a cabo por INIA en los dos últimos planes estratégicos y las instituciones participantes.

INIA ha participado y participa además en diferentes instancias de intercambio y discusión sobre la aplicación de las TIC en el sector:

- Mesa Agtech: iniciativa de Uruguay XXI a través de la cual se conformó un grupo de trabajo, con participación de varias instituciones públicas y privadas, con el objetivo de avanzar el desarrollo de las AgroTIC en Uruguay. INIA forma parte desde su generación y desde entonces se han realizado varias reuniones en la que se ha acordado y colaborado en distintas iniciativas.
- ICT4V: centro interdisciplinario de I+D+I en el área de las TIC y su interacción con sectores verticales de la economía, en el que participan numerosas instituciones públicas y privadas.<sup>29</sup> INIA participó en la formulación del proyecto para la conformación del Centro y es socio fundador del mismo.
- RIDAG (Red Iberoamericana de Digitalización de la Agricultura y la Ganadería): es una red, todavía en etapa de gestación, que ofrece una estructura estable de colaboración con un reto bien definido: promover la transformación digital de los sectores agroalimentarios en los diferentes países donde está implantada la red. Participantes en esta primera etapa: INIA Chile, INTA Argentina, INIA Uruguay y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria, IRTA, de Cataluña como agente dinamizador, con la intención de extender este piloto a otros países de Latinoamérica.
- Asociación Interinstitucional Americana en Materia Espacial (AIAME): se trata de una iniciativa incipiente que tiene como finalidad, el promover el desarrollo técnico y tecnológico en la materia espacial y sus productos.
- Acciones de vinculación y búsqueda de soluciones para el sector desde las TIC: Instancias de HackathonAgro, Emprendetón, Desafíos Agtech (MGAP, ANDE, ANII), etc.

En resumen, INIA junto a otros actores ya viene trabajando en la temática como consecuencia del avance de las tecnologías en la comunicación y la vida en sociedad, pero sin una estrategia clara de intervención por parte de INIA. Para medir con mayor profundidad las acciones de INIA y sus capacidades en estas temáticas, a continuación se detallan los resultados de una encuesta tecnológica que recientemente se efectuó internamente en INIA sobre el uso de tecnologías TIC.

<sup>28</sup> Algunas de ellas pueden encontrarse en: [https://play.google.com/store/apps/developer?id=INIA+Uruguay&hl=es\\_UY&gl=US](https://play.google.com/store/apps/developer?id=INIA+Uruguay&hl=es_UY&gl=US)

<sup>29</sup> <https://ict4v.org/es/inicio>

#### 4.4 Capacidades Internas INIA

Durante los primeros meses del año 2020 se realizó un relevamiento interno para identificar las distintas iniciativas relacionadas a AgroTIC que se estaban llevando adelante en la institución. Se contactó y se obtuvo información de los directores o coordinadores de los distintos programas o unidades de INIA para identificar tecnologías digitales desarrolladas e involucradas en la investigación. Por otro lado, se analizó la base de proyectos de INIA para identificar productos relacionados con las TIC en desarrollo.

Como resultado de dicho relevamiento, se identificó que el 75 % de los programas o unidades consultadas tiene algún relacionamiento con las TIC. Las iniciativas identificadas se categorizaron en: desarrollo de alertas, desarrollos de App, automatismos o instalación de sensores. Se observaron, además, las distintas instancias formales de intercambio interno o externo.

De las 66 iniciativas identificadas y categorizadas, la mayor cantidad están relacionadas con el desarrollo de aplicaciones (tanto web como celulares), seguido de la implementación de sensores a nivel de campo. El peso de cada una de estas categorías se detalla en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Categorías de iniciativas identificadas en relevamiento interno y su peso en porcentaje.

Categoría	Porcentaje (%)
Alertas	3
App (web y móvil)	52
Automatismo	16
Sensores	24
Sensores / App	5

Son de destacar también, los sistemas de información y gestión del conocimiento como los desarrollados por el GRAS (<http://www.inia.uy/gras>) y las Bibliotecas INIA (<http://www.ainfo.inia.uy/consulta/>).

Por otra parte, se analizó a través del catálogo de productos tecnológicos los desarrollos que se están generando en los proyectos que actualmente lleva adelante INIA en el marco del PEI, que se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 4.** Productos esperados en los proyectos de investigación en curso.

CATEGORÍA	TIPO DE PRODUCTO	PRODUCTO	CANTIDAD
Desarrollo de tecnologías, productos y procesos	Procesos Agroindustriales	BASE DE DATOS	1
	Sistemas de Información	BASE DE DATOS	19
		MODELO	12
		SISTEMA WEB	11
		SOFTWARE	2
		APLICACIÓN	2
TOTAL			47



Desde la perspectiva organizacional, INIA ha adoptado en los últimos años, como forma de organizar un crecimiento en la generación de estas tecnologías, algunos ámbitos de coordinación y resolución que contemplan determinados aspectos de esta problemática:

- 1) Se creó en mayo de 2019 el Comité de App multidisciplinario, integrado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología (UCTT), la Unidad de Tecnologías de la Información (UTI), la Gerencia de Investigación, PSE y GRAS, con asesoría legal en función de los requerimientos del comité. La encargada de liderar el comité es la UCTT. Este comité es el ámbito de discusión donde se generan procedimientos y recomendaciones para los técnicos INIA que incursionan en la generación de nuevas App. Se abordan solamente aquellas App que involucren a público externo y en las que INIA esté involucrado en su desarrollo, ya sea como único actor o en colaboración con otros. No se tratan App cuyo público destinatario sea únicamente interno de INIA. Este comité tiene tres instancias al año (marzo, junio y setiembre) para que los responsables presenten sus App a ser consideradas.
- 2) Se creó y comenzó su accionar, también a partir de 2019, un proceso interno de certificación en el cual se postulan tecnologías generadas como producto de investigación (INIA o en colaboración con otras instituciones). Éstas son evaluadas por un comité, conformado por actores externos relevantes en la temática, quien define su certificación como tecnología INIA a ser lanzada al mercado. Si bien este comité no es específico para soluciones TIC, es claro que este tipo de desarrollos tendrán un rol de relevancia en este proceso.

Otro aspecto importante relevado, son las capacidades instaladas en INIA para el abordaje de las temáticas de AgroTIC. Desde el punto de vista del capital humano y en función a la encuesta realizada, se estima que existen entre 30 y 40 funcionarios de la institución o con vínculos a corto plazo con la institución (estudiantes, por ejemplo) capaces de llevar adelante distintas tareas relacionadas con las TIC ya sea con el procesamiento de grandes volúmenes de datos o bases, desarrollo de modelos, desarrollo de aplicaciones, instalación o manejo de automatismos o instalación y monitoreo de sensores. Esto sumado a las capacidades que se tiene desde la Unidad de Tecnologías de la Información.

En lo que respecta a los accesos a bases de datos, las fuentes son variadas. INIA dispone de bases de datos de distintas variables en diferentes sistemas o rubros. Adicionalmente, se accede a datos de instituciones nacionales (INUMET, MGAP, asociaciones de productores) o internacionales (ej. INTA) que no son de libre acceso. Y finalmente, desde distintos sistemas, áreas o unidades, se accede de manera operativa a diversas bases de datos de libre acceso.

Por último, cabe destacar que INIA cuenta con espacio contratado en el Data Center de Antel (lo que potencia la capacidad de servidores) y cuenta con la disponibilidad de acceso para investigadores INIA al Cluster UY (Centro Nacional de Supercomputación, ClusterUY [www.cluster.uy](http://www.cluster.uy)) lo que permite realizar procesos que no serían posibles en computadores comunes.

Como se ha mencionado, tanto a nivel global, regional y nacional, cada vez son más las iniciativas que ya existen por soluciones en AgroTIC y, dado esto, INIA no puede estar ajeno y es imperativo que no quedemos afuera de este proceso.

De acuerdo con el relevamiento realizado, es evidente el involucramiento que ya existe en INIA, aunque no están claros los lineamientos institucionales. Se detectaron varios esfuerzos puntuales, muchos de ellos aislados y algunos otros con duplicación de esfuerzos, abordados por iniciativas personales y no por definiciones o líneas de acción estratégico-institucionales.

Es necesario que INIA como instituto de investigación, tenga una visión de futuro clara, pensando en soluciones que se adapten a la realidad del país. En este sentido debemos desarrollar estrategias de corto plazo que estén dentro de las posibilidades actuales del Instituto de llevarlas adelante y desarrollar estrategias de largo plazo en función de los escenarios en que INIA quiera posicionarse.

De las acciones que viene desarrollando INIA, parece claro el aporte que puede hacer en la generación y desarrollo de sistemas de información y gestión del conocimiento. Como hemos mencionado, ya existen algunas iniciativas como las desarrollados por el GRAS y las Bibliotecas INIA que valdría la pena potenciar.

Dado esto, un aspecto clave para tener en cuenta, es la disponibilidad y acceso a la información. INIA, a través de sus programas y unidades, genera una gran cantidad de información muy valiosa, mucha de ella alojada en computadoras personales. Se han tenido varios intentos, y otros en curso, de unificar la información generada en la institución en una base de datos común, pero sin resultados concretos. Resulta claro que toda la información generada debería estar centralizada y accesible para todo integrante del Instituto e incluso generar políticas para su uso por el sector privado. Es clara la importancia y potencialidad de poder relacionar información de distintas fuentes, para poder analizarla desde otros puntos de vista y poder sacar más provecho a los datos generados. Se entiende que este es un aspecto claro que debe ser abordado por el Instituto, no solo por la importancia sino por tener las capacidades humanas y técnicas para hacerlo.

Otro elemento que surge del análisis de las capacidades actuales y la dimensión de INIA es el de no duplicar esfuerzos en aspectos que son abordados por otros institutos de investigación o el sector privado con mucho mayor poder de desarrollo, como son la fabricación de sensores o distintos componentes electrónicos, por ejemplo, pero parece una alternativa legítima la validación de tecnologías generadas por otros institutos o empresas en sistemas agropecuarios nacionales. En este sentido, INIA podría funcionar como una plataforma de validación de productos a nivel de potrero o de sistemas.

Siguiendo esta línea de razonamiento, a continuación, se presenta un análisis de centros de investigación agropecuaria y agroalimentaria de diferentes países (que se identificaron de interés), con un enfoque de *benchmarking*, con el objetivo de identificar las estrategias que dichos centros llevan a cabo para el desarrollo y aplicación de las TIC.



## 5. BENCHMARKING DE INSTITUCIONES DEL EXTERIOR

### 5.1 Centros de investigación internacionales

A continuación, se presenta un análisis de algunos centros de investigación internacionales, seleccionados específicamente, para los cuales y utilizando un enfoque de *benchmarking* se establecieron los siguientes objetivos de análisis:

- 1- ¿Con qué profundidad los temas de TIC eran abordados por las mismas?
- 2- ¿Qué estructuras se habían formado para abordarlas?
- 3- ¿Cómo afrontaban estas actividades en términos colaborativos y su integración con el sector privado?

Asimismo, teniendo en cuenta estos objetivos, y con la pauta de enriquecer el trabajo se buscaron instituciones de tamaño similar al de INIA, de países pequeños (algunos desarrollados y otros con desarrollo similar al de nuestro país), de países agrícolas y agroexportadores y de diversos continentes. Cabe señalar que, para elaborar la propuesta conceptual, así como el marco metodológico, se analizaron también otros centros que no fueron desarrollados en esta sección por cuestiones de extensión de texto.

#### AgResearch



Es un instituto de Nueva Zelanda de investigación en agroalimentos con vastas capacidades, desde mejoramiento genético en granos hasta control de plagas, alimentos de alto valor y sistemas agrícolas. Interviene tanto en la agenda local de investigación como en las agendas internacionales, desplegando acuerdos alrededor del mundo, generando ciencia y tecnología en beneficio del sector agrícola y de Nueva Zelanda.

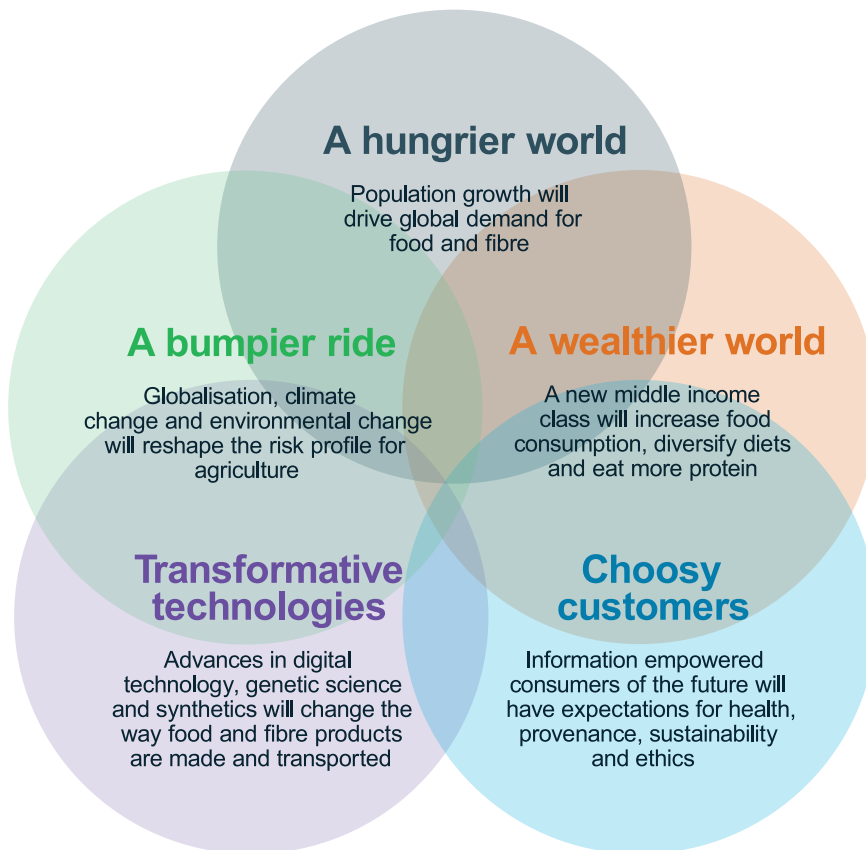
Juega un papel clave en Nueva Zelanda en la entrega de nuevos conocimientos y tecnologías que sustentan los sectores pastoriles, agroalimentario y de tecnología agrícola, trabajando en estrecha colaboración con la industria.

