

## La definición de estándares en la Agricultura 4.0. La Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF) e ISOBUS

*The definition of standards in Agriculture 4.0. The Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF) and ISOBUS*

Vidosa, Regina; Sanz Cerbino, Gonzalo; Jelinski, Federico

 Regina Vidosa

reginavidosa@gmail.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR) /  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y  
Técnicas (CONICET), Argentina

 Gonzalo Sanz Cerbino

camilogx@yahoo.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR) /  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y  
Técnicas (CONICET), Argentina

 Federico Jelinski

felinski25@gmail.com

Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR) /  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y  
Técnicas (CONICET), Argentina

### Pampa. Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 1669-3299

ISSN-e: 2314-0208

Periodicidad: Semestral

núm. 28, e0074, 2023

revistapampa@gmail.com

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/583/5834688006/>

DOI: <https://doi.org/10.14409/pampa.2023.28.e0074>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

**Resumen:** La definición de un estándar común para la interconexión de equipos electrónicos destinados a la producción agrícola constituye un punto nodal en el sendero de convergencia entre la industria de maquinaria agrícola e implementos y las nuevas tecnologías digitales de la Agricultura 4.0. Las estrategias empresariales para la definición de estándares resultan tan importantes como el control, mediante alianzas, adquisiciones y/o fusiones, de las firmas tecnológicas emergentes en las que se desarrollan las nuevas funcionalidades propias de la Agricultura 4.0.

A fin de ampliar nuestro conocimiento sobre la difusión e implementación del estándar ISOBUS y sus implicancias en el sector de la maquinaria agrícola, nos proponemos avanzar en un análisis de los orígenes, el funcionamiento y la composición de la Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF). Utilizamos un enfoque metodológico cualitativo, a partir de la revisión de documentación y análisis bibliográfico de fuentes secundarias académicas, periodísticas y empresariales de diferente índole.

**Palabras clave:** Estándares, Maquinaria Agrícola, ISOBUS, Agricultura 4.0.

**Abstract:** The definition of a common standard for the interconnection of electronic equipment for agricultural production is a nodal point in the path of convergence between the agricultural machinery and implements industry and the new digital technologies of Agriculture 4.0. The definition of standards is as important as the control, through alliances, acquisitions and/or mergers, of the emerging technological firms in which the new functionalities of Agriculture 4.0 are developed.

In order to expand our knowledge on the diffusion and implementation of the ISOBUS standard and its implications in the agricultural machinery sector, we propose to advance in an analysis of the origins, operation and composition of the Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF). We use a qualitative methodological approach, based on the review of documentation and bibliographic analysis of secondary academic, journalistic and business sources of different kinds.

**Keywords:** Standards, Agricultural machinery, ISOBUS, Agriculture 4.0.

## 1. INTRODUCCIÓN

La crisis económica mundial abierta en 2008 impactó fuertemente sobre la industria de maquinaria agrícola. La caída en los precios de las commodities y la consiguiente reducción en la demanda de maquinarias e implementos, generaron una crisis de sobreproducción que afectó particularmente a los grandes jugadores de la rama a nivel global. El tradicional dominio sobre el mercado de grandes multinacionales europeas y norteamericanas, como John Deere, CNH Global o AGCO, fue puesto en cuestión por el ascenso de empresas de origen asiático, como las japonesas Kubota y Yanmar, o la india Mahindra & Mahindra. Mientras las primeras redujeron sus ventas entre 2014 y 2017, las segundas ganaron participación en el mercado. Frente a la crisis y la agudización de la competencia, las empresas líderes a nivel mundial buscaron posicionarse en los segmentos de mercado, de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) orientadas al agro: la agricultura de precisión y la agricultura 4.0 o agricultura digital.

Con la emergencia de la agricultura de precisión en los años 1990, y posteriormente el desarrollo de la Agricultura 4.0, en base a servicios y plataformas de datos, se comenzó a equipar a la maquinaria agrícola (tractores, cosechadoras, pulverizadoras, sembradoras, etc.) con herramientas digitales como sensores remotos, imágenes aéreas, acceso a servidores remotos. En este contexto, las empresas de fabricación de maquinaria comienzan a realizar inversiones en tecnologías de Big Data e inteligencia artificial, así como en la llamada “agricultura de precisión”. En efecto, la cadena de fabricación industrial de maquinaria agrícola se reestructura incorporando nuevas actividades: proveedores de módulos electrónicos, plataformas digitales y servicios de big data, aguas arriba (Lavarello et al., 2019).

En este escenario, los grupos globales de la industria de maquinaria agrícola comienzan a desplegar diferentes estrategias para la incorporación de las nuevas capacidades tecnológicas (ETC, 2019). En particular, durante los últimos años, las firmas compiten y/o se alían por la centralización de los datos para diversificar servicios complementarios y garantizar la fidelización de sus clientes (Langard et al., 2022; Lavarello et al., 2019). A su vez, con la creciente combinación de tecnologías y elementos diferenciados, se profundiza la necesidad de implementar estándares de comunicación electrónica que garanticen la interconexión entre los nuevos dispositivos agrícolas (IoF2020, 2018; Iglesias, 2015). En este contexto, es predecible que aquellos grupos -o alianzas- que comanden la propiedad y estandarización de los datos sean quienes tengan mayores posibilidades de captar las ganancias extraordinarias o rentas de innovación que se generen con la difusión de las nuevas tecnologías (ETC, 2019; Wolfert, et al., 2017; Vidosa et al., 2022).

En paralelo a la intensificación de la competencia se abrieron también espacios de cooperación centrados en la necesidad de definir normas comunes de interconexión para la maquinaria agrícola y los dispositivos asociados a ella (Vidosa et al., 2022; CEMA, 2017; Wolfert, 2018). La difusión de estándares abiertos posibilita una organización modular de la electrónica asociada a la maquinaria agrícola y los implementos, permitiendo el uso de una única terminal para el control de todos los equipos y la plena compatibilidad en la transferencia de datos. Esto facilita, en primer lugar, la interconexión entre equipos de diferentes proveedores y la reutilización de dispositivos, lo cual generaría un menor costo de adquisición e instalación y un mayor aprovechamiento de los datos agronómicos, dando lugar a incrementos de productividad a partir de la mayor automatización y eficiencia en los procesos productivos en la agricultura.

Por esta razón, luego de un período de coexistencia de estándares privados, algunas firmas comenzaron a promover, desde la década de 1990, la adopción de estándares comunes. Las primeras iniciativas en este sentido se desarrollaron en Alemania y Estados Unidos, que en los '80 y '90 desarrollaron las normas DIN

9684 y SAE J1939, para la interconexión de vehículos y maquinaria agrícola en el primer caso, y para vehículos pesados en el segundo. Ya en la década de 1990 comenzó a promoverse un estándar internacional, la norma ISO-11783, conocida también como ISOBUS. Un Sistema de Bus Abierto de Implementos que funciona como un protocolo internacional y abierto de comunicación electrónico, permitiendo que los diferentes componentes de la maquinaria agrícola, como el tractor e implementos, se comuniquen y compartan información. De esta forma los datos de un componente pueden ser utilizados por otro, a la vez que posibilita que diferentes marcas de maquinaria puedan trabajar juntas, lo que significa que los usuarios pueden combinar diferentes equipos, de distintos fabricantes, en una única pantalla de control (para más detalle consultar Vidosa et al., 2022; Iglesias, 2015; IoF, 2020).