Centra su accionar en dos áreas de investigación cuyo foco son la creación de sistemas agrícolas inteligentes y sostenibles, y los alimentos y bioproductos más buscados. Estos están intrínsecamente vinculados: “sin los sistemas adecuados no podemos ayudar a crear productos agrícolas de calidad, y sabemos que el consumidor también quiere estar seguro de que su elección de producto no tiene un costo ambiental”.

Ya desde su misión AgResearch pone de manifiesto la necesidad de sistemas agrícolas inteligentes y esto lo conecta directamente entre otros factores a las tecnologías TIC como se muestran en varios de sus programas de investigación.

#### Contexto Estratégico

De todos estos objetivos se destaca el trabajo en generación y validación de tecnologías TIC, el manejo de información para su aplicación en estandarización y sistematización de procesos, la generación de herramientas de toma de decisiones y la generación de una plataforma para la validación de todas estas tecnologías en conjunto con instituciones públicas y privadas. Cabe mencionar particularmente este último mecanismo, donde se observa una estrecha colaboración del instituto con toda la red de actores que actúan sobre estas tecnologías.



Este contexto estratégico se refleja claramente en varios indicadores de desempeño e impacto:

#### AgResearch contribution

- **KIP:** AgResearch Smart Sensor Networks and Argumented Reality Descision Support Tools are being actively trialled at 10 representative on-farm and/or catchment-scale locations across New Zeland by 2022.
- **KPI:** Two agri-industry value chains adopted decision support tools that benchamark current energy, carbon and water footprints and are being used to inform development of solutions generating 25 % use reductions (2020 baseline) by 2025.

#### AgResearch contribution

- **KIP:** At least 1 high-throughput measurement technology developed to accurately meauser cattle methane emissions in a pastoral system by 2022.

**KIP:** Infrastructural investment and recruitment strategies will allow 3 cross-organisational Enabling Platforms to be operationalised by 2020.

#### Plataforma de Agricultura Digital:

- La plataforma abarcará “capacidades que interconectan sistemas biológicos con sistemas físicos y ciber físicos. Estas capacidades incluyen: redes sensoriales distribuidas; Internet de las cosas; tecnologías de detección; automatización; robótica; electrónica; sistemas embebidos; *blockchain* y tecnologías emergentes”.
- “Esta interfaz involucrará habilidades internas y externas en procesamiento de señales, visión por computadora, inteligencia artificial, ingeniería (*software* , mecánica, procesos), diseño de productos y creación de prototipos”.

## CSIRO

Fue constituida y opera bajo la Ley de Investigación de Ciencia e Industria de 1949 y es responsable y rinde cuentas al Commonwealth. La dirección y el equipo ejecutivo de CSIRO es establecida por la Junta de CSIRO. Opera como una agencia independiente del gobierno federal australiano responsable de la investigación científica. Su función principal es mejorar el desempeño económico y social de la industria en beneficio de la comunidad. Dentro de sus competencias, que incluyen la investigación en salud, energía, ambiente, entre otros, cuenta también el sector agroalimentario.



Dentro del sector agroalimentario se destaca la agricultura digital.

En este eje de trabajo se visualizan tres áreas destacadas de desarrollo propio:

1. Sensores y *software* para cultivos y pasturas
2. Ganadería conectada a internet
3. Eficiencia de insumos y agricultura digital

CSIRO como una organización de gran porte ha generado investigación y desarrollo propio tanto a nivel de *software* como de equipamiento pensando en la agricultura del futuro como gran desafío.

## Teagasc

Teagasc es una organización estatal irlandesa con foco en la investigación, la transferencia y la enseñanza en el sector rural, de muy alta relevancia a nivel local y europeo.



El Teagasc, al igual que INIA, no tiene un programa o departamento especial para esta temática, sino que está incluido transversalmente en la investigación donde muchos proyectos hacen referencia a la temática.

Teagasc integra la Red ICT-AGRI-2 ERA-NET



El objetivo general de ICT-AGRI es fortalecer la investigación europea dentro de las diversas áreas de la agricultura de precisión y desarrollar una agenda europea común de investigación sobre las TIC y la robótica en la agricultura, y dar seguimiento a convocatorias basadas en fondos de investigación nacional de los países participantes.

Más concretamente, los objetivos incluidos en la agenda de investigación del ERA-NET ICT-AGRI son:

Open System for TRAcTOR's autonomouS Operations (STRATOS)	Application of information technologies in Precision Apiculture (ITApic)	Services and Applications for Smart Agriculture Farm Financial Analysis App (ifarma-ffa)
Integrated robotic and software platform as a support system for farm level business decisions (RODOFARM)	Smart Integrated Livestock Farming: integrating user-centric & ICT-based decision support platform (SILF)	Connecterra: Project Happy Cow (HappyCow)
Optimizing performance and welfare of fattening pigs using High Frequent Radio Frequency Identification (HF RFID) and synergistic control on individual level (PIGWISE)	Fusion of multi-source and multi-sensor information on soil and crop for optimised crop production system (Farm FUSE)	Agroptima, "The Internet of Fields"; mobile farm management software
Preparing for the EU Soil Framework Directive by optimal use of Information and Communication Technology across Europe (PredICTor)	User-centric adoption of sustainable farming operation involving ICT and robotic - Case: Grassland harvesting operations for biogas and bio refinery plants (GrassBots)	Happy Goats: a Sustainable Small Ruminants Farming Decision Support System (SSRF-DSS)
Geospatial ICT infrastructure for agricultural machines and FMIS in planning and operation of precision farming (GeoWebAgri)	Advanced cattle feeding on pasture through onnvarive pasture management (i-LEED)	Agriculture meets Future Internet (AgriFI)
Advanced Monitoring of Tree Crops for Optimizad management - How to Cope With Variability in Soil and Plant Properties (3D-Mosaic)	ICT in large and small dairy systems (DairyICT)	Future Internet - Orchards Automated Management System (FI-ORAMA)
Ambient Awareness for Autonomous Agricultural Vehicles (QUAD-AV)	Use of ICT tools to capture grass data and optimize grazing management (ICTGRAZINGTOOLS)	Organic-AgriWare: an application for the organic agriculture community (Organic-AgriWare)
	USability of Environmentally sound and reliable techniques in Precisiion agriculture (USER-PA)	Smart Good Agricultural Practices (S-GAP)
		Field Readiness Indicator System (FERIA)
		Precision Agriculture - Methodologies for Cost benefit analysis (PAMCoBA)

Teagasc, por su parte, ya en 2016 organizó un evento que muestra el énfasis de la institución en integrarse al trabajo en estas temáticas.

**Shaping the Future:**  
Targeting Opportunities for ICT in Agriculture

Enhancing the role of ICT in agriculture will enable us to overcome challenges facing the agri-food industry from food security to climate change.

This seminar aims to bring together farmers, industry representatives, researchers and funding partners to explore the issues, challenges and opportunities for ICT in Agriculture in both Ireland and Europe.

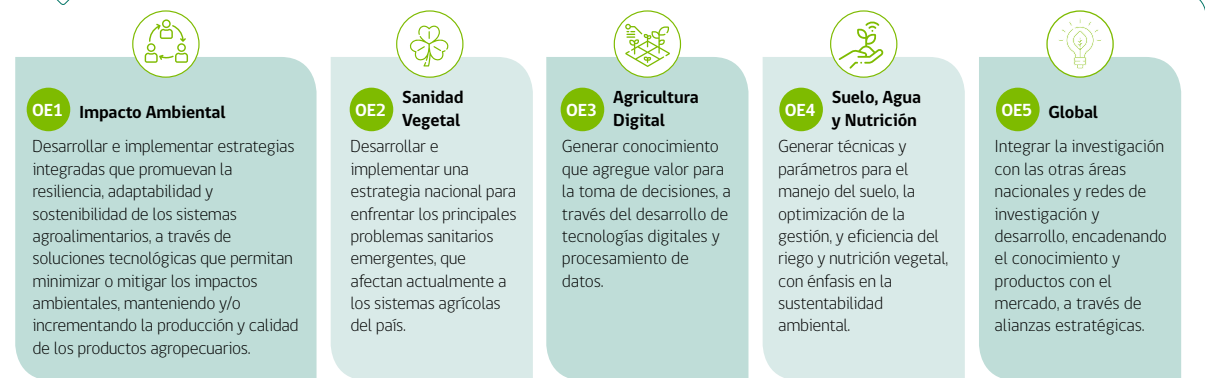


INIA Chile



Es parte del grupo de los INIA de Iberoamérica y también del PROCISUR. Dentro de sus cinco objetivos estratégicos, uno de ellos abarca a la agricultura digital con el objetivo de *generar conocimiento que agregue valor para la toma de decisiones, a través del desarrollo de tecnologías digitales y procesamiento de datos.*

### c. Objetivos Estratégicos



Además, se plantean hitos y resultados para este objetivo con una visión a 2030.

### Hitos y Resultados



#### AGRICULTURA DIGITAL

Hitos	Resultados
Información climática a baja escala y relacionada con la fisiología de cultivos y frutales, que dé valor agregado práctico al usuario, a través de aplicaciones basadas en puntos de muestreo de alta densidad para el área de incidencia de la red meteorológica de Chile.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una aplicación WEB-APP disponible con información climática a baja escala, que dé valor agregado práctico al usuario/a y que sirva de base para escalamientos en modelamiento de desarrollo vegetativo, plagas y enfermedades, entre otros.</li> </ul>
Evaluación de condiciones anómalas en el desarrollo de cultivos, asociada a un sistema de alerta temprana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un sistema WEB-APP de alertas y reportes para diferentes niveles de usuarios/as (macro/Gobierno a micro/productores/as) disponible.</li> </ul>
Penetración de la mecanización inteligente como base para enfrentar la reducción de costos en insumos productivos y alto costo de mano de obra agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una estrategia de penetración de la mecanización inteligente disponible (campos inteligentes).</li> </ul>
Sistemas de monitoreo automatizados usando inteligencia artificial, para el manejo eficiente de variables agronómicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas de monitoreo automatizado, usando inteligencia artificial, sobre la base de los inputs (riego, fertilidad, plagas y enfermedades) y outputs productivos (rendimiento y calidad), como insumo base de los Campos Inteligentes y estructura de transferencia a implementar, diseñados.</li> </ul>



## Seges



Es una institución danesa muy similar a INIA tanto en su dimensión como en su constitución organizacional, cofinanciada entre productores y el estado. Es una organización que efectúa sus actividades en una relación estrecha con el sector privado, tanto productores como empresas de insumos y servicios al sector.

Dentro de sus objetivos aparece con mucho foco el trabajo en las tecnologías TIC en una amplia red con agentes privados.

### Misión

#### SOSTENIBILIDAD

Ayudamos a los agricultores y a la industria agrícola a mejorar la sostenibilidad.



#### DIGITALIZACIÓN

El software y las plataformas digitales de SEGES Innovation brindan a los agricultores, asesores y empresas información nueva y más profunda



#### COLABORACIÓN Y ASOCIACIONES

Trabajamos con universidades, institutos de investigación, agricultores y empresas comerciales de todo el mundo.



SEGES está claramente alineada a una estrategia basada en una visión de futuro y esperan impactar haciendo foco en los siguientes niveles

#### CLIMA

El Centro SEGES para el Clima y la Sostenibilidad trabaja en todo el sector agrícola para identificar soluciones que ayuden a los agricultores y la industria agrícola a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.



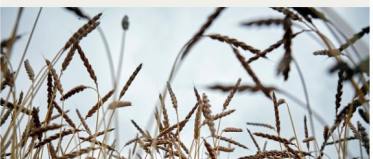
#### GESTIÓN Y SOFTWARE BASADOS EN DATOS

Somos el enlace entre los agricultores y las nuevas tecnologías digitales. Desarrollamos software y herramientas digitales que mejoran la agricultura y dan soporte al conjunto.



#### CULTIVOS Y MEDIO AMBIENTE

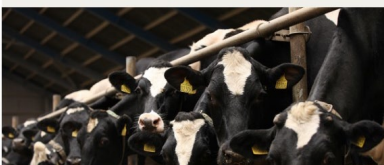
Nuestros expertos brindan a los agricultores y asesores los últimos conocimientos sobre las operaciones en el campo. Somos pioneros en el desarrollo de nuevos métodos de cultivo respetuosos con el medio ambiente.



#### CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS Y DE CARNE

Nuestro objetivo es asegurar un futuro sostenible para la ganadería.

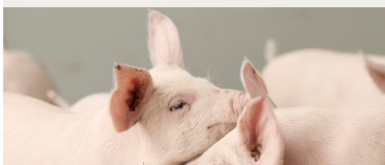
Nuestros expertos cubren una variedad de áreas profesionales como alimentación, nutrición, salud, finanzas, calidad de la leche y reproducción.