En detalle, la norma ISOBUS se basó en tecnología desarrollada por la empresa noruega de sembradoras e implementos Kverneland, cuya patente fue liberada a mediados de los '80 para avanzar en la interconexión de los equipos. Desde inicios de la década de 2000, distintas asociaciones nacionales como la North American ISOBUS Implementation Task Force (NAITF) o el Implement Group ISOBUS (IGI), promovidas por cámaras empresarias, intentaron regular la implementación de ISOBUS. Pero la complejidad del estándar, las diferentes interpretaciones posibles de sus funciones y el surgimiento de problemas de compatibilidad llevaron a los distintos promotores a aunar esfuerzos. Es así que en 2008 se creó la Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF), una iniciativa internacional dedicada a promover, definir las directrices de implementación y realizar mejoras tecnológicas en el estándar ISOBUS, al tiempo que se ocupaba de certificar el correcto funcionamiento de los equipos que operaban bajo el mismo (Vidosa et al., 2022; Cereseto y Giobergia, 2016; Van del Vlugt, 2013).

En consonancia con lo que plantea Teece (2018) respecto a la importancia que adquieren los estándares en la economía digital (superior a la que tenían en el “viejo mundo industrial”), observamos que intervenir en la definición del estándar parece ser una preocupación creciente en los grandes jugadores en el mercado de maquinaria agrícola e implementos. De hecho, algunas adquisiciones recientes dan cuenta de esta preocupación (Langard et al., 2022). En 2012 la empresa de maquinaria agrícola japonesa Kubota adquirió Kverneland, pionera en el desarrollo de ISOBUS, lo que les permitió a su vez ingresar en AEF. En 2017, la empresa especializada en agricultura de precisión Trimble adquirió Müller Elektronik, una de las mayores especialistas mundiales en ISOBUS. A fines de 2021 CNH Global adquirió la empresa NX9, especialista en ingeniería de software, a fin de optimizar la implementación de ISOBUS en sus equipos ([www.interempresas.net](http://www.interempresas.net), 3/12/21; [www.profesionalagro.com](http://www.profesionalagro.com), 30/9/2019). En definitiva, se observan importantes reestructuraciones en la industria global de maquinaria agrícola, cuyo norte es facilitar la convergencia con las tecnologías digitales y posicionarse en los nuevos segmentos de mercado de la denominada Agricultura 4.0. Las adquisiciones y alianzas entre empresas multinacionales de maquinaria agrícola y agricultura de precisión sirven también a las empresas líderes para avanzar en la definición de los estándares que coordinan las interfaces entre sistemas técnicos crecientemente conectados, permitiendo también la aparición de plataformas globales de datos agronómicos (Lavarello, et al., 2019).

Aunque el mundo parece avanzar hacia la adopción de un único estándar para la interconexión de equipos agropecuarios, en algunos países de América Latina, y en particular en Argentina, la difusión del estándar ISOBUS prospera lentamente. En este contexto resulta pertinente entonces preguntarnos quiénes están interviniendo en el proceso de definición de estándares a nivel global y qué implicaciones tiene ello para países en desarrollo. A tal efecto, en este trabajo, nos proponemos avanzar en un análisis de los orígenes, el funcionamiento y la composición de AEF: ¿Cómo se organiza AEF? ¿Qué países y/o empresas promueven e integran esta iniciativa y quiénes se suman a ella con el transcurso del tiempo? ¿Qué grado de control y/o decisión tienen sobre la organización los diferentes tipos de miembros? ¿Cuáles son las barreras para el ingreso a AEF? ¿Qué posiciones ocupan las empresas en la definición del estándar ISOBUS, según su actividad principal y el lugar que ocupan en la trama productiva en la que se insertan? ¿Qué grado de participación

tienen en ella las instituciones y/o empresas de países en desarrollo, y qué implicancias tiene para ellos la forma en que se organiza la adopción de este estándar?

La definición de un estándar común para la interconexión de los equipos electrónicos destinados a la producción agrícola constituye un punto nodal en el sendero de convergencia entre la industria de maquinaria agrícola e implementos y las nuevas tecnologías digitales en el marco de la Agricultura 4.0. La estrategia para superar la crisis de las multinacionales que dominan este mercado se orienta hacia el control de estas tecnologías, para posicionarse en los nuevos segmentos que se abren con ellas. La definición de la tecnología, algo que se dirime, en parte, en asociaciones como AEF, es tan importante en el marco de esta estrategia, como el control, mediante alianzas, adquisiciones y/o fusiones, de las empresas tecnológicas emergentes en las que se desarrollan las nuevas funcionalidades propias de la Agricultura 4.0. Y la forma en que este proceso se realice no resulta inocua para los países en desarrollo, dado que no es lo mismo definir las reglas del juego que verse obligado a aceptarlas.

## 2. MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Los procesos de estandarización han sido abordados por diferentes estudios en el marco de la economía de la innovación. Según estos trabajos, la estandarización permite la cooperación entre diferentes empresas y la interoperabilidad entre equipos frente a la difusión de nuevas tecnologías (Gandal, 2002), en particular en las TIC, en donde se complementan múltiples tecnologías y elementos diferenciados (Kano, 2000; Teece, 2018). A su vez, la competencia por estándares tecnológicos puede facilitar procesos de innovación descentralizados, que eviten la apropiación mayoritaria de rentas por parte de los innovadores dominantes (Antonelli, 1988), entendiéndolos a estos protocolos como un bien público que puede ser producido y regulado por una variedad de actores -empresas, gobiernos y organizaciones- (David y Greenstein, 1990). No obstante, el establecimiento de requerimientos tecnológicos también puede beneficiar preferentemente a las grandes empresas ya establecidas y limitar, a su vez, la entrada de nuevos competidores en el mercado (Farrell y Saloner, 1985), según se trate de estándares abiertos o cerrados. En estos últimos, una empresa controla la tecnología subyacente y el estándar. A partir de su poder de mercado, la firma impone las normas para mantener su posición dominante. Con los estándares abiertos, la tecnología subyacente está disponible públicamente y se rige por un proceso de desarrollo colaborativo y consenso entre múltiples actores, reduciendo la injerencia del poder de mercado de las empresas dominantes. Sin embargo, a pesar de que los estándares abiertos permitan un mayor acceso y participación de una variedad de actores -incluyendo PyMEs, instituciones de CyT y desarrolladores individuales-, la definición y difusión de estos pueden estar comandados por grandes empresas que tienen la capacidad de influir en la dirección y el ritmo de la estandarización, beneficiando principalmente sus intereses y limitando la competencia. De modo que incluso la promoción de normas abiertas debe estar regulada y monitoreada para garantizar la competencia y la innovación (Teece, 2018).

En cuanto al enfoque metodológico del trabajo es de tipo cualitativo. Los datos se recolectaron a partir de la revisión de documentación y análisis bibliográfico de fuentes secundarias académicas, legales, periodísticas, empresariales y de organismos internacionales de diferente índole. A partir de los datos recabados se reconstruyó la historia de AEF, para lo cual se hizo una revisión de la página web de la asociación, información periodística, portales especializados y las páginas web de las empresas y asociaciones que la integran y/o integraron. Para el análisis de la composición y el funcionamiento de la organización, se revisaron los documentos que describen los diferentes tipos de membresía, la integración de los grupos de trabajo, su jerarquía, obligaciones y responsabilidades. Asimismo, se construyó una matriz en la cual se clasificó a la totalidad de los miembros.<sup>[1]</sup> A partir de ello, se elaboró una clasificación de los miembros de AEF, según tipo de membresía, región de localización, el sector económico al que pertenecen, y el tipo de organización -empresa, cámara empresaria, organización de ciencia y técnica- que representan. Por otro lado, los datos cuantitativos se procesaron y analizaron mediante la elaboración de estadísticas descriptivas y su expresión



gráfica. Para la validación interna de las variables, se realizaron entrevistas no estructuradas a informantes claves.