#### CENTRO DE INVESTIGACIÓN PORCINA

Nuestros expertos también investigan diferentes aspectos de la nutrición, los sistemas de vivienda, el medio ambiente y los problemas relacionados con la salud.

Nuestras actividades de investigación y desarrollo también tienen como objetivo reducir el impacto de la producción porcina en el medio ambiente y el clima



### Objetivos del área de digitalización:

- Gestión basada en datos en toda la cadena de valor

“Hoy en día, se recopila una gran cantidad de datos en las granjas y las soluciones digitales son esenciales tanto para la producción, como para la gestión en estos predios. Los datos proporcionan información no solo para los agricultores, sino que también se utiliza como documentación en toda la cadena de valor. Por lo tanto, los datos en tiempo real forman la columna vertebral para realizar predicciones y planes sobre qué hacer a continuación. Basándonos, por ejemplo, en la inteligencia artificial, proporcionamos herramientas que brindan a los agricultores y asesores la información que necesitan para tomar las decisiones correctas y optimizar la producción”.

- *Software*, datos y soluciones digitales: cómo aumenta SEGES la sostenibilidad en la agricultura

El *software* y las plataformas digitales de SEGES brindan a los agricultores y asesores conocimientos nuevos y más profundos.

Los datos son esenciales para las granjas del mañana, ya que generan información crítica para el negocio agrícola, la producción de ganado y las finanzas. Esto permite al agricultor cultivar de una manera aun más sostenible mientras optimiza sus resultados financieros.

Dentro de las acciones que lleva adelante SEGES en la materia (proyectos de investigación en diversas áreas) desarrollaron una plataforma para trabajar con soluciones tecnológicas de vanguardia, incluido automatización, robótica, etc.



Logo: **SEGES** MENÚ BUSCAR

Inicio / Innovación / Conocimiento / Agricultura del futuro

## AGRICULTURA DEL FUTURO

Future Farming es un esfuerzo ubicado en el Lago de Agricultura y Alimentos y ubicado en SEGES. En Future Farming estamos detectando y examinando tendencias en la agricultura, la producción de alimentos y el comportamiento del consumidor que se espera que sean importantes en el futuro, y que, por lo tanto, crearán una base comercial sólida para el agricultor en los próximos años. En Future Farming tratamos de mirar 5-15 años en el futuro.



**Soren Elsig**  
Consultora en jefe  
Future Farming

## 5.2 Reflexiones del análisis

En general todas las instituciones estudiadas han encaminado acciones en la temática con mayor o menor profundidad, aquellas que están más orientadas a investigar mirando a los problemas del futuro que a temas más coyunturales han integrado con mayor foco estas temáticas, incluyéndolas como programas concretos de trabajo, otras lo han integrado como acciones contempladas dentro de los proyectos de investigación. De cualquier forma, todas están realizando esfuerzos muy importantes en la materia.

Desde el aspecto estructural, para aquellas instituciones más visionarias estos temas están abordados dentro de las cuatro o cinco líneas más relevantes, generando programas completos para las mismas. La estrategia seguida por las instituciones cuyos planes aún están más ligados a los aspectos más tradicionales de la investigación agropecuaria en general, han incluido estas temáticas en los proyectos, sin realizar en algún caso menciones muy significativas a nivel de los documentos de planificación.

Respecto al aspecto colaborativo de estas investigaciones, en general se destaca la participación de privados en una combinación de desarrollos propios, propios integrados a privados y plenamente colaborativos. Algunos de los centros han generado en este sentido plataformas de TIC para el diseño, validación y desarrollo de tecnologías donde la participación colaborativa aparece como un aspecto importante.

Cabe mencionar que, en general, las organizaciones proponen como punto clave la recopilación de datos y la generación de información como eje central de los institutos para participar en este sector tecnológico.



## 6. AGROTIC: IMPACTOS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El futuro del agro se encamina a avanzar en la incorporación de tecnologías TIC a un ritmo cada vez mayor e irá incorporando distintos aspectos de las AgroTIC en sus sistemas. Ya sea por necesidad, para aumentar su productividad, por aspectos comerciales o una mejor calidad de vida, los productores agropecuarios necesitan de sistemas de información y gestión que les permitan ser más eficiente en su actividad. Las TIC juegan un papel central en esto a distintos niveles.

### 6.1 Nivel productivo

#### Eficiencia productiva

Uruguay, donde el sector agroexportador es de los más importantes de la economía, está permanentemente desafiado a sostener esa competitividad de sus cadenas. En este contexto, ser eficientes en términos productivos es una variable a sostener y el uso de tecnología es la clave para lograrlo. El gran desarrollo de las TIC, a costos cada vez más bajos y con fuertes impactos en la producción, las posiciona como las tecnologías que tendrán seguramente mayor impacto en el sector en el mediano plazo.

#### Trabajo rural

Sea por cambios culturales, por el desarrollo de las ciudades, por la falta de acceso a servicios, etc., hoy las preferencias de las personas se alejan de la vida en el campo. Esta situación trae como consecuencia la dificultad de disponer de trabajadores en el medio rural, en algunos sectores esta situación ya se ha convertido en una restricción importante. El desarrollo de las TIC implicará una menor afectación de mano de obra y asimismo la necesidad de contar con trabajadores con una mayor calificación. En definitiva, menos horas de trabajo, pero de mayor calificación con una probable mejora en las restricciones en la obtención de mano de obra y una mejora en la remuneración del trabajo rural.

#### Adopción de tecnología

Una ventaja inherente al uso de TIC es la incorporación de protocolos, procesos ajustados y estandarizados, buenas prácticas, etc., en forma sencilla, útil y de fácil acceso para cualquier usuario sin necesidad de contar con una formación específica o una gran experiencia y, en general, a menores costos y salvando, en muchas ocasiones, problemas de escala de producción, entre otras tantas limitantes. Este elemento, en particular en sectores donde la incorporación de TIC ha tenido dificultades, generará no solo la ventaja de un mejor desempeño por la estandarización, eficiencia y precisión de estas soluciones, sino por la adopción de tecnologías intangibles (en general de procesos) de forma sistemática en los sistemas productivos.

#### Sostenibilidad y resiliencia

Tanto la estandarización como la precisión en los procesos y la toma de decisiones que conllevan las tecnologías TIC redundan en una mejora importante en la eficiencia en el uso de los recursos, lo que implica disminuir el impacto sobre los recursos naturales y una mejora en la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas productivos. Esto, en un contexto como el uruguayo, con condiciones productivas que de origen son ya de las más representativas de la producción amigable con el ambiente y el bienestar animal, lo que significa potenciar esa cualidad muy exigida y necesaria para la producción agroalimentaria. Asimismo, en muchos casos las TIC son la herramienta para documentar y certificar las condiciones ambientales en las que se lleva adelante la producción.

## Calidad de vida

Las TIC y la sistematización de los sistemas productivos, como en otros sectores de la economía y entre otras ventajas competitivas, mejoran la calidad y las condiciones de trabajo en el sector, con la consabida mejora en la calidad de vida. En un ambiente natural de producción como el uruguayo, donde la exposición al clima y a las condiciones de campo abierto son muy exigentes, estas tecnologías seguramente conlleven una mejora importante en estas condiciones de trabajo a través de la mejora en la eficiencia de manejo, automatización de procesos, etc.

## 6.2 Nivel de investigación y desarrollo

Uruguay se caracteriza por un gran desarrollo de la industria del *software*, con empresas de gran porte en la materia y un sector muy dinámico. Este sector es de gran importancia en el desarrollo de las TIC. Con esto Uruguay se ubica entre los países con un *know how* muy importante a la hora de pensar el desarrollo de las TIC en el agro frente a otras naciones fuertemente agropecuarias. Si bien esto se complementa con el desarrollo de equipamiento en el que nuestro país no tiene gran experiencia, el punto en el que se encuentra, si los esfuerzos y los negocios logran canalizarse, es de ventajas competitivas importantes a la hora de enfrentar estos desafíos.

Sinergia entre sectores de la economía

En este sentido, y como ya se dijo, dos sectores muy importantes en la economía uruguaya son la industria del *software* y el sector agropecuario. Generar sinergias entre estos dos sectores y apuntarlas desde los instrumentos públicos puede ser de mucho impacto para la economía nacional y para el crecimiento de ambos sectores. Lograr avanzar en esta sinergia puede permitir el desarrollo de tecnología aplicada apropiable y exportable y de gran relevancia para sostener el crecimiento del sector agropecuario en el futuro.

## 6.3 Nivel de mercados

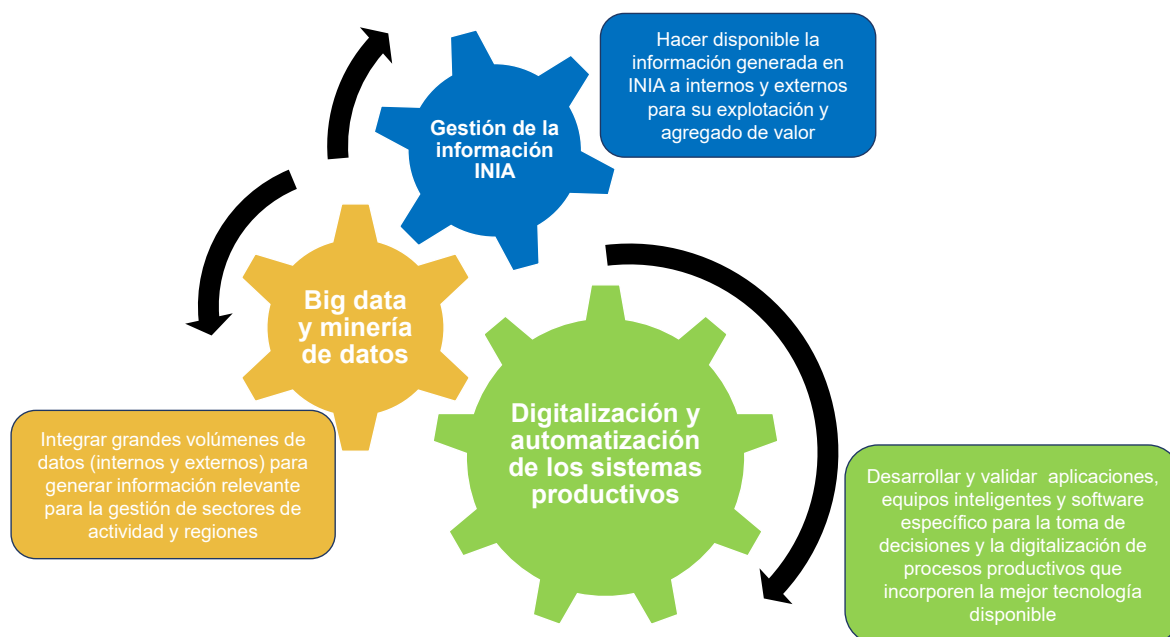
Los mercados agroalimentarios son uno de los más exigentes y de mayor sensibilidad social, entre otras cosas porque están muy vinculados a la salud, pero también al uso de recursos naturales y al bienestar de los seres vivos. Todos estos elementos, cada vez más, se convierten en factores vitales para el comercio. En este contexto generar una marca país, denominación de origen, certificaciones de calidad, etc., es de vital relevancia y lo será cada vez más. La tecnología de las TIC en general y el procesamiento de datos, la transparencia de los procesos y su certificación como forma de mostrarlo al mundo parecen las claves para el éxito. Esto implica que las TIC, no solo son clave a futuro, sino de gran importancia en la actualidad.

Esta situación además exige una lógica de relación con el consumidor final distinta, donde el producto y la información relevante para el consumidor debe estar más cerca, debe llegar de primera mano. Cuando hablamos del consumidor, para un país agroexportador, estamos hablando de consumidores de cualquier región del mundo y de múltiples culturas. Las herramientas de *ecommerce*, así como las redes sociales y los sistemas expertos son claves en ese acercamiento al consumidor y, dadas las características generales de la producción en nuestro país, pueden ser una herramienta muy útil para ampliar el negocio y acercarse al consumidor mostrando nuestras ventajas competitivas.

## 7. INIA EN EL DESARROLLO FUTURO DE LAS AGROTIC

### 7.1 Ejes y objetivos estratégicos definidos para las AgrotIC en INIA

En primer lugar, desde la basta aplicación de las TIC a los sectores productivos, en el presente trabajo de reflexión estratégica, específicamente se abordarán tres áreas bien definidas que cumplen objetivos distintos pero entrelazados. Para comprenderlo mejor, se presentan en el siguiente esquema (Figura 12):



**Figura 12.** Ejes y objetivos estratégicos propuestos.

Como se intenta reflejar en el esquema anterior, estos componentes están interrelacionados, buscando un objetivo común:

*Incrementar la accesibilidad y la eficiencia tecnológica en los procesos agrícolas en todas sus dimensiones (económica, social y ambiental) a través de la sistematización de la información y digitalización de los procesos productivos.*

Abordar este objetivo comprende el desarrollo de los tres componentes centrales identificados y su interrelación.

#### 1) Gestión de la información generada a través de la investigación de INIA

Si bien mucha de esa información es publicada tanto a nivel académico como en ámbitos técnicos o productivos y algunas bases de datos ya están disponibles libremente, es un objetivo de INIA generar nuevos productos, herramientas o análisis en base a los datos existentes dentro del Instituto. Para ello, es necesario que desde los distintos programas, unidades o secciones se hagan disponibles todos los datos que se generan de una manera robusta y estandarizada que permita la interoperabilidad.