### 3. LOS ORÍGENES DE AEF

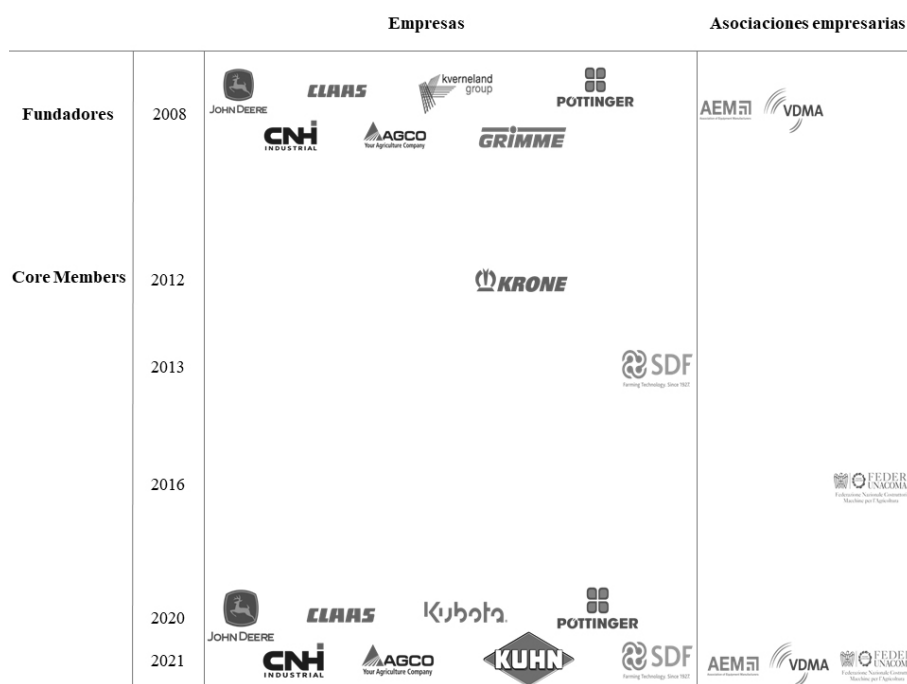
La Agricultural Industry Electronics Foundation (AEF) es una asociación internacional fundada en 2008 cuyo principal objetivo es promover la estandarización de los sistemas de interconexión de los componentes y equipos electrónicos en la maquinaria agrícola, centrados en la norma ISOBUS. Desde ese momento, AEF es la encargada de definir las directrices para la implementación y certificación de ISOBUS de una manera estructurada, así como también de la coordinación en las mejoras tecnológicas sobre el estándar mediante la conformación de diferentes grupos de trabajo integrados por sus asociados. En la actualidad, AEF cuenta con más de 200 asociados<sup>[2]</sup>. Se trata mayormente de empresas fabricantes de maquinaria agrícola, implementos, componentes electrónicos y software, aunque también son miembros instituciones educativas, instituciones de ciencia y técnica y cámaras empresariales.

Al momento de su fundación, en AEF confluyeron distintas iniciativas nacionales tendientes al mismo objetivo, surgidas en la década previa, como la North American ISOBUS Implementation Task Force (NAITF), el Implement Group ISOBUS (IGI) o la brasilera Força Tarefa ISOBUS. De estas iniciativas, que a partir de 2008 terminarán subsumidas en AEF, las más importantes son NAITF e IGI. El IGI se conformó en el año 2000, por iniciativa de la Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), la asociación alemana de ingeniería mecánica, con el fin de promover la utilización del estándar ISOBUS. Con el mismo fin, en 2002, se conformó NAITF en el marco de la Association of Equipment Manufacturers (AEM), la asociación de fabricantes de equipos norteamericana. Ambos grupos iniciaron una cooperación que culminó en 2008, con la conformación de AEF. El rol que tuvieron en la conformación de AEF tanto VDMA como AEM se verifica en que ambas fueron las únicas asociaciones que participaron de su fundación, y que desde ese momento hasta el día de hoy forman parte del selecto grupo de los “miembros principales” (Core Members<sup>[3]</sup>) de AEF (Van del Vlugt, 2013; Freesmeyer, 2005).

Además de AEM y VDMA, de la fundación de AEF participaron siete empresas trasnacionales dedicadas a la fabricación de maquinaria agrícola e implementos: John Deere, CNH, CLAAS, AGCO, Kverneland Group, Grimme y Pöttinger. Las cuatro primeras, que continúan siendo al día de hoy Core Members de AEF, lideran el mercado mundial de maquinaria agrícola. Dos son de origen norteamericano (John Deere y AGCO), una italiana (CNH) y una alemana (CLAAS). En el año 2007 estas empresas se encontraban entre las primeras cinco líderes en ventas a nivel mundial, y para 2017 solo CLAAS había sido desplazada al sexto lugar por las empresas japonesas en ascenso. Las otras tres empresas que participaron de la fundación de AEF, dedicadas también a la fabricación de maquinarias e implementos agrícolas, son de origen europeo (Kverneland Group es de origen noruego, Grimme de origen alemán y Pöttinger es austríaca). Dedicadas a la producción de máquinas y equipos para cultivos específicos (como la producción de papa y remolacha en el caso de Grimme), tienen un desarrollo regional concentrado sobre todo en el mercado europeo. El caso de Kverneland reviste particular importancia, ya que como señalamos, era el desarrollador original de la tecnología en que se basó ISOBUS (Lavarello et al., 2019; Vidosa et al., 2022; [www.aef-online.org](http://www.aef-online.org)).

La mayoría de las empresas y asociaciones fundadoras de AEF se mantuvieron hasta el día de hoy como Core Members, con pocos cambios (ver Figura 1 y Tabla 1). Las dos asociaciones, AEM y VDMA, mantuvieron ese estatus desde 2008 hasta la actualidad. Lo mismo sucedió con las cuatro empresas principales: John Deere, AGCO, CLAAS y CNH, que mantuvieron el status de Core Members desde la fundación de AEF hasta hoy. En 2013 ingresó como Core Member de AEF una nueva empresa, Same Deutz Fahr, de origen italiano, que ocupaba el puesto 7 en el mercado mundial de maquinaria agrícola en 2007, y el puesto 8 en 2017. En el 2012 Kverneland Group fue adquirida por Kubota, empresa japonesa en ascenso que en 2007 ocupaba el puesto 4 en ventas en el mercado mundial de maquinaria agrícola y en 2017

trepó al puesto 3. Sin embargo, recién en 2020 Kubota se incorporó formalmente a los Core Members de AEF, reemplazando a Kverneland. El caso de Grimme es particular, ya que su representación en AEF era compartida con otras empresas. Grimme es parte de una asociación dedicada a la promoción de ISOBUS y a la fabricación de terminales que operan bajo ese estándar, el Competence Center ISOBUS (CCI). Fundada en 2009, de esta iniciativa participaron unas seis empresas de maquinarias e implementos agrícolas de origen europeo: Amazone, Grimme, Krone, Kuhn, Lemken y Rauch. Por esa razón, la representación de este consorcio dentro los Core Members de AEF ha ido cambiando. Desde 2008 hasta 2012 la representación estuvo en manos de Grimme; desde ese momento y hasta 2020 la asumió la empresa alemana Krone, y a partir de 2020 la representación del CCI en AEF quedó a cargo de la empresa de origen francés Kuhn, que es parte del grupo suizo Bucher. Algo similar sucedió en el caso de Pöttinger, que a partir de 2020 comenzó a representar un consorcio de tres empresas europeas: Amazone (que dejó de pertenecer a los miembros principales del CCI), Horsch y Pöttinger. Finalmente, en relación a las asociaciones, el único cambio es la incorporación en 2016 de la Federazione Nazionale Costruttori Macchine per l'Agricoltura (Feder UNACOMA), la federación italiana de fabricantes de maquinaria agrícola (Lavarello et al., 2019; www.aef-online.com; www.cc-isobus.com; www.federunacoma.it; www.sdfgroup.com; www.kubota.com).



**Figura 1**  
 Miembros fundadores y evolución de los Core Members de AEF, 2008-2021  
 Elaboración propia en base de fuentes citadas

| Empresa (división)             | País de origen  | Año 2007                      |                 | Año 2014                      |                 | Año 2017                      |                 |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
|                                |                 | Ventas de Maquinaria Agrícola | % en el mercado | Ventas de Maquinaria Agrícola | % en el mercado | Ventas de Maquinaria Agrícola | % en el mercado |
| John Deere                     | EEUU            | 12.121                        | 15,50%          | 26.380                        | 34,60%          | 20.167                        | 23,80%          |
| CNH Global                     | Italia          | 9.948                         | 12,70%          | 15.204                        | 20,00%          | 11.130                        | 13,20%          |
| AGCO                           | EEUU            | 6.828                         | 8,70%           | 9.724                         | 12,80%          | 8.307                         | 9,80%           |
| Kubota                         | Japón           | 5.458                         | 7,00%           | 8.400                         | 11,00%          | 10.760                        | 12,70%          |
| CLAAS                          | Alemania        | 3.380                         | 4,30%           | 3.821                         | 5,00%           | 3.761                         | 4,40%           |
| Yanmar                         | Japón           | 2.821                         | 3,60%           | 3.905                         | 5,10%           | 4.596                         | 5,40%           |
| Same Deutz-Fahr                | Italia          | 1.262                         | 1,60%           | 1.210                         | 1,60%           | 1.212                         | 1,40%           |
| Mahindra & Mahindra            | India           | 1031,7                        | 1,50%           | 2.824                         | 3,70%           | 3.099                         | 3,70%           |
| Iseki & Company                | Japón           | 1.138                         | 1,50%           | 1.010                         | 1,30%           | 1.169                         | 1,40%           |
| Bucher (Kuhn)                  | Suiza / Francia | 774                           | 1,00%           | 958                           | 1,30%           | 909                           | 1,10%           |
| Kverneland                     | Noruega         | 711                           | 0,90%           |                               |                 |                               |                 |
| Total Estimado industria (1)   |                 | 78.100                        |                 | 76.140                        |                 | 84.600                        |                 |
| Participación 4ª primeras (c4) |                 |                               | 44,00%          |                               | 78,40%          |                               | 59,50%          |
| Participación 6ª primeras (c6) |                 |                               | 55,00%          |                               | 93,90%          |                               | 74,50%          |

Tabla I

Principales empresas de producción de maquinaria agrícola (cantidad de ventas y % de mercado), 2007-2017  
Lavarello et al., 2019

Como se observa, la iniciativa para constituir una asociación internacional encargada de promover y regular la estandarización de los protocolos de interconexión entre maquinaria, equipos y componentes agrícolas bajo la norma ISOBUS partió de las empresas transnacionales de origen europeo y norteamericano que lideran el mercado mundial de maquinaria agrícola y de las asociaciones empresarias que los representan. De las diez empresas que lideran el mercado mundial de maquinaria agrícola, encontramos cuatro entre las siete fundadoras de AEF (John Deere, CNH, AGCO y CLASS). Estas empresas se mantuvieron como *Core Members* de AEF hasta el día de hoy. El grupo de los *Core Members* de AEF se amplió poco entre 2008 y 2021, pero lo suficiente para permitir el ingreso de otras empresas del top ten del mercado mundial de maquinaria agrícola. En 2009 se crea el grupo CCI, lo que permite el ingreso a los *Core Members* de Kuhn-Bucher (una de las seis integrantes de CCI), empresa que ocupaba en 2007 y 2017 el puesto 10 en ventas. En 2013 ingresó como *Core Member* Same Deutz-Fahr, de origen italiano, otra empresa líder. Y en 2012, con la adquisición de Kverneland por parte de Kubota, se completa un panorama en el que siete de las diez empresas que lideran las ventas en el mercado mundial de maquinaria agrícola forman parte de los *Core Members*, el grupo que dirige los destinos de AEF. La clara presencia de las líderes del mercado de maquinaria agrícola no deja de presentar un sesgo: dentro del ranking de ventas encontramos dos empresas estadounidenses, cuatro europeas, tres japonesas y una india. De ellas, las dos norteamericanas y las cuatro europeas forman parte de los *Core Members* de AEF, pero de las asiáticas solo una de ellas lo hace (y su ingreso formal es tardío, recién en 2020). La empresa japonesa Yanmar, que entre 2007 y 2017 ascendió del puesto 6 al 5 en el ranking mundial de ventas, relegando a CLASS; la empresa india Mahindra & Mahindra, que ascendió del puesto 8 al 7 en el mismo período, desplazando a Same Deutz-Fahr; y la japonesa Iseki & Company, que pasó del puesto 9 al 8, igualando en ventas a Same Deutz-Fahr, son las únicas empresas entre las diez líderes en el mercado mundial que no integran la dirección de AEF. Claramente, el control del proceso de estandarización a partir de la norma ISOBUS recae sobre las empresas europeas y norteamericanas que lideran el mercado mundial de maquinaria agrícola, hecho que termina de verificarse cuando observamos el origen de las tres asociaciones empresarias que completan el grupo de los *Core Members* de AEF: dos son europeas (VDMA y Feder UNACOMA) y la otra es norteamericana (AEM).

#### 4. OBJETIVOS Y FUNCIONES DE AEF

Tras casi 20 años de aplicación y desarrollo, ISOBUS se ha convertido en un elemento clave en el diseño de la maquinaria agrícola moderna. No obstante, aún coexisten factores que impiden una introducción rápida y sin problemas de los productos ISOBUS en el mercado, entre los que se destacan la complejidad de la norma, la rápida evolución de la tecnología digital, el ciclo de vida de los componentes y el correspondiente retorno de las inversiones (Bucci, 2020). Con el objetivo de crear una interpretación común de la norma, e impulsados fundamentalmente por los factores que limitaban la difusión de ISOBUS, se creó AEF. La asociación se encarga de definir las directrices para la implementación y certificación de ISOBUS de una manera estructurada, así como de la coordinación de las mejoras tecnológicas sobre el estándar (bus de alta velocidad, conectividad inalámbrica entre dispositivos, conectividad con la nube, interface de datos extendida con el sistema de gestión de información, entre otras).

En cuanto a la implementación del estándar, AEF delimita una serie de criterios mínimos: para que un dispositivo electrónico sea catalogado como ISOBUS compatible debe implementar y certificar las partes 2, 3, 5 y 12 de la norma obligatoriamente (para más detalles ver Vidosa et al. 2022; IoF2020; Iglesias, 2015). En términos de garantizar su cumplimiento, AEF requiere que los productos sean evaluados mediante un test de conformidad que solo puede realizarse en los laboratorios de pruebas oficiales. Al respecto, las empresas que quieran certificar sus productos deberán adquirir una licencia de prueba de conformidad, bajo una tarifa de licencia única de 10.800 euros al año, una cuota de licencia múltiple de 3.400 euros por cada certificación adicional o una tarifa plana por 24.300 euros al año. Sólo cuando un producto ha pasado la prueba oficial de conformidad de AEF obtiene la certificación y es publicado en la base de datos de la asociación.