Este desafío se plantea abordarlo con un foco de integralidad, centrado en la valorización de la información, teniendo presente que la información (bases de datos) es un bien valioso y como tal debe

ser gestionado. INIA posee una larga trayectoria de producción de información fruto de la actividad de investigación de 32 años. También ha desarrollado un sinnúmero de tecnologías y productos tecnológicos para el agro, gracias a la información que recopila de experimentos cuidadosamente preparados. Si bien mucha de esa información ha sido publicada a nivel académico, las bases de datos generadas en la investigación se encuentran dispersas, bajo cuidado según criterios de cada investigador responsable de coleccionar la información y, en muchos casos, luego del análisis y la publicación del estudio primario, la misma se archiva, descartándose nuevos posibles usos o integración con otra.

En este sentido, INIA carece de una política institucional orientada a cuidar y valorizar su capital de datos, el cual se espera crezca a un ritmo cada vez más acelerado. La información primaria es tratada, en los institutos de investigación, como un activo intangible, que debe mantener estándares de gestión por las siguientes razones:

1. Como respaldo a la investigación de calidad (verificaciones que se requieran eventualmente, re-análisis a la luz de nuevas evidencias o hipótesis).
2. Para la verificación de la propiedad y las autorías.
3. Es posible de ser re-utilizada y transformada (varias veces) por sus autores o por terceras partes, en nuevos productos de información, y así maximizar el valor invertido en su obtención.

Este eje de trabajo se sustentará sobre bases de protocolos y acuerdos para una gestión confiable de las autorías, de forma de que se puedan gestionar, en un repositorio consolidado, los datos de distintos autores sin perder la trazabilidad de las autorías y dar confianza al sistema, de forma de generar la riqueza que deviene de la integración de datos.

Esto supone una política institucional que defina y tenga un plan de manejo de datos e información orientado a:

1. La preservación de la información como patrimonio del Instituto: dónde se guarda y cómo se respalda, cómo se guarda (con qué estándares de calidad y forma para que sea potencialmente comprensible por terceros), quién es responsable de mantener el orden y el acceso de los contenidos, quién es responsable del manejo informático (mantenimiento de servidores, etc.), cómo se fomenta este proceso entre los investigadores y demás colaboradores, la definición de protocolos de utilización de la información (externos o internos), etc..
2. Criterio de selección de información para su uso libre, en forma dirigida o restringida según corresponda, siempre pensando en hacer disponible la mayor cantidad de información posible.

Este componente es base y pilar para el desarrollo de los otros dos componentes descriptos en el esquema anterior y para contribuir a una política de datos abiertos tan demandada por parte de distintos actores del ecosistema.

## 2) Instrumentos de *big data* y minería de datos

Este componente apunta principalmente al análisis de los datos. Las nuevas tecnologías, tanto a nivel de procesos como de equipamientos (monitoreo, automatismos y robotización), nos brindan una potencialidad nunca pensada en la generación y procesamiento de información. Con herramientas de *big data* y minería de datos, tenemos la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos que superan ampliamente la capacidad de procesamiento tradicional y así poder identificar patrones de comportamiento, en relativamente poco tiempo. Esto, sumado a la interoperabilidad de distintas fuentes de datos generadas a distintas escalas, permite analizar los datos a distintos niveles de agregación, generando información nueva que contemple el comportamiento de los sistemas productivos en forma integral y a distintas escalas: en general, a nivel sectorial y regional.

En base a esto, y contando con las grandes bases de datos existentes a nivel nacional (INIA deberá consolidar la suya – eje 1) y la información disponible proveniente de distintas fuentes globales (sensores remotos, pronósticos climáticos, etc.), se deberán consolidar y profundizar los trabajos que ya se vienen realizando en INIA, y en cooperación con otras instituciones, en identificación de información relevante, análisis de anomalías, modelación de escenarios productivos, manejo de temas ambientales, cambio y variabilidad climática, entre otros, información cada vez más necesaria para ajustar los planes de comercio exterior, sanitarios, de emergencias, de organización territorial y productivos.

Esta información agregada genera una gran riqueza tanto para la gestión de sistemas productivos, para la planificación a corto, mediano y largo plazo de los sectores de actividad, como para monitorear, alertar y detectar los problemas actuales y futuros. Es un pilar central para la investigación, la generación de tecnología y el desarrollo de políticas, entre otras acciones. Asimismo, brinda el insumo para generar información a través de modelos y escenarios para los tomadores de decisión y da mayor grado de transparencia a los mercados con la consabida ventaja para la inversión y el volumen de negocios. El disponer de este tipo de información, también contribuye a la generación de políticas públicas adaptadas a diferentes escalas (nacional, regional y local), pudiendo diseñar programas o desarrollos específicos para las necesidades detectadas.

El manejo de información sistematizada de la realidad local es la base para la adaptación o desarrollo de aplicaciones que permitan utilizar la tecnología *Smart* existente, validándola para las condiciones locales. Esto implica promover y facilitar las actividades relacionadas con las TIC, a nivel de investigación y desarrollo, dentro de los sistemas de producción y áreas transversales de investigación.

### 3) Digitalización y automatización de los sistemas productivos

El tercer componente implica, desde el punto de vista de INIA, el continuar con el desarrollo de productos y herramientas que contribuyan a la toma de decisión mediante la integración de microdatos obtenidos de las actividades de investigación o de monitoreos sistemáticos, la información técnica y las mejores prácticas y tecnologías de producción, mediante la digitalización de los procesos agropecuarios. Esto implica utilizar información existente, generar nueva (desde INIA, por terceros o en sociedad) o validar productos, equipamientos o procesos.

En este aspecto, los desafíos actuales para el Instituto son varios:

- a. combinar distintos sistemas de generación de información con aplicaciones de *software* concreto que resuelvan los problemas de los productores agropecuarios, pero que además incorpore de forma sistémica las mejores y más eficientes tecnologías de producción.
- b. la implementación de una plataforma que permita evaluar y validar soluciones digitales en todas las dimensiones de la sostenibilidad y que facilite la adopción como un paquete integral que mejore la eficiencia y rentabilidad de los sistemas productivos y cumpla con los requerimientos que se le exigen a la producción en los mercados actuales y futuros.
- c. promover y catalizar la iniciativa privada en desarrollo de *software* o *hardware*, junto a la información científico-técnica de INIA, enfocado en generar una mayor eficiencia y sostenibilidad de los sistemas productivos del Uruguay.
- d. promover que la adopción de estas nuevas tecnologías sea habilitante para cualquier productor más allá de los conocimientos previos que de esas prácticas se tengan, así como el tamaño de la empresa o nivel educativo.

Estos desafíos implican hacer disponible información a privados, internalizar este rol en la cultura organizacional y del investigador, hacerlo en forma adecuada, repensar la estrategia de negocios y en particular las alianzas con privados, y evaluar todos los componentes de sostenibilidad que se le exigen a los sistemas de producción agropecuaria y la viabilidad económica de la aplicación de estas tecnologías para hoy y para el futuro.

Adicionalmente, se plantea que esta iniciativa sirva como plataforma de demostración de las distintas soluciones (tanto generadas por INIA, como en colaboración y de terceros) y para implementar capacitaciones a distintos actores del sector productivo.

En la Figura 13 se resumen esquemáticamente los objetivos estratégicos definidos para las AgroTIC en INIA.



**Figura 13.** Objetivos estratégicos definidos en el marco del Plan Estratégico en AgroTIC.

Este planteo de trabajo implica cambios estructurales dentro de la organización, pudiendo ser este un proceso paulatino. Sería deseable la creación de un espacio o grupo de trabajo ejecutivo, que coordine con el resto de la organización funcional de INIA y facilite el desarrollo de productos y procesos específicos TIC. Es muy importante que los roles estén bien definidos, potenciando la articulación, con proyectos en cartera, capaces de interactuar con la industria con la cual evidentemente hay que incrementar las oportunidades de asociación.

## 7.2 Cambio estructural

Parece claro que la implementación de estos tres ejes estratégicos supone un cambio estructural dentro de la institución sin que esto implique crear nuevas estructuras rígidas, sino como una forma de optimizar los recursos existentes, potenciar algunas áreas y fundamentalmente definir lineamientos claros en relación con la gestión de la información dentro de INIA.

Sería deseable la creación de un espacio o grupo de trabajo ejecutivo, que coordine con el resto de la organización funcional de INIA y facilite el desarrollo de productos y procesos específicos TIC. Para ello va a ser fundamental el poder trabajar en cinco aspectos fundamentales:

- Identificación y arquitectura de los cambios en la estructura organizacional.
- Identificación y mejora de las capacidades propias y en acuerdos con socios requeridas a corto, mediano y largo plazo.



- 
- c) Internalización e implementación de la estrategia y acciones requeridas para el cambio cultural.
  - d) Mejora de la infraestructura de IT de INIA para poder realizar estas funciones, especialmente de conectividad.
  - e) Propuesta de financiamiento y desarrollo operativo de la propuesta (cómo procesar la propuesta y las capacidades faltantes).

Tenemos el desafío de generar una estructura institucional adecuada (ordenada, flexible, rápida y moderna) para que la confluencia de roles y acciones sea eficaz y respetuosa, para poder llegar al cumplimiento de metas que se proponga la institución. Esto implica articular con internos y externos, tener injerencia en temas de infraestructura, que se complemente con líneas de investigación o servicios desde los distintos sistemas, áreas o unidades y que cuente con el apoyo de la estructura gerencial.

---

## 8. VISIÓN 2030, DESAFÍOS Y OBJETIVOS DE IMPACTO

### 8.1 Discusión y elaboración con grupos de trabajo internos (GTI)<sup>30</sup>

En base a los trabajos que se desarrollaron dentro de la definición del Plan Estratégico Institucional, durante el segundo semestre de 2021 se llevaron adelante reuniones con referentes internos para definir la visión 2030 así como los principales desafíos que implica para nuestro instituto. Asimismo, se avanzó en la definición de objetivos y metas cuantificables (para 2025 y 2030), así como los problemas y oportunidades asociados.

En la Tabla 5 se comparte un resumen de los principales aspectos señalados en el ejercicio de visión 2030 y desafíos identificados (la versión extendida de dicha visión y desafíos queda a disposición en el Anexo 5).

**Tabla 5.** Principales características de la visión 2030 de las AgroTIC en el sector agropecuario y desafíos identificados.

Visión 2030 de las AgroTIC en el sector	Desafíos para INIA
Necesidades incrementales de TIC para procesos productivos cada vez más exigentes en sus resultados y en un contexto cambiante (contexto país).	Desarrollar una estructura institucional adecuada (ordenada, flexible, rápida y moderna).
Alta incorporación de las TIC disponibles para atender la variedad de requerimientos de los subsectores primarios (contexto país).	Internalizar este rol en la cultura organizacional y del investigador.
Una gestión eficiente de datos que responde a un ritmo cada vez más acelerado de captación de información (contexto INIA).	Gestionar y hacer disponible la información generada.
Un engranaje consolidado para el desarrollo ágil y constante de soluciones tecnológicas para el agro (contexto INIA).	Repensar la estrategia de negocios y las alianzas con privados.
Desarrollo de tecnologías y productos de la integración de información disponibles en forma masiva e inmediata para la mejora de la eficiencia y la sustentabilidad de las cadenas productivas (contexto INIA).	Desarrollar protocolos y un espacio de trabajo propicio donde validar tecnologías digitales.
	Evaluar la viabilidad de la aplicación de estas tecnologías en todos los componentes de sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria.

<sup>30</sup> Integrantes del GTI: Diego Sotelo; Cecilia Rachid; Álvaro Otero; Andrés Berger; Fabio Montossi; Alejandro La Manna; Adrián Cal; Claudio García; Juan Manuel Soares de Lima; Schubert Fernández; Guadalupe Tiscornia y Federico Nolla (en una primera etapa), con el apoyo de Nicolás Gutiérrez, Sebastián Oviedo y Bruno Ferraro.

Por otro lado, se definieron los objetivos de impacto, indicadores y metas asociadas con un horizonte a 2025 y 2030. En el siguiente cuadro se resumen esta información (Tabla 6).

**Tabla 6.** Definición de objetivos, indicadores y metas para el área.

Objetivos de impacto	Indicador	Metas cuantificables 2025	Metas cuantificables 2030
Implementar política y estrategia organizacional para las AgroTIC	Cambio organizacional y cultural.	Documento presentado y aprobado por JD. Grupo de trabajo definido y comenzando actividades.	Cambio organizacional estructurado e implementado.
Gestión de la información (conocimiento) generada por la investigación	Documento de definición de la política institucional sobre el manejo, repositorio y organización de la información de base de INIA.	Documento elaborado y sistema de gestión del conocimiento en etapa parcial.	Sistema de gestión del conocimiento implementado.
Contribuir a hacer disponible la información generada por la investigación a la interna y externa	Bases de datos disponibles a la interna. Bases de datos ofrecidas hoy por INIA-Web (ejemplo INASE, GRAS).	Al menos 30 % de información INIA de cada sistema, disponible a la interna. Al menos 10 % de la información INIA disponible a la externa (datos abiertos).	Al menos 30 % de la información generada por INIA en cada sistema productivo, disponible a la externa (datos abiertos).
Contribuir al desarrollo de nuevas herramientas y productos	Protocolo de interacción con externos. N° Apps INIA-Web. N° Apps en colaboración con terceros.	Protocolos definidos e implementado. Al menos 3 nuevos desarrollos de AgroTIC implementados a nivel de los sistemas, siendo al menos 1 en colaboración con terceros.	100 % de las interacciones con externos relacionadas con las AgroTIC establecidas en base al protocolo definido.
Contribuir a la mayor digitalización de los sistemas productivos	N° proyectos/ servicios/ sectores donde se está digitalizando el sistema productivo.	Al menos 2 proyectos relacionados a la digitalización del sector agropecuario en ejecución.	
Validación de AgroTIC propias, de terceros y en colaboración	Protocolo de validación definido. N° de contratos o proyectos de Validación con terceros.	Protocolos definidos e implementados. Al menos una tecnología validada.	100 % de las AgroTIC validadas en base al protocolo establecido.