Como se deduce, resulta clave el papel de los laboratorios de pruebas, pero AEF solo cuenta con cuatro de ellos autorizados a certificar ISOBUS: Reggio Emilia Innovazione (Reggio Emilia, Italia); TCI - Centro de Pruebas ISOBUS (Osnabrück, Alemania); NTTL - Nebraska Tractor Test Laboratory (Lincoln, Nebraska, USA) y DLG (Gross Umstadt, Alemania). Tales centros cuentan con una larga trayectoria en el desarrollo de estándares. El Nebraska Tractor Test Laboratory, por ejemplo, tiene un rol fundamental en la definición de normativas para la fabricación de tractores en Estados Unidos, estableciendo protocolos estándar de funcionamiento y de diseño desde 1919. Convertirse en un laboratorio aprobado para la certificación de ISOBUS no es sencillo. Se debe contar, en principio, con una base de conocimiento tecnológico-normativa, que AEF corrobora a partir de un proceso de acreditación que se define según la norma ISO-17025.

De lo expuesto se deriva que a los requerimientos financieros para la certificación se suman otros impedimentos que afectan en particular a las empresas localizadas en regiones donde no existen laboratorios oficiales, como Asia o América Latina. Para obtener la certificación ISOBUS otorgada por AEF las empresas de estos países no solo deben enfrentar los altos costos de las licencias, sino también las dificultades logísticas de hacerlo en los escasos laboratorios existentes en los países centrales, ante las limitaciones para montar y acreditar un laboratorio propio en su región.

#### 5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE AEF

Para noviembre de 2021, AEF cuenta con 237 afiliados. Se trata mayormente de empresas fabricantes de maquinaria agrícola, implementos, componentes electrónicos y software, aunque también son miembros instituciones educativas, instituciones de ciencia y técnica y cámaras empresariales. Si bien la participación de los asociados en AEF es abierta y voluntaria, tanto los requisitos de afiliación, como la estructura organizacional de la asociación pueden interpretarse como un impedimento para algunos actores del sector, a la vez que delimitan las responsabilidades y derechos en la organización bajo una estructura fuertemente asimétrica.



En detalle, la AEF ofrece dos categorías de afiliación denominadas *Core Members* (miembros principales) y *General Members* (miembros generales). La afiliación general está abierta a cualquier organización o individuo que tenga interés en el desarrollo, mejoramiento y difusión del estándar ISOBUS. Con el cumplimiento del pago de una cuota de servicio de 2.400 euros al año, los asociados acceden a la membresía general de la asociación, estando exentas del pago las universidades, los institutos de investigación y las organizaciones sin ánimo de lucro. En términos operativos, la membresía general habilita a los miembros a participar activamente en las definiciones técnico-normativas del estándar, a través de los diferentes Grupos de Trabajo bajo los cuales se organiza la labor de la AEF (Ver Figura N° 2).

|  |
|--|
| PT1 - <b>Prueba de Conformidad:</b> Desarrollo de pruebas y certificaciones.   |
| PT2 - <b>Seguridad funcional:</b> Abordar los temas de Seguridad Funcional para todos los Equipos de Proyecto. Desarrollar directrices de Seguridad Funcional.   |
| PT3 - <b>Ingeniería e Implementación:</b> Definir las directrices de implementación y redactar cambios y adiciones recomendados hacia la ISO. PT3 apoya a todos los demás equipos de proyecto.   |
| PT4 - <b>Servicio y diagnóstico:</b> Desarrollar la base de datos AEF que muestra la compatibilidad de los componentes certificados, así como abordar los diagnósticos estándar unificados.  |
| PT5 - <b>Automatización de ISOBUS:</b> Definir las pautas para la automatización del Tractor, TECU Clase 3 y control de secuencia. Definir un protocolo seguro de autenticación para usar sólo componentes certificados por AEF.             |
| PT6 - <b>Comunicación y Marketing:</b> Comunicación de actividades hacia la prensa internacional, ferias y eventos. Promover y comercializar los productos de AEF como la prueba de conformidad y la base de datos de AEF.                   |
| PT7 - <b>Alto voltaje:</b> Definir y preparar las directrices para la nueva área de Alta Tensión, sistemas en el equipo agrícola que pueden ser llevados a la ISO para una mayor normalización.  |
| PT8 - <b>Sistemas de cámaras:</b> Definir una guía para un conector de cámara estandarizado, y futuro sistema digital para el uso de las cámaras en el equipo agrícola.  |
| PT9 - <b>FMIS:</b> Desarrollar soluciones comunes para conectar vehículos móviles y máquinas acopladas a los Sistemas de Información de Gestión Remota de Campos. Estandarizar el método de transferencia de datos agronómicos y su formato. |

**Figura 2**

**Grupos de Trabajo de AEF**

Elaboración propia en base a Vidosa et al (2020); IoF2020; Iglesias, 2015

Si bien los requisitos mencionados parecieran ser inclusivos, cabe señalar que la membresía exige que el Miembro General asista a las reuniones periódicas de la AEF, y que aporte el personal y los recursos financieros necesarios para las labores de los grupos de proyectos y comités organizativos. En efecto, además de contar con los recursos para abonar la cuota anual, tanto las empresas, como las instituciones que quedan exentas de tal cargo, deben disponer también de las capacidades tecnológicas y financieras que requiere la implementación del estándar en los desarrollos electrónicos aplicados a la maquinaria agrícola, y los recursos humanos necesarios para mantener su participación en AEF. A su vez, los asociados deben poder sostener la disposición de tales recursos en el tiempo, dado que la baja participación puede ser motivo de suspensión de la membresía.

De lo presentado, se deduce que la participación activa de los miembros en las definiciones tecno-administrativas de ISOBUS está delimitada por un conjunto de requisitos financieros y de capacidades tecnológicas que operan como una barrera de entrada a la membresía. A su vez, entre los miembros asociados se observa una fuerte asimetría entre quienes participan de la membresía general y los miembros principales.

A diferencia de los *General Members*, el reducido grupo de empresas y cámaras empresarias que forman parte de los *Core Members* está facultado para establecer las normas comunes de gestión de proyectos (presupuesto, calendarios, recursos, dirección del proyecto, documentos, etc.); realizar cambios en la Asociación o en los procedimientos según sea necesario; ejercer el control administrativo de la organización; elegir y ser parte del Grupo de Presidencia de la organización<sup>[4]</sup>; crear nuevos grupos de trabajo y equipos de proyecto; entre otras. A su vez, solo los miembros principales pueden formar parte del Consejo Directivo de AEF, órgano que se encarga de la admisión de los miembros generales y centrales. También pueden formar parte del Consejo Asesor y del Consejo de Administración, dos órganos asesores del Consejo Directivo y del

Grupo de Presidencia. En este sentido, los miembros centrales concentran los principales atributos para las decisiones nodales de la AEF.