Consecuentemente se identificaron los problemas y oportunidades, los que fueron agrupados según se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Problemas y oportunidades identificados y agrupados.

PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES			
Organizacionales	Gestión de la información (Valorización de las bases de datos)	Big data y minería de datos (Profundizar la investigación basada en grandes volúmenes de datos)	Digitalización y automatización de los sistemas productivos (Desarrollo y validación)
Arreglo institucional inexistente o poco adecuado para los desafíos relacionados con las AgroTIC.	Necesidad de preservar la información generada por INIA.	Creciente acceso a la información.	Necesidad de protocolos de validación.
Falta de armonización de roles compartidos.	Falta de protocolos, formatos e infraestructura para alojar la información generada en INIA.	Necesidad de capacitaciones a la interna de INIA en nuevas herramientas disponibles (ciencia de datos, modelos, IA, PLN, <i>machine learning</i> , <i>big data</i> )	Muchas empresas que potencialmente van a querer validar sus productos.
Necesidad de definir aspectos estructurales, de gobernanza y operativos.	Falta de incentivos para los investigadores y priorización del tema en la agenda de investigación.	Falta de capacidades para poder interactuar con expertos en ingeniería o empresas privadas	Necesidad de esquemas de negocio INIA-privados.
Escaso dimensionamiento de la fuerza de trabajo.	Necesidad de un catálogo de datos disponibles en INIA para “clientes”.	Necesidad de integrar el conocimiento proveniente de diversas fuentes	Necesidad de recursos humanos de diferentes sistemas, áreas, unidades o gerencias de INIA que apoyen estas acciones.
Necesidad de definir roles claros en AgroTIC.	Necesidad de capacidades para interactuar con los otros eslabones de la cadena		Falta de una plataforma de validación (en EE o en predios privados).
Necesidad de articular a la interna y a la externa.	Necesidad de preservar las autorías.		
Poco vínculo con al sector privado en estos temas.			

## 8.2 Validación de la propuesta con referentes externos

Siguiendo con la metodología empleada para el desarrollo de este plan estratégico se llevó a cabo un taller y numerosas entrevistas con actores externos, a fin de validar y ajustar la propuesta (listado de participantes en Anexo 6).

En el mes de abril de 2022 se realizó el primer taller presencial donde participaron 11 referentes de distintas instituciones: MGAP, FUCREA, BIDLab, Central Lanera Uruguaya, Asociación de Cultivadores de Arroz, FIng de Udelar, Cámara Uruguaya de Fabricantes de Maquinaria Agrícola y empresas de tecnología. En dicha instancia se presentaron y pusieron a discusión los principales aspectos de la propuesta (análisis de ambiente externo e interno, ejes definidos, objetivos y metas, problemas/oportunidades).

Asimismo, se realizó un ejercicio de priorización de los problemas y oportunidades identificados con el objetivo de analizar las visiones del sector público, privado y academia.

Los problemas y oportunidades más priorizados estuvieron relacionados con la necesidad de que INIA interactúe con privados y la definición de planes de negocio para ello, el desarrollo de una plataforma de validación con protocolos establecidos y aspectos relacionados al análisis de la información. Un resumen de dicha priorización puede observarse en el Anexo 7.

Luego se realizaron entrevistas individuales virtuales con referentes nacionales (MGAP, FUCREA, MIEM, ICT4V, ADP) e internacionales (Embrapa, Agritech NZ, IICA) en distintas áreas para intercambiar sobre los ejes estratégicos propuestos y experiencias que pudieran enriquecer nuestros procesos institucionales. En todos los casos, al igual que pasó en el taller presencial, los entrevistados estuvieron de acuerdo con los ejes planteados. Varios de ellos destacaron la necesidad de abordar el eje de gestión de la información INIA de manera prioritaria.

Asimismo, varios de los entrevistados destacaron el trabajo que ha hecho INIA a través del GRAS y manifestaron cierta preocupación en que se descuiden las temáticas que esta unidad aborda. Si bien comparten que es necesario avanzar en los ejes planteados, también resaltan la importancia de seguir trabajando desde el GRAS en el desarrollo de productos, herramientas y alertas que contribuyan a la gestión de riesgos tanto a nivel nacional como predial y mantener la calidad de dichos productos. En este sentido, se considera importante reforzar el área con recursos (humanos y financieros) así como consolidar alianzas con otros actores, especialmente del sector privado, para hacer un uso más eficiente de dichos recursos y potenciar capacidades.

Algunos priorizaron principalmente los dos primeros ejes estratégicos coincidiendo con la necesidad de hacer una buena gestión de la información, haciéndola disponible y accesible, y trabajar en herramientas de análisis que potencien la información que se obtiene. Eso permitiría generar información integrada y relevante para la toma de decisión.

Por último, hay que mencionar el destaque del rol de INIA como un actor clave en el ecosistema de I+D agropecuaria y con capacidad de interactuar tanto con la oferta como con la demanda, pudiendo cumplir un rol de gran importancia a la hora de alinear actores y coordinar estrategias de desarrollo país.

## 9. AGENDA DE I+D INSTITUCIONAL EN AGROTIC

En el marco de la elaboración del nuevo PEI 2021-2025 con visión 2030 y consecuente discusión de la agenda de investigación y desarrollo tecnológico a nivel de los sistemas de producción, se definieron y priorizaron objetivos/metas y problemas/oportunidades en los diferentes Grandes Temas definidos para el nuevo PEI<sup>31</sup>. Uno de éstos corresponde a *AgroTIC y tecnologías convergentes*.

En la Figura 14, se muestran los objetivos y metas planteados para el área de AgroTIC y los problemas/oportunidades asociadas que surgieron de la discusión y priorización en los diferentes sistemas de producción.

De esta forma, en el proceso de priorización e implementación de la agenda de I+D institucional a nivel de los todos los sistemas de producción, teniendo en cuenta estos insumos junto a los obtenidos en el plan estratégico específico para AgroTIC, se configura la agenda de I+D institucional para el desarrollo e implementación de las AgroTIC en INIA (Figura 15). Dicha agenda deberá contemplar capacidades y recursos necesarios para la ejecución de proyectos que atiendan dichos problemas/oportunidades, determinar las líneas de proyectos que mejor se adaptan para cada caso e identificar y consolidar las alianzas necesarias.

<sup>31</sup> Los Grandes Temas definidos en el PEI son: 1) Intensificación sostenible de los sistemas de producción, 2) Sistemas de producción ecoeficientes, 3) Evaluación ambiental de los sistemas de producción, 4) Una salud, 5) Economía y gestión de los sistemas de producción, 6) AgroTIC y tecnologías convergentes.

## AGROTIC Y TECNOLOGÍAS CONVERGENTES

	Objetivos de impacto	Indicador	Metas 2025	Problema / Oportunidad
AZ	Desarrollo, validación y adaptación de sistemas de soporte y datos (SSD) para el manejo y gestión de los componentes del sistema.	- Modelos adaptados. - Funciones de respuesta de sensores. - Aplicaciones. - Base de datos sectorial.	- Completar la calibración y validación del ORYZA y CYCLES. - Calibración de sensores y estado del cultivo. - Al menos una nueva App para el manejo del sistema. - Validación y adaptación de Geotecnologías de nivelación para riego y drenaje del sistema. - Sistematización e integración de bases de datos sectoriales.	Desarrollo de herramientas y sistemas para el monitoreo, seguimiento, manejo de base de datos y toma de decisiones en el manejo del sistema productivo basados en TIC, sensores, aplicaciones etc.
AG	Desarrollo y validación de modelos de predicción y sistemas de toma de decisiones (STD).	- Protocolo de acuerdos de validación e interacción con agentes/instituciones externas. - Modelos de predicción y STD para cultivos/pasturas.	- Mecanismo de uso de BDD institucionales. - Protocolos de validación y calibración de modelos/aplicaciones. - Modelo de predicción y STD para Fusariosis y DON en cereales de invierno nacional. - Modelo de monitoreo y predicción de fenología y rendimiento de cultivos en base a información de mejor resolución espacial y espectral.	Mejorar acceso a bases de datos, y desarrollar sistemas de información y de soporte para la toma de decisiones, seguros agrícolas y certificación para acceso a mercados.
FO	Proveer herramientas que integren nuevas bases de datos para dotar de capacidad analítica orientada a la mejora del Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria Forestal.	Estrategias de vigilancia operativas, volumen de datos ingresado en plataforma.	Plataforma SINAVIFF implementada y validada.	Proveer herramientas que integren nuevas bases de datos para dotar de capacidad analítica, velocidad y flexibilidad orientada a la mejora del Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria Forestal.
FO	Proveer herramientas actualizadas, que integren aspectos climáticos, edáficos, genéticos y de manejo, asociados a la producción de madera y biomasa para la optimización de la gestión de los sistemas forestales.	Número de versiones de los sistemas de apoyo a la gestión.	SAG 4.0 Ecuaciones actualizadas para E. grandis, P. taeda y E. dunnii, (2025), que ofrezcan estimación de biomasa aérea y que consideren variables climáticas y edáficas como motoras del crecimiento.	Contar con herramientas actualizadas, que integren aspectos climáticos, edáficos, genéticos y de manejo, asociados a la producción de madera y biomasa para la optimización de la gestión de los sistemas forestales.
VI	Aplicación TIC para mejorar la sustentabilidad, calidad, eficiencia del uso de los recursos de sistemas productivos y mejora en la calidad de la gestión productiva y ambiental.	Número de técnicas, metodologías, aplicaciones y desarrollos digitales/ automatismos que mejoren la eficiencia del uso de los recursos del sistema y la mejora de la calidad de la gestión productiva y ambiental.	Desarrollo de al menos 1 App para manejo del riego y la nutrición en cultivos hortícolas, frutícolas y citrus.	TIC y herramientas para la toma de decisiones.  Desarrollo de automatización, robotización y mecanización de procesos y tareas.
GE	Desarrollo de herramientas que contribuyan para la toma de decisiones (i.e. a nivel productivo, industrial, o de políticas públicas) contemplando el bienestar animal.	Nuevas herramientas o mejoras implementadas en las ya existentes (e.g. disponibles a nivel web o aplicaciones).	Al menos una nueva herramienta disponible (e.g. sistemas de seguimiento del estado y productividad forrajera, evaluación de estado corporal y calidad de canal). Mejoras en Termoestrés y Índice de enfriamiento para ovinos.	Uso de las TIC para control del ganado y disminución de impacto (abigeato, animales enfermos, etc.) y manejo más eficiente del pastoreo.  Explotar información generada por sistema de trazabilidad (SNIG) y cajas negras.
GE	Incorporación de automatismos en los sistemas productivos (validación, integración, desarrollo con otros).	Protocolo de validación e interacción con agentes/ instituciones externas.	Protocolos de validación e implementación de TIC.	- Tecnología que mejore la eficiencia de producción del capital humano. - Desarrollo de herramientas metodológicas para el fomento de innovación de los productores. - Desarrollo de sistemas sencillos de fácil aplicación.
LE	Sistemas lecheros de precisión incluyendo herramientas de sensoramiento y automatización, y diseños para un mayor bienestar humano.	Sistema de lechería de precisión y sus componentes descripto y validado a nivel de predio experimental.	1 sistema.	Automatización y TIC para la toma de decisiones.
LE	Integración y toma de decisiones basada en información a nivel de predios comerciales.	Número de sistemas/ plataformas de toma de decisiones desarrolladas y validadas a nivel de predios comerciales.	3 sistemas o plataformas.	Integración y toma de decisiones basada en información a nivel de predios comerciales.

Figura 14. Objetivos y metas planteados para el área de AgroTIC y los problemas/oportunidades asociadas, definidos en el marco del Plan Estratégico Institucional 2021-2025 con visión 2030 para cada uno de los Sistemas de producción. Ref.: AZ=Arroz-Ganadería, AG=Agrícola-Ganadero, FO=Forestal, VI=Vegetal Intensivo, GE=Ganadero Extensivo, LE=Lechero.



## 10. COMENTARIOS Y REFLEXIONES FINALES

Los procesos de planificación deben ser dinámicos y permitir a la organización detectar señales y necesidades de ajustes y alinear su estrategia ante los cambios del entorno. El transcurrir un proceso de revisión y discusión de un área estratégica en INIA, de gran importancia para el sector en la actualidad (y seguramente aún más a futuro) como el de las AgroTIC, fue valorado positivamente tanto por actores internos como por externos a INIA.