Asimismo, los requisitos de la membresía principal son aún más excluyentes que los de la membresía general. En primer lugar, estos deben ser fabricantes de tractores o maquinaria agrícola, o pertenecer a las asociaciones AEM (Association of Equipment Manufacturers) y VDMA (Verband Deutscher Maschinen - und Anlagenbau). Además, los asociados deben tener una experiencia demostrada en el área de la electrónica aplicada a la maquinaria agrícola, y experiencia demostrable en la estandarización electrónica. Al igual que en la membresía general los asociados principales deben proporcionar el personal y los recursos financieros adecuados para ayudar a los distintos equipos de proyecto y comités de la AEF, además del aporte correspondiente al pago de la membresía central, la cual tiene un valor significativamente más alto que la de los socios generales: unos 60.000 euros al año.

En definitiva, la sumatoria de los requisitos para formar parte de los miembros principales configuran un conjunto de condiciones que solo pueden cumplir los grandes jugadores de la fabricación de maquinaria agrícola, y que ya hayan avanzado en la convergencia con la electrónica aplicada al sector. De este modo, puede argumentarse que las condiciones delimitaciones técnico-normativas del estándar ISOBUS quedan supeditadas a las decisiones e intereses de las grandes firmas del sector.

## 6. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MIEMBROS DE AEF

Un análisis de la totalidad de miembros de AEF según la región de localización, el sector económico al que pertenecen, y el tipo de organización -empresa, cámara empresaria, organización de ciencia y técnica- que representan, permitirá profundizar el análisis acerca de la existencia de barreras de entrada que afectan particularmente a las empresas e instituciones provenientes de países en desarrollo. Por esa razón elaboramos una matriz en la cual clasificamos y analizamos a las instituciones y empresas que integran AEF, focalizando en cuestiones tales como cuál es el tipo de organización con mayor representación en AEF; a qué sectores pertenecen y qué tecnologías desarrollan las empresas que participan en la asociación; y, finalmente, cuáles son los países donde encontramos mayor participación y que, por tanto, lideran el proceso de definición de estándares.

En principio, un panorama general de los miembros de AEF según su localización permite observar que la participación de los asociados se distribuye por diferentes partes del mundo. No obstante, así como se observa una sobrerrepresentación de ciertos países y regiones, también llama la atención la participación marginal de otras donde se encuentran actores claves del sector.

En detalle, sobresale la presencia de Europa -con una representación del 74,2% sobre el total-, liderada en particular por Alemania, país del cual provienen 91 miembros (80 de ellos empresas), representado el 38,4% del total de asociados (Gráficos 1a y 1b). Luego, en la misma región le siguen en importancia Italia con el 9,7% y Francia con un 7,2%. Esta preeminencia de miembros provenientes de Alemania puede asociarse a que se trata de uno de los países pioneros en el desarrollo del estándar ISOBUS y es en donde además se funda y emplaza AEF. A su vez, la distribución regional de los miembros muestra cierta coincidencia con aquellos lugares en los cuales se localizan las casas matrices de las principales firmas de maquinaria agrícola, e incluso sus filiales. En este sentido, puede verse que en términos del peso relativo que presentan las diferentes regiones, en segundo lugar se ubica Norteamérica -con un 15,2% del total de las regiones-, en donde EE.UU. denota una participación mayoritaria representando al 11,8% del total de miembros de AEF, y Canadá una participación menor del 3,4%. La tercera posición la ocupa Asia, con el 8% del total de regiones, representada mayoritariamente por Japón, de donde provienen el 5% del total de miembros de la asociación. Por su parte, India, Corea y Rusia[5] representan, cada una de ellas, al 0,8% del total de socios. Por último, se encuentra América Latina, representado al 2,5% del total de las regiones, con una presencia prominente de Brasil

-2,1% del total de miembros-, superando incluso la participación de algunos países de Asia y Europa. En este esquema Argentina se suma de forma marginal con un único miembro socio.

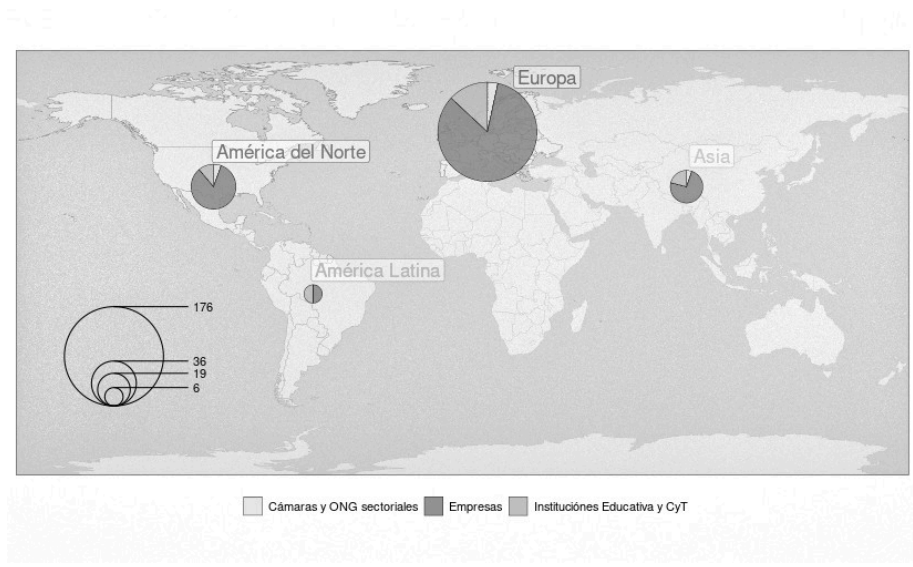


GRÁFICO 1A

Distribución de los socios de AEF, según país de origen y tipo de organización, en valores absolutos elaboración propia en base a AEF (2022)