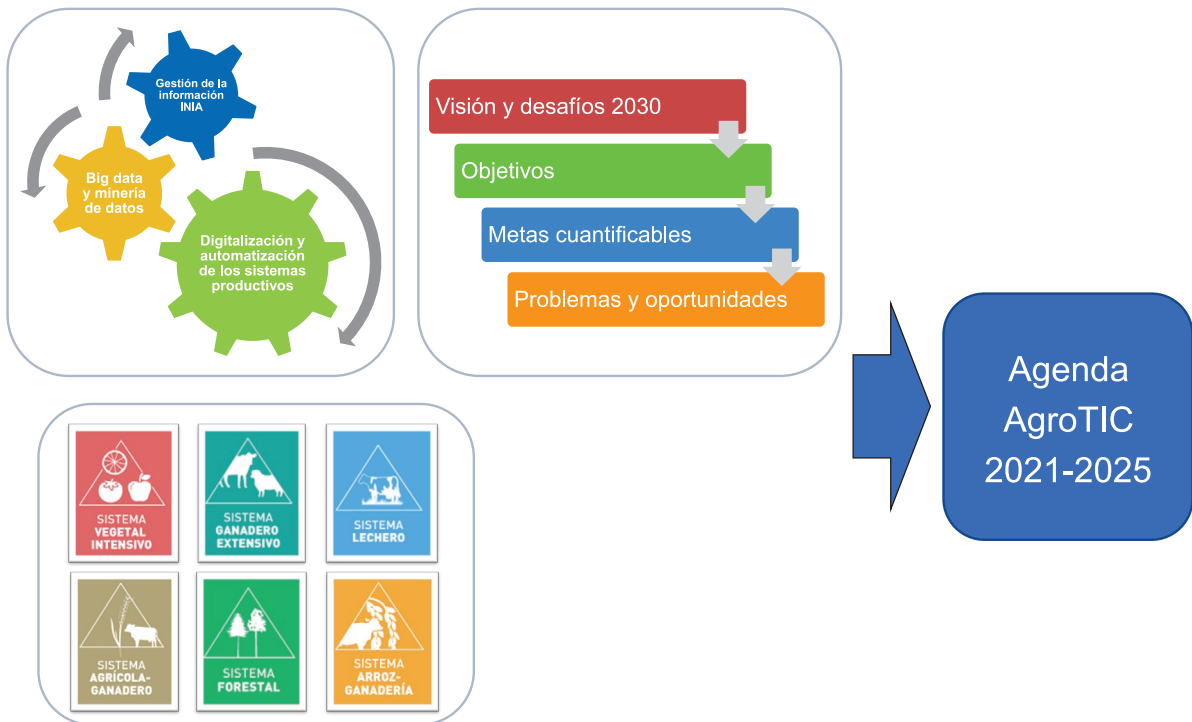


Figura 15. Esquema de la definición de la agenda de I+D INIA en AgroTIC. La misma se configura como resultado de la definición y priorización realizada para el área, así como la realizada a nivel de los sistemas de producción.

En relación con el trabajo realizado para la construcción de este Plan Estratégico en AgroTIC, en el transcurso de este quedó en evidencia la necesidad de que desde INIA se trabaje en la temática de manera estructural, con una visión a largo plazo y en interacción con actores nacionales e internacionales, tanto públicos como privados.

Los tres ejes propuestos en el plan fueron analizados y validados tanto a la interna como a la externa del Instituto, identificando roles y potenciales esfuerzos de dedicación de recursos en cada uno de ellos.

En este sentido se entiende necesario que INIA establezca relaciones con el sector privado, definiendo planes de negocio que sean adaptados a cada caso en particular y que estén en relación con los compromisos y beneficios de cada una de las partes.

Por otro lado, también se enfatizó en la necesidad de que no se descuiden las actividades que viene llevando adelante desde el GRAS y que, incluso, debería ser potenciadas.

El abordaje de los ejes propuestos deberá ser considerado en base a las capacidades, recursos disponibles y necesidades de desarrollo, no solo a nivel institucional sino también a nivel nacional.

La gestión de la información de INIA, en cuanto a la importancia de encontrar mecanismos para hacerla disponible y accesible a la interna y a la externa del Instituto, se entiende como uno de los aspectos prioritarios a abordar.

La integración y análisis de la información brinda la oportunidad de conectar bases de datos provenientes de diferentes fuentes, analizando interacciones y generando insumos relevantes para la gestión y la toma de decisiones. INIA deberá continuar afianzando líneas de trabajo en esta área y consolidar vinculaciones con otras instituciones para capitalizar sinergias y no duplicar esfuerzos.

Por último, es importante también contar con plataformas que permitan validar y sistematizar las mejores tecnologías disponibles para incrementar la eficiencia de los sistemas productivos a través de sistemas inteligentes de gestión de los procesos de producción. El involucramiento del sector privado, especialmente en este eje de trabajo, es fundamental para asegurar el éxito de las acciones.

Para llevar a cabo este proceso de reajuste y consolidación del área en una primera etapa, se deberá disponer de:

- Lineamientos institucionales y recursos para el desarrollo e implementación de un sistema de gestión de la información.
- Colaboración de distintos actores dentro de la institución para el desarrollo de ese sistema de gestión y para asegurar que sea utilizado por todos los colaboradores que generan datos.
- Instrumentos que incentiven, premien o castiguen a los involucrados de acuerdo con las pautas establecidas para la gestión de la información.
- Fortalecimiento de las capacidades institucionales en procesamiento de grandes volúmenes de datos.
- Fortalecimiento de los RRHH con la incorporación de al menos un profesional con base en ingeniería (informática, eléctrica, etc.) para fortalecer la interacción y vinculación con actores del ecosistema.
- Apoyo y colaboración de las estaciones regionales y los sistemas de producción en la implementación de estrategias de validación y desarrollo de distintas soluciones digitales.

## ANEXO 1: Clasificación de tecnologías de agricultura inteligente

PA technologies	Main categories	Systems
Data analysis & evaluation technologies		Management zone delineation
		Decision support system
Precision application technologies	Guidance technology	Auto-guidance systems
		Control traffic farming
	Variable rate application	Variable-rate fertilizer application
		Variable-rate lime application
		Variable-rate manure application
		Variable-rate pesticide application (Map-based system)
		Variable-rate pesticide application (Real-time sensor based system)
		Boom height control
		Variable-rate planting/seeding
		Precision physical weeding
		Precision irrigation and irrigation scheduling
	Data acquisition of environmental properties technologies (NDVI Measurement)	Spectral sensors
		Fluorescence sensors
	Data acquisition of environmental properties technologies (Soil moisture sensors)	Frequency domain reflectometry (FGR)
		Time domain reflectometry (TDR)
		Amplitude domain reflectometry (Impedance)
		Phase transmission
		Time domain transmission
		Tensiometers
		Gypsum blocks
		Granular matrix sensors
	Heat dissipation sensors	
	Machines and their properties	Travel speed sensor
		Tractor sensing systems using ISOBUS
		Unmanned aerial vehicles (UAVs)
		Unmanned ground vehicles (UGVs)
		Farm management information system
		Software for whole farm management, forecasting and crop monitoring
	Data acquisition technologies	GNSS technologies
Differential GNSS		
Real time kinematic (RTK) and Network RTK (NRTK)		
Wide area RTK (WARTK)		
Un-differenced GNSS		
Precise point positioning (PPP)		
Fast PPP (FPPP)		
Mapping technologies		Elevation maps
		Soil mapping
		Yield mapping
		Yield monitor display
Data acquisition of environmental properties echnologies (Camera based imaging)		RGB cameras
		LIDAR sensors
		ToF (IR) cameras
		Light curtains
	Multi/hyper-spectacular cameras	
Thermal cameras		

Fuente: reproducido de Pedersen y Lind (2017<sup>32</sup>)

<sup>32</sup> Pedersen, S. M., & Lind, K. M. (Eds.). (2017). Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer International Publishing.

## ANEXO 2: Clasificación de AgrotIC alternativa propuesta<sup>33</sup>

### 1) Producción y Agricultura Digital

- a) Agricultura de precisión y analítica predictiva
- b) Sensores y tecnologías de monitoreo a campo
- c) Sensores de suelo
- d) Sensores y monitoreo de plagas
- e) Monitoreo animal y recolección de datos
- f) Monitoreo de colmenas y polinización de precisión
- g) Aplicaciones de precisión
- h) Riego de precisión / inteligente
- i) Sistemas, Servicios y Análisis de imágenes
- j) Automatización, robótica y drones (para cultivos extensivos e intensivos).
- k) Predios de “última generación”
- l) Plataformas de monitores basadas en Internet de las Cosas
- m) Plataformas de comercialización de insumos.

### 2) Planificación y gestión predial

- a) *Software* de gestión de cultivos o predial
- b) Gestión de agua
- c) Sistemas de información para gestión predial
- d) Sistemas de Gestión (ERP) para predios y proveedores
- e) Gestión de datos de campo
- f) Gestión de personal
- g) Herramientas de sostenibilidad

### 3) Acceso a mercados y financiamiento

- a) Análisis de tierras (valor, aptitud agrícola, renta, comercialización, etc.)
- b) Pronóstico de rendimientos
- c) Finanzas y seguros
- d) *Marketplace*: Comercio electrónico de productos e insumos
- e) Comercialización / reutilización de desechos y excedentes

### 4) Soluciones integrales: integración y análisis de datos

<sup>33</sup> Realizada a partir de información recabada de Better Food Ventures (2021) y CB Insights (2019)

### **ANEXO 3: Listado de Empresas Vinculadas a las TIC con experiencia en el sector agropecuario uruguayo**

En esta sección se realiza una breve descripción de empresas privadas del área de las TIC que se identifican como posibles socios para el desarrollo de productos tecnológicos, ya sea por tener experiencia en el sector agropecuario o por su interés en trabajar en el mismo.



## **actualred**

Somos una empresa joven, con gran compromiso en el cumplimiento profesional de las tareas, especialista en el desarrollo de productos de software dirigidos al mercado industrial y agro industrial.

Amplia experiencia en GIS, Telemetría e IoT, BigData.

#### **VISIÓN**

Ser referentes en la región sobre las tecnologías de la información y las comunicaciones, permaneciendo constantemente actualizados.

#### **MISIÓN**

Brindar soluciones profesionales dirigidas a la mejora de la gestión de las empresas, facilitando los procesos de producción, medición de eficiencia, control y administración, a través de herramientas adecuadas a las necesidades que permitan aprovechar las tecnologías óptimamente.

Especialista en sistemas de gestión de producción industrial y agroindustrial.

**[http:// www.actualred.com](http://www.actualred.com)**

Tipo de soluciones: Mobile apps, Servicios de desarrollo de software, Soluciones de gestión

Principales industrias: Agro, Forestal, Industria y manufactura

Otras industrsias: Energía, Farmacéutica, Gobierno, Logística



Albasoft es una empresa uruguaya desarrolladora de software para la gestión de plantas frigoríficas.

Con más de 20 años de experiencia en el sector, la madurez de nuestros productos y el conocimiento de nuestros profesionales son el resultado de haber acompañado la industria cárnica uruguaya en su proceso de incorporación de las más modernas tecnologías.

Este proceso de aprendizaje nos permite asesorar y realizar proyectos de implantación de *Software* en un amplio espectro de plantas frigoríficas que puedan diferir en tamaño y procedimientos.

Software ideado para la gestión industrial

AlbaSoft es un sistema de gestión en la nube que permite organizar, recopilar y analizar la información generada en cada etapa del proceso industrial. Esto optimiza los procesos y disminuye costos operativos, mejorando la competitividad de la empresa.

Optimiza los procesos y reduce costos

La información se almacena de forma remota, pudiendo ser accedida desde cualquier dispositivo. La gestión y el acceso ágil a esta información que permite nuestro sistema resulta en la optimización de procesos y en la disminución de costos operativos.

**<http://www.albasoft.com.uy/>**

Tipo de soluciones: Servicios de desarrollo de software

Principales industrias: Agro





AT&G Informática es una de las empresas pioneras en la industria de desarrollo de software en Uruguay. Desde 1979 nuestro equipo trabaja generando sistemas de tecnología abierta enfocados a la gestión contable, administrativa, comercial y financiera de empresas y organizaciones. Nuestra plataforma PSIG y sus herramientas complementarias, son el *software* elegido por quienes necesitan gestionar, planificar y avanzar adaptándose una y otra vez a los escenarios dinámicos de su operativa diaria.

La permanente innovación aplicada al desarrollo de soluciones que anticipan las necesidades de nuestros clientes, un servicio de calidad superior y un soporte técnico sólido, nos han convertido en una marca probada en Uruguay y el mundo. Tenemos como objetivo el desarrollo y suministro de soluciones informáticas de alta calidad técnica aplicadas a todos los aspectos de la gestión empresarial, basada en *software* y servicios profesionales de excelencia, que constituyan un aporte valioso para las empresas que los incorporan.

Mediante nuestra política de calidad cumplimos con los requisitos de nuestros clientes y el mercado basándonos en la comprensión de sus necesidades y expectativas. Utilizamos estándares, tecnologías y procesos que garantizan la estabilidad de nuestros productos y servicios, estos son revisados sistemáticamente de manera de asegurar su mejora continua.

<https://www.atg.com.uy/Home-Page/>



La empresa BQN® (Alassio SA) es una empresa uruguaya, que desde 2002 se dedica al diseño y manufactura de equipos electrónicos, desarrollo de *software*, y servicios informáticos. BQN trabaja sobre soluciones de *hardware* y *software* de manera integrada, a medida de las necesidades del usuario.

El objetivo inicial de la empresa fue el desarrollo de un sistema de captación y procesamiento de apuestas de juegos de Quinielas. BQN desarrolló y fabricó en Uruguay su propio POS (*Point of Sales*) que se comunica vía GPRS/ethernet con un sistema alojado en servidores para vender los Juegos de Quinielas, y una aplicación de PC para que las Agencias de Quinielas gestionen sus ventas, un sistema muy innovador para la época. El producto se llamó Banquinet® y continúa operando en los departamentos de Canelones, Salto y Cerro Largo, actualizándose en forma permanente, incorporando incluso la venta de recargas para celulares.