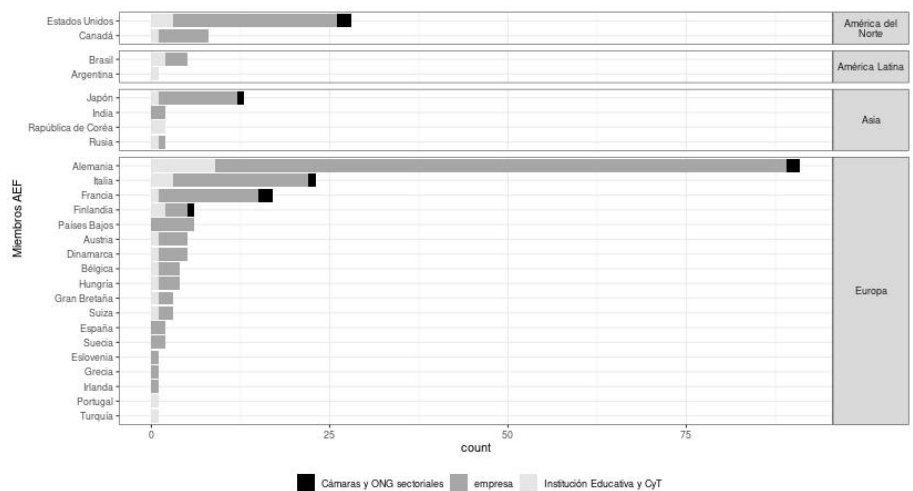


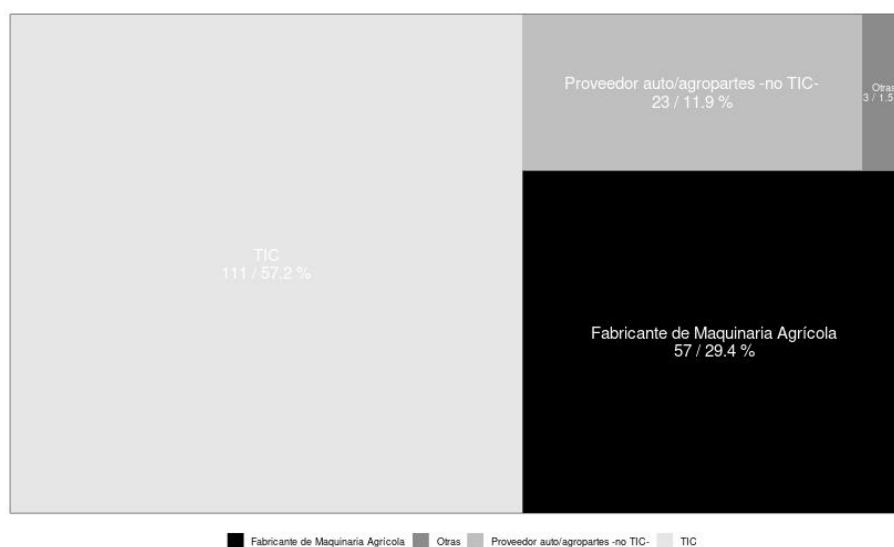
GRÁFICO 1B

Distribución de los socios de AEF, según país de origen y tipo de organización, en valores absolutos elaboración propia en base a AEF (2022).

Según el tipo de actores que lo integran (Gráficos 1a y 1b), AEF presenta un claro perfil empresarial, en donde más del 80% de sus miembros son firmas de la cadena de maquinaria agrícola o que podrían considerarse en vinculación con la misma. El resto de los miembros corresponden a instituciones educativas -universidades de Bélgica, Alemania, Italia y EE.UU., entre otros, y escuelas técnicas de Alemania- y centros de desarrollo científico -de Japón, Corea, Rusia, Francia, Portugal, Finlandia y Argentina-, que representan un 14,3%. Por último, se encuentran las cámaras empresariales (de EE.UU., Alemania, Francia, Italia, Japón y Finlandia), que representan un 3,8% de los miembros.

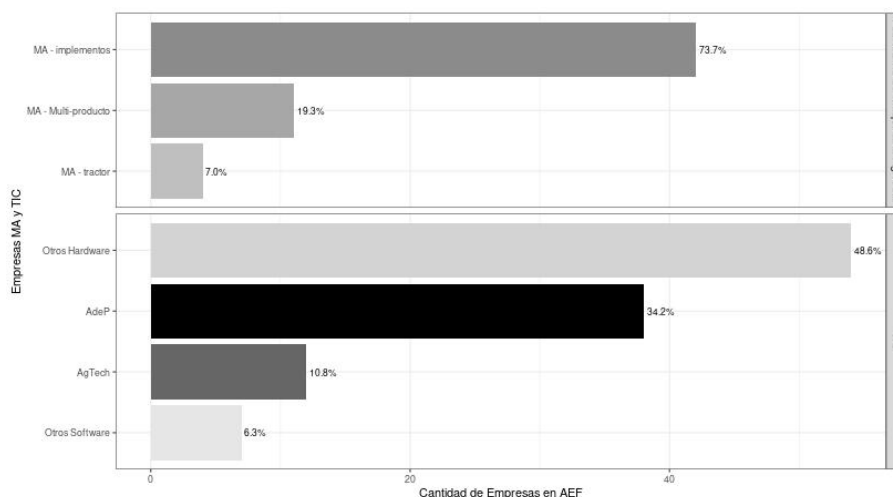
En cuanto al perfil sectorial de las empresas que participan de AEF (Gráficos 2a y 2b), sobresale la presencia mayoritaria de las empresas especializadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales representan un 57,2% del total de firmas, seguidas en importancia por fabricantes de maquinaria

agrícola (MA) con un 29,4% y proveedores de auto y agro partes -no TIC- con un 11,9%. Ahora bien, cabe destacar que ninguna de las TIC forma parte de los *Core Members* de la asociación, en contraste con el predominio casi absoluto que presentan en ellos los grandes fabricantes de maquinaria agrícola. Tal como se detalla más arriba, de los 11 miembros principales, 8 son firmas de maquinaria agrícola y 3 corresponden a cámaras empresariales del mismo sector. Por ello podría argumentarse que el perfil sectorial de los miembros principales de AEF está definido claramente por el segmento de fabricantes de maquinaria agrícola. En particular, por las grandes firmas, que tienen a su vez un gran peso en las cámaras empresariales del sector.



**Gráfico 2a**

Distribución de las empresas socias de AEF, según sector económico, en valores absolutos elaboración propia en base a AEF (2022)



**GRÁFICO 2B**

Distribución de las empresas socias de AEF, según sector económico, en valores absolutos elaboración propia en base a AEF (2022)

Fuente: elaboración propia en base a AEF (2022)

Asimismo, es importante distinguir la diferencia en cuanto al mayor peso de mercado que tienen las firmas de MA respecto de las firmas TIC que son miembros de AEF, las cuales representan un universo más atomizado e ingresos muy inferiores a los de las grandes firmas de la cadena de MA (Langard et al., 2022). Por su parte, la distribución por segmentos de los miembros de AEF fabricantes de MA, coincide también con

su estructura de mercado (Langard et al., 2022; Vidosa et al., 2022). En este sentido, se observa que la gran mayoría de los fabricantes de MA miembros de AEF producen implementos (73,7%), mientras que el 19,3% corresponde a empresas multi-productos y apenas un 7% son especializadas en tractores (Gráficos 2a y 2b).

Ahora bien, cabe resaltar algunas cuestiones respecto de las TIC que forman parte de AEF. Si se analizan las firmas de acuerdo a su base tecnológica (Gráficos 2a y 2b), se obtiene que más del 80% de las TIC se especializan en *hardware*. *software* embebido, quedando el resto (menos del 20%) dentro del grupo de desarrolladores de software. Por otro lado, gran parte de estas firmas están especializadas en Agricultura de Precisión (AdeP) y Agricultura Digital (AgTech). En efecto, si a los fabricantes de MA se le suman los proveedores de auto y agro-partes y las TIC especializadas (AdeP y AgTech), puede considerarse que la mayoría de las firmas socias de AEF (más del 60%) pertenecen a la cadena de maquinaria agrícola, o presentan algún tipo de vinculación con la misma.

En definitiva, las cuestiones descritas podrían estar indicando un perfil específico respecto de las capacidades tecnológicas necesarias para formar parte de la asociación. En este punto, y de acuerdo a los requisitos delimitados en el apartado que describe la estructura organizacional de AEF (Apartado 5) según tipo de membresía, pareciera ser un requerimiento casi excluyente que las empresas cuenten con los conocimientos, herramientas y recursos humanos afines a la metalmecánica y a las tecnologías propias de la primera ola de difusión de las TIC, asociadas a los desarrollos de la electrónica y la micro-electrónica.

En detalle, respecto de las TIC de AdeP, la mayoría de las grandes firmas forman parte de la asociación (AG Leader Technology, AgJunction, DICKEY-john Corporation, Raven Industries, SST Development Group –Proagrica-, Teejet Technologies, Topcon Positioning Systems, Trimble, entre otras). No obstante, cabe resaltar la ausencia de firmas importantes del sector, tales como Precision Planting, The Climate Corporation, Granular, entre otras, lo cual podría estar vinculado, al menos en el caso de Precision Planting, a una estrategia de adopción de estándares privados.

Por último, la distribución que presentan las firmas socias muestra a su vez algunas características significativas, según el país de origen de las casas matrices analizadas (Gráfico 3). En primer lugar, Alemania denota un liderazgo confirmado en todos los sectores analizados, representando a más del 40% del total de empresas socias de AEF. En orden de importancia, sobresale además la participación de EE.UU. (11,9%), Italia (9,8%), Francia (7,2%), y Japón (5,7%).