Luego de ese primer proyecto, la empresa generó un equipo de técnicos para desarrollar *hardware* y *software*, y se embarcó en otros como: una tarjeta adquisidora USB para un proveedor de equipo médico, un *data-logger* de temperatura, un *software* para venta de juegos deportivos en Ecuador y, desde 2010, el lector Baqueano® de RFID para el sector ganadero. Actualmente BQN desarrolla soluciones a medida para las más diversas industrias, como los juegos de azar, la gestión empresarial, el agro, la trazabilidad de animales y bienes, los deportes y la domótica.

Desde que comenzó el sistema de trazabilidad individual obligatoria en Uruguay en el año 2006, una de las principales líneas de negocios de BQN es el desarrollo y comercialización de productos para la trazabilidad del ganado. Comercializa productos para trazabilidad de ganado con la marca Baqueano, líderes en Uruguay con una participación del mercado superior al 50% y con una presencia cada vez más importante en la región, compitiendo con prestigiosas marcas internacionales.

Uruguay es pionero y referente en la trazabilidad ganadera, y BQN está orgulloso de colaborar, con sus productos, para que nuestro país se siga diferenciado. Su propuesta ha sido ir más allá de la trazabilidad obligatoria y aprovechar la identificación electrónica del ganado para hacer, a través de los lectores de caravanas Baqueano, una gestión precisa y práctica de la información de cada animal.

La primer versión del sistema fue reconocida con el Premio Nova 2014 en la categoría TICs, y desde entonces el sistema ha seguido evolucionando. El nuevo sistema "Tero", una plataforma web que se comunica con los lectores Baqueano para permitir manejar la información del ganado de uno o varios establecimientos, permite dar un salto en la gestión de la información del ganado en Uruguay.

<http://bqn.com.uy/>

Tipo de soluciones: Hardware o infraestructura, Producto software, Servicios de desarrollo de software, Soluciones cloud, Soluciones de gestión

Principales industrias: Agro, Entretenimiento, Tecnología

Otras industrias: General



Campo Mercado es una empresa uruguaya dedicada a la comercialización de ganado. Una alternativa que ofrece las comisiones más bajas del mercado, 1,5 % a través de un sistema de venta seguro, transparente y sencillo.

Queremos mejorar los márgenes de negocio de los productores ganaderos poniendo nuestro conocimiento del mercado y las nuevas tecnologías en función de este objetivo.

**<http://www.campomercado.com/>**

Principales industrias: Agro



Eximia fue forjado por un grupo de profesionales del área de las tecnologías de la información, con amplia experiencia en el desarrollo e implementación de *Software* de Gestión, a nivel nacional e internacional. Dado que el principal obstáculo con que se encuentran las empresas en el *software* para la gestión empresarial es su rigidez, decidieron aunar esfuerzos para dar una solución a este problema.

El problema se centra en las cambiantes REGLAS DE NEGOCIO que la dinámica de los mercados imponen, así como en las necesidades crecientes que el ciclo de vida imprime a las empresas exitosas. Un sistema de gestión debe ser capaz de responder eficiente y eficazmente a las siempre cambiantes realidades de los mercados, su regulación tributaria y contable.

Es así que la solución fue desarrollar una aplicación que permita administrar estas reglas de negocio, con la suficiente flexibilidad y facilidad para permitir una respuesta rápida y segura a los cambios. Durante los 2 primeros años se trabajó sin pausa y sin prisa en el desarrollo de núcleo vital de la estrategia de desarrollo de Exima, el motor de reglas de negocio que permite desarrollar *software* con una productividad, velocidad y seguridad hasta 10 veces mayor a los métodos tradicionales y es el elemento diferenciador de Exima.

**<http://www.eximia.com.uy>**

Tipo de soluciones: Soluciones de gestión

Principales industrias: Agro, Gestión de RRHH, Retail

Otras Industrias: Industria y manufactura

# Fate

## SISTEMAS

### MISIÓN

Nos esforzamos para obtener una satisfacción mutua, desarrollando las ideas de nuestros clientes y acompañándolos en el crecimiento de su empresa.

### VISIÓN

Buscamos dar un salto que nos posicione en el interior del país como una empresa líder en soluciones tecnológicas y consultorías informáticas. Apostamos a relaciones duraderas que nos conviertan en un aliado de nuestros clientes ofreciendo soluciones que integren todas las áreas de su empresa.

Los siguientes lineamientos, son los que FATE Sistemas considera imprescindibles para promover su misión y lograr un funcionamiento interno de alto rendimiento.

- Garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información sensible que los clientes comparten con nosotros.
- Trabajar para mantener y mejorar la satisfacción de nuestros clientes, a través de un servicio integral y de rápida respuesta.
- Trabajar con procesos que permitan la identificación de oportunidades de mejora y su correcta implementación, promoviendo este pensamiento en todo el equipo, asegurando así un compromiso total con la mejora continua del Sistema de gestión y su desempeño.
- Cumplir con los requisitos legales y reglamentarios aplicables, así como los de nuestros clientes y los que creamos necesarios para el desarrollo de nuestros productos.
- Mantener y fomentar vínculos con nuestros socios estratégicos y recursos clave.

<http://www.fatesistemas.com.uy>

Tipo de soluciones: Base de datos, ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales), Facturación Electrónica, Herramientas de desarrollo, *Mobile* apps, Productos *software*, Servicios de desarrollo de *software*

Principales industrias: Forestal, *Retail*, Tecnología

Otras industrias: *E-commerce*, Telecomunicaciones



Empresa de consultoría con más de 20 años de experiencia. Desde el conocimiento de negocio genera Soluciones de Misión Crítica para organizaciones de todo el mundo, utilizando los más avanzados conceptos en el desarrollo de *Software* y tecnología disponible, obteniendo el éxito de los proyectos y asegurando los resultados para los Clientes.

Posee un equipo de más de 100 consultores expertos y tecnologías de última generación, además de contar con una vasta experiencia en gerenciamiento de proyectos, desarrollo de soluciones a medida, capacitación, análisis, diseño, seguridad en aplicaciones y *testing*.

K2B es la línea de productos ERP, GRP, y áreas de negocio verticales desarrollado por GeneXus Consulting. Los productos K2B reúnen las mejores prácticas de negocio y la última tecnología disponible brindando a las organizaciones formas más eficientes de operar y de llegar al mercado.

<https://www.genexusconsulting.com/>

Tipo de soluciones: Herramientas de desarrollo, *Mobile apps*, Seguridad, Servicios de desarrollo de software, Soluciones de gestión *Testing* /JA (*Quality Assurance*)

Principales industrias: Agro, Gobierno, Salud

Otras industrias: Energía, Financiera, Logística





Hexa proyecta, dirige, desarrolla e implementa soluciones informáticas o tecnológicas para organizaciones públicas y privadas, locales y del exterior, acompañando a sus clientes en las transformaciones de sus empresas. Hexa creada en el año 1993 cuenta hoy con más de 70 profesionales de tecnología y con clientes y proyectos en Uruguay, Argentina, Brasil, Chile, Venezuela y Estados Unidos. Nuestras soluciones abarcan a las más diversas organizaciones del quehacer productivo y de servicios, tanto para el sector privado como estatal, como ser Industrialización, Producción, Mantenimiento, Cadena de Abastecimiento, Logística, Trazabilidad, Agronegocios, *Retail*, Salud y Servicios.

Algunos de nuestros productos: GdM Gestión de Mantenimiento, *Carflow* Gestión de Alquiler de Vehículos, Depot Master Gestión de Depósitos (WMS), GYM Gestión de Patio de Camiones (*Yard Management*), GdC Gestión de Compras, GCP Gestión de Control de Producción (OEE), GdS Gestión de Salud, GdG Gestión de Granos.

**<http://www.hexa.com.uy>**

Tipo de soluciones: *E-commerce*, *Mobile apps*, Servicios de desarrollo de *software*, Soluciones de gestión

Principales industrias: Agro, Industria y manufactura, Logística

Otras industrias: Educación, Farmacéutica, Gestión de RRHH, Gobierno, *Retail*, Salud, Tecnología, Turismo



ICA es una empresa uruguaya que brinda soluciones informática de alto nivel de elaboración y especificidad a organizaciones públicas y privadas. Para ello ha orientado sus acciones a la integración de información heterogénea y desarrollo de sistemas basados en tecnologías de última generación, especializándose en Sistemas de información Geográfica.

La comunión de tres factores: un equipo técnico experimentado y en continua capacitación, la utilización de las plataformas tecnológicas líder a nivel mundial y una importante experiencia en el desarrollo de soluciones de alto nivel de complejidad, otorgan la tranquilidad de satisfacer ampliamente las necesidades de clientes; cumpliendo con sus requerimientos, colmando sus expectativas y previendo sus necesidades.

Seguramente el hecho de que gran parte de los profesionales que integran ICA sean docentes universitarios, lleva a promover como herramienta fundamental la generación y el perfeccionamiento del conocimiento, considerándolo como base para la innovación, la superación y la búsqueda de la excelencia.

Por todas estas razones es que ICA viene cultivando relaciones de confianza con un número creciente de empresas en América Latina y Europa.

Para brindar servicios y soluciones de excelencia ICA ha conformado un *staff* de la más alta calidad tanto nacional como internacional.

Para el desarrollo de soluciones, ICA se apoya en tecnologías de base de empresas líderes como Esri, Microsoft, Timble, Digital Globe y Airbus, siendo representante de varias de ellas y a su vez es Gold Partner tanto de Microsoft como de Esri.

<http://www.ica.com.uy>



Tipo de soluciones: Big data, Digitalización, Geoposicionamiento y sistema de información geográfica, *Hardware* o infraestructura, Innovación, *Mobile apps*, Procesamiento de imagen, Producto *software*, Servicios de desarrollo de *software*

Principales industrias: Agro, Gobierno , Logística

Otras industrias: Educación, Energía, forestal, Minería, Telecomunicaciones, Turismo



INVENZIS es una empresa dedicada a proveer servicios de consultoría en sistemas informáticos de gestión empresarial con fuerte especialización en SAP.

INVENZIS es SAP Channel, Services and Education partner, con oficinas en Uruguay, Argentina y España. También desarrollamos actividades en otros países de América Latina y Europa.

Hemos estado trabajando con SAP desde hace más de 22 años, coincidiendo con el inicio de las actividades de SAP en la región. Fue parte de la práctica SAP de Unión Fenosa (Soluziona) hasta 2002, cuando sus directores actuales salieron de la empresa y comenzaron con INVENZIS que hoy tiene 14 años.

Principales fortalezas de INVENZIS:

- Centro de desarrollo de SAP localizado en Montevideo
- +130 consultores
- Instructores de las Academias oficiales de SAP en Uruguay
- Consultores SAP de todas las áreas funcionales (ERP, CRM, BI, etc.), áreas de desarrollo (ABAP, Java, SOA, NET, GeneXus) y de operación y administración del sistema
- Localización de Uruguay desarrollada para SAP

<http://www.invenzis.com>

Tipos de soluciones: Auditoría, BPO & KPO, base de datos, CRM/ Sales Force Automation, *E-commerce*, ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales) Herramientas de desarrollo, Innovación, Medios de pago, *Mobile apps*, Seguridad, Servicios de desarrollo de *software*, Soluciones de gestión

Principales industrias: Forestal, Gobierno, *Retail*

Otras industrias: Agro, Energía, Farmacéutica, Industria, manufactura, Minería, tecnología, Telecomunicaciones



Software para la gestión de empresas

SAICO fue fundada en 1984 y se especializa en el desarrollo de *software* para la administración de empresas. Nuestro objetivo es desarrollar y mejorar continuamente los programas más aptos para administrar empresas, de forma tal que los usuarios logren altos niveles de información y de conformidad.

**<http://www.saico.com.uy>**

Tipo de soluciones: Soluciones de gestión

Principales industrias: Agro, Gestión de RRHH, Industria y manufactura

Otras Industrias: Agro, Educación, Energía, Farmacéutica, Forestal, Gestión de RRHH, Gobierno, Industria y manufactura, Logística, Minería, Salud, Tecnología

**ANEXO 4:****Listado de los principales proyectos vinculados al desarrollo de las TIC en la cartera INIA de los últimos dos Planes Estratégicos (PEI 2011-2015, PEI 2016-2020) y las instituciones externas participantes.**PEI 2011-2015

N-7508 - Sistemas de apoyo a la gestión de plantaciones de Eucalyptus (FO\_16\_0\_00) - Andrés Hirigoyen

Sistema Forestal – Programa Forestal

Instituciones: Fagro

N-14944 - Sistema de prognosis con base en árbol individual - Andrés Hirigoyen

Sistema Forestal – Programa Forestal

Instituciones: Cambium

N-4673 - Programa para el desarrollo de estrategias comunes regionales que permitan aumentar la productividad agrícola mediante el empleo de información satelital procesada (GRAS\_05\_0\_0) – Adrián Cal

Sistema Ganadero Extensivo – GRAS

Instituciones: CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina) (Argentina), Agencia Chilena del Espacio (Chile), CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (Paraguay)

N-4560 - Estimación de rendimiento y modelación del crecimiento de los cultivos de soja y trigo a escala predial: caminos para explorar altos potenciales de rendimiento (CS\_09\_0\_00) – Andrés Berger

Sistema Agrícola Ganadero – Programa de Cultivos de Secano

Instituciones: Fagro, Fing, Universidad de Florida (EEUU), ADP S.A. (Uruguay)

N-14251 - Desarrollo de un modelo ganadero mixto como soporte a la toma de decisiones de productores ganaderos e implementación de una red interinstitucional de trabajo y capacitación en el área de modelación (CL\_27\_0\_00) – Juan Manuel Soares de Lima

Sistema Ganadero Extensivo – Programa de Carne y Lana

Instituciones: FUCREA, Plan Agropecuario, Fcien

N-5048 - Conservación de especies nativas de potencial forrajero en áreas con riesgo de erosión genética por pérdida de hábitat por expansión de actividades agrícolas (PA\_08\_0\_00) – Federico Condon

Sistema Ganadero Extensivo – Programa de Pasturas y Forrajes

Instituciones: Fagro, SUL, Plan Agropecuario, UFRGS (Brasil), CIAT (CGIAR)

N-6074 - Intensificación agrícola: impactos y desarrollo de alternativas (SA\_18\_0\_00) – Jorge Sawchik

Sistema Agrícola Ganadero – Programa de Sustentabilidad Ambiental. Instituciones: FUCREA, AUSID

N-10603 - Sistema nacional de identificación de usos agropecuarios del suelo con alto impacto sobre la calidad de las aguas (SA\_27\_0\_00) – Leonidas Carrasco

Sistema Agrícola Ganadero – Programa de Sustentabilidad Ambiental

Instituciones: Polo Agroalimentario Centro Universitario Paysandú, FCIEN

---

PEI 2016-2020

N-18087 - Plataforma de Innovación para mejorar la gestión de la Intensidad de Pastoreo del campo natural y la Sustentabilidad de Sistemas Ganaderos Familiares en Uruguay y Argentina (PF\_09\_0\_00) – Alfredo Albín

Sistema Familiar – Programa de Producción Familiar

Instituciones: Fagro, MGAP, INTA (Argentina), Universidad de Wageningen (Holanda), Fcien

N-19641 - Sostenibilidad de la Cadena Cárnica Uruguaya (SA\_34\_0\_00) – Oscar Blumetto

Sistema Ganadero Extensivo – Programa de Sustentabilidad Ambiental.

Instituciones: INAC, Fagro, Fvet, FUCREA

---

## ANEXO 5: Visión 2030 elaborada por el GTI

1. Necesidades incrementales de TIC para procesos productivos cada vez más exigentes en sus resultados y en un contexto cambiante (contexto país)

El sector agroexportador de Uruguay es de los más competitivos en la economía nacional, y está permanentemente desafiado por sostener y mejorar esta competitividad, principalmente a través de su eficiencia productiva. En este contexto la mejora en la eficiencia en la producción presenta componentes estrictamente biológicos y componentes de gestión, donde la eficiencia en el uso de los recursos naturales y los propios, pueden ser mejorados con el uso de tecnologías, de costos cada vez más bajos y con fuertes impactos en la producción.

Adicionalmente, una ventaja inherente al uso de las TIC es la incorporación de protocolos y procesos en forma sencilla, práctica y de fácil acceso para cualquier usuario sin necesidad de contar con una formación específica. Este último aspecto, en particular en sectores donde la incorporación de tecnología ha tenido dificultades, se favorecerá la adopción de tecnologías intangibles (en general de procesos) de forma sistemática en los procesos productivos, más allá de la mejora de la eficiencia y calidad, por la estandarización y precisión de estas tecnologías en los diferentes procesos. Esto también redundará en una mejora importante en la eficiencia del uso de los recursos lo que implica disminuir el impacto sobre los recursos naturales, mejora en la sostenibilidad y en la resiliencia de los sistemas productivos, así como contribuir en la documentación y certificación de las condiciones ambientales en las que se lleva adelante la producción en Uruguay.

2. Alta incorporación de las TIC disponibles para atender la variedad de requerimientos de los subsectores primarios (contexto país)

El agro avanza rápidamente en la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a un ritmo cada vez mayor, y ya está incorporando distintos aspectos dentro de sus sistemas. Ya sea por la necesidad de aumentar su productividad, por aspectos comerciales o medioambientales, de certificación de productos o por una mejor calidad de vida, el productor agropecuario tiene la oportunidad, en los sistemas de información y gestión, de contar con una herramienta que le permiten ser más eficiente en su actividad. En este sentido, las TIC juegan un papel central, a distintos niveles.

Uruguay tiene un gran desarrollo de la industria del *software*, con empresas de porte internacional en la materia y un sector bastante dinámico en el desarrollo de las TIC. En este sentido, generar sinergias entre los sectores de la industria del *software* y el agropecuario, y complementarlos desde los instrumentos e instituciones públicas, pueden ser de mucho impacto para la economía nacional y para el crecimiento de ambos sectores. Lograr avanzar en esta sinergia puede permitir el desarrollo de tecnología aplicada apropiable y exportable, con gran relevancia para sostener el crecimiento del sector agropecuario en el futuro.

Los mercados agroalimentarios son uno de los más exigentes y de mayor sensibilidad social, entre otras cosas porque están muy vinculados a la salud y a la preferencia de los consumidores, pero también al uso de recursos naturales y al bienestar de los seres vivos. Estos elementos inciden cada vez más en las decisiones comerciales entre países. En este contexto generar una marca país, denominación de origen, certificaciones de calidad, etc., son y lo serán cada vez más, de vital relevancia en el comercio internacional. Las TIC en general y el procesamiento de datos, la transparencia de los procesos y su certificación como forma de mostrarlo al mundo son las claves para el éxito. Estas tecnologías son de importancia hoy y serán claves pensando en el futuro inmediato.



3. Una gestión eficiente de datos que responde a un ritmo cada vez más acelerado de captación de información (contexto INIA)

Por un lado, el INIA posee un banco de datos de más de 50 años de experimentos, a lo que se suma la creciente disponibilidad de información provenientes de sensores automatizados. Por otro lado, y siguiendo la tendencia nacional y mundial, en Uruguay hay cada vez más información pública disponible para desarrollos que integren información, en todos los ámbitos.

Dado que los bancos de datos en las instituciones, por su valor, son considerados un activo intangible, los mismos deben ser manejados y gestionados bajo un plan de manejo de datos. Dichos planes tienen en cuenta el ciclo de vida de la información: i) crear; ii) documentar; iii) usar; iv) guardar; v) compartir; y vi) preservar. INIA gestiona sus bancos de datos de forma de garantizar su calidad, almacenamiento en el largo plazo y que los mismo estén rápidamente disponibles para su análisis e implementación de desarrollos.

4. Un engranaje consolidado para el desarrollo ágil y constante de soluciones tecnológicas para el agro (contexto INIA)

La estructura organizacional de INIA está preparada y propicia los procesos orientados a identificar necesidades u oportunidades de desarrollos, el desarrollo de herramientas de información producto del análisis e integración de información y su disponibilización.

5. Desarrollo de tecnologías y productos de la integración de información disponibles en forma masiva e inmediata para la mejora de la eficiencia y la sustentabilidad de las cadenas productivas (contexto INIA)

El INIA tiene capacidad de integrar información y generar herramientas y tecnologías que incorporen grandes volúmenes de información, buscando la integración de factores productivos orientados a la mejora de la eficiencia y la toma de decisiones, para el desarrollo de productos sustentables y competitivos en el sector primario.

## ANEXO 6: Listado de participantes externos que participaron en talleres, reuniones de trabajo y entrevistas realizadas

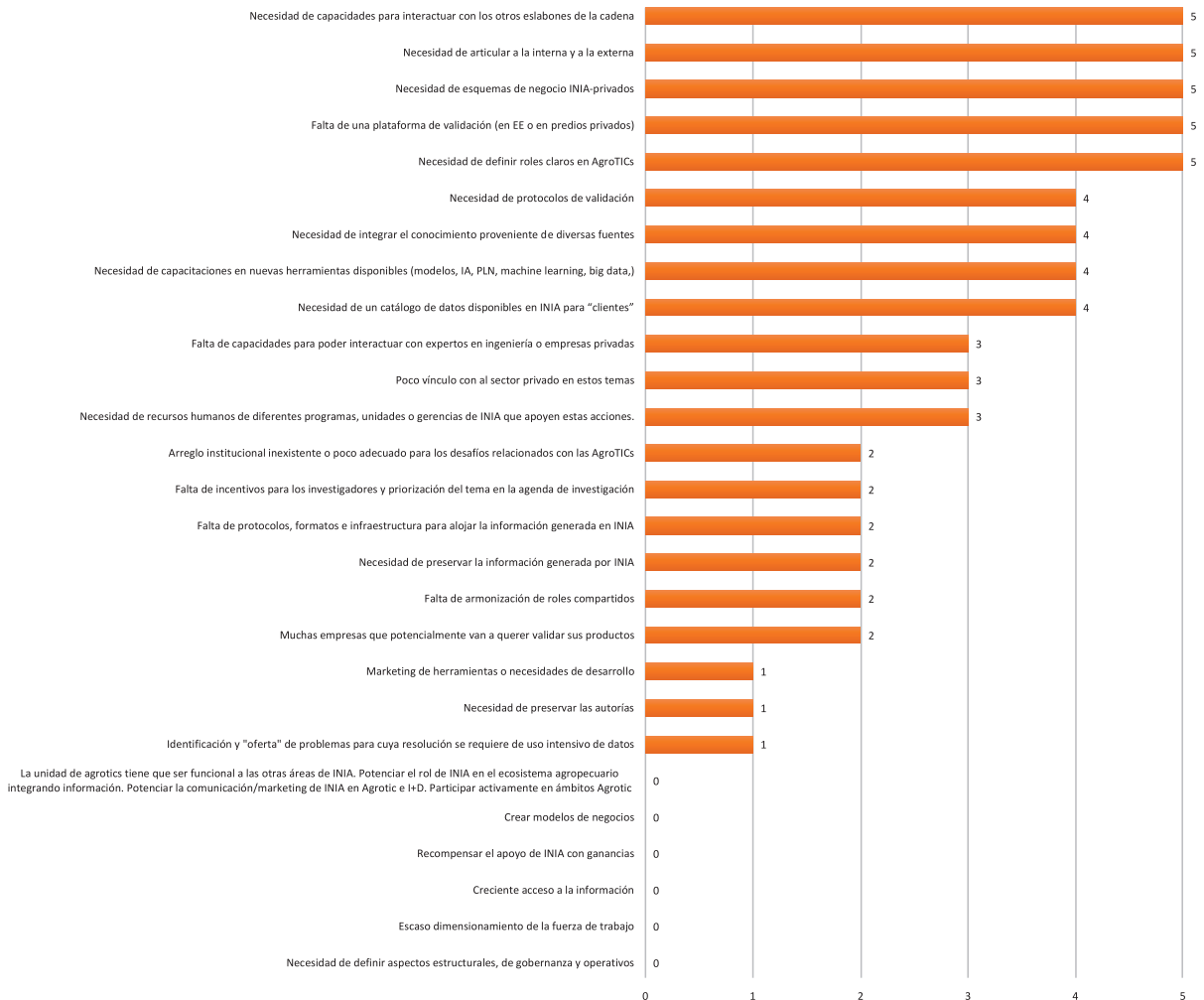
Institución	Nombre	Cargo
Facultad de Ingeniería Udelar	Ing. Antonio Mauttone	Referente Facultad de Ingeniería
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	Lic. Amalia Álvarez	Directora de Promoción de los Sistemas de Información Agropecuaria
BID LAB	Ing. Agr. Ana Castillo	Especialista Senior del BID Lab
FUCREA	Eduardo Vázquez	Técnico
Cámara Uruguaya de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (cufma)	Cecilia Casulo	
Asociación Cultivadores de Arroz	Ing. Agr. María Eugenia Bica	Gerente
San Miguel Global	Ing. Agr. Álvaro Ceriani	Referente Zona Norte
FUCREA	Ing. Agr. Martín Aguirrezabala	Coordinador General
Altech	Ing. Martín Machín	Inversor y Asesor
NERV	Ing. Rodrigo Capdeville	CEO
Central Lanera	Ing. Agr. Diego Saavedra	Gerente General
SUL	Lic. Leonardo Raimondo	Asistente Informático
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	Ing. Agr. Juan Ignacio Buffa	Subsecretario
Sensordata	Gustavo Wyszynsky	
IICA	Federico Bert	
Ministerio de Industria, Energía y Minería	Carolina Gutiérrez	Asesora
Agritech New Zealand	Brendan O'Connell	
EMBRAPA	Geraldo B. Martha	

## ANEXO 7: Ejercicio de priorización de problemas y oportunidades realizado por externos

En los siguientes gráficos se muestran los problemas y oportunidades priorizados según el ejercicio planteado, de acuerdo con el “monto de dinero otorgado” y a la cantidad de votos que recibió cada uno de ellos.



## Total Votos







**INIA Dirección Nacional**

Avda. Italia 6201,  
Ed. Los Guayabos,  
Parque Tecnológico LATU.  
Montevideo  
Tel: 2605 6021  
[inia@inia.org.uy](mailto:inia@inia.org.uy)

**INIA La Estanzuela**

Ruta 50, Km 11  
Colonia  
Tel. 598 4574 8000  
Fax 598 4522 4061  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)

**INIA Las Brujas**

Ruta 48, Km 10  
Canelones  
Tel. 598 2367 7641  
Fax 598 2367 7609  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)

**INIA Salto Grande**

Camino al Terrible  
Salto  
Tel. 598 4733 5156  
Fax 598 4732 9624  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)

**INIA Tacuarembó**

Ruta 5, Km 386  
Tacuarembó  
Tel. 598 4632 2407  
Fax 598 4632 3969  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)

**INIA Treinta y Tres**

Ruta 8, Km 281  
Treinta y Tres  
Tel. 598 4452 2305  
Fax 598 4452 5701  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

[www.inia.uy](http://www.inia.uy)