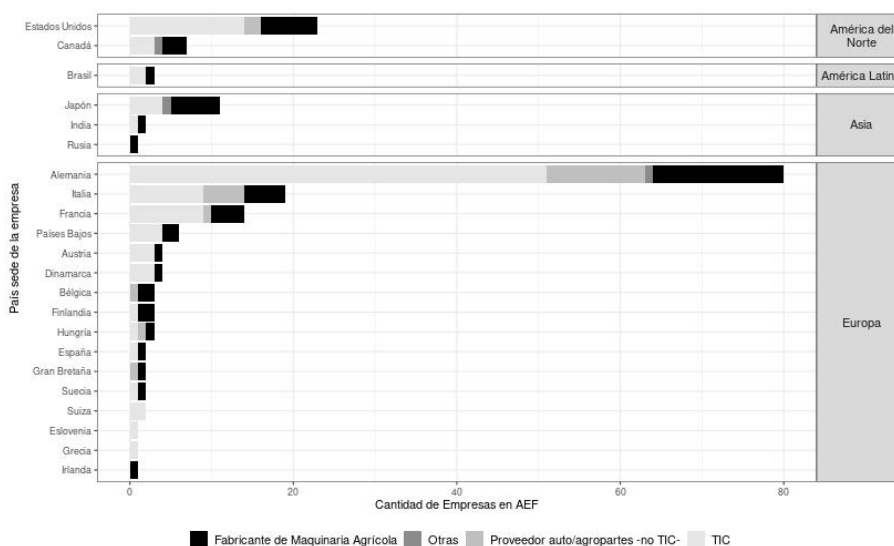


GRÁFICO 3.

Distribución de las empresas socias de AEF, según país de origen y sector económico, en valores absolutos elaboración propia en base a AEF (2022)



En cuanto al sector de fabricantes de MA, el predominio de Alemania (28,1% del total) por sobre el resto de los países se explica en parte por el gran número de fabricantes de implementos. Los países que le siguen en orden de importancia respecto de la participación en el sector de MA, son en primer lugar EE.UU., con el 12,3% del total del sector, distribuido entre empresas multi-productos y de implementos. Luego siguen Japón e Italia con, el 10,5% y 8,8% respectivamente, con una representación bastante equitativa entre los diferentes sub-productos de MA. Por último, es importante también la participación de los socios de origen francés productores de MA (7%), los cuales son exclusivamente fabricantes de implementos.

Finalmente, en lo que respecta a América Latina, se observa que Brasil muestra incluso mayor participación que algunos países de Asia. Específicamente, forman parte de AEF una empresa fabricante de implementos para maquinaria agrícola (Orion Tecnología e Sistemas Agrícolas LTDA); dos de AdeP (J.ASSY Agrícola y Agres Sistemas Eletronicos SA); y dos universidades (Universidade do Vale do Rio dos Sinos y Universidad Sao Paulo). En cambio, Argentina participa con un único miembro, el Centro Internacional Franco-Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas (CIFASIS), instituto perteneciente a CONICET.

## 6. REFLEXIONES FINALES

La difusión y extensión a nuevas funcionalidades del estándar ISOBUS resulta una preocupación nodal para los principales fabricantes de maquinaria agrícola, en el marco de las estrategias globales que estos despliegan en el proceso de convergencia con las TIC. La estrategia desplegada por estas empresas para hacer frente a la crisis sectorial se centra en la adquisición de capacidades para ocupar los nuevos segmentos de mercados que se abren en el marco de la llamada Agricultura 4.0. Dentro de este proceso, la colaboración para definir conjuntamente los estándares para la interconexión de equipos y la transferencia de datos agronómicos, resulta crucial. Y allí, AEF se presenta como un espacio central en el cual se delimitan las decisiones estructurantes respecto de la implementación de dicho estándar.

El análisis de la estructura organizacional, de las jerarquías existentes para la toma de decisiones y del perfil de los miembros de AEF nos permite responder los interrogantes planteados al comienzo de este artículo, acerca de qué sectores y regiones lideran el proceso de adopción del estándar, y qué implicancias conlleva para países en desarrollo. Al respecto, del análisis aquí expuesto, se deduce en primer lugar que los requerimientos financieros, técnicos y normativos de AEF, así como también la estructura organizacional que jerarquiza de un modo asimétrico la toma de decisiones al interior de la asociación, configuran un entorno restrictivo para la participación de empresas del sector de maquinaria agrícola con menor poder de mercado, lo cual se observa en la baja participación de las firmas de países en desarrollo.

Tanto la certificación de productos ISOBUS, como la participación en aquellas instancias definitivas para la implementación del estándar quedan comandadas por los principales jugadores del sector de maquinaria agrícola. Ello se corrobora en el análisis de la composición de los Core Members, en donde se observa un predominio de las firmas europeas y norteamericanas con mayor poder de mercado a nivel mundial, relegando incluso a empresas asiáticas en ascenso.

A su vez, al analizar el perfil de las empresas entre la totalidad de los miembros de AEF se observan sesgos similares al análisis de los Core Members: un predominio claro de las empresas europeas y norteamericanas por sobre las asiáticas y latinoamericanas. Sin embargo, al analizar los segmentos de mercado que ocupan en la cadena de maquinaria agrícola se observa una diferencia en relación a los Core Members: las empresas especializadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son mayoritarias en relación a los fabricantes de maquinaria agrícola e implementos. Aquí, la estructura de mercado del sector de maquinaria agrícola, y la de éste respecto de las TIC, se refleja en la distribución del total de miembros de la AEF. La participación de empresas por sector y región está relacionada con cuan atomizado está el mercado en cada lugar. En este sentido, la mayor participación de las empresas europeas por sobre las del resto de los países, así como también la mayor participación de las de TIC por sobre el resto de los sectores, incluso maquinaria

agrícola, son reflejo del carácter más atomizado que presentan esta región y este sector respecto del resto. No obstante, es sobresaliente el predominio de Alemania en prácticamente todos los tipos de socios de la AEF, a la vez que llama la atención la baja participación de firmas asiáticas y algunas de las principales empresas del sector de AdeP. Cabe destacar a su vez que el predominio de las TIC respecto al total de las empresas miembros de AEF no se traduce en un mayor poder de decisión al interior de la asociación. Como vimos, existe en AEF una jerarquía interna que otorga a los Core Members un claro dominio en la asociación y, por tanto, en el proceso de estandarización. Aquí, el predominio de las empresas fabricantes de maquinaria agrícola de origen europeo y norteamericano que dominan el mercado mundial es claro.

El análisis del total de los miembros de AEF según tipo de organización, por otro lado, da algunas pistas sobre qué actores se insertan de un modo activo en esta trama, así como cuáles participan de un modo marginal. En términos generales, se observa que la asociación tiene un perfil claramente empresarial, aunque hay también una importante presencia de universidades y organismos de CyT, lo cual puede ser significativo al dar cuenta de cierta articulación del sistema nacional de innovación y desarrollo de la tecnología, en los países con mayor representación. Sin embargo, la participación de instituciones de CyT es realmente menor respecto de las empresas. Esto llama la atención en tanto este último tipo de organizaciones quedan exentas del pago de cuotas para acceder a la membresía general. De este modo, puede deducirse que la mera cuota no es el único requisito excluyente para sus socios.

Como hemos señalado, además de los recursos financieros, se necesita disponer de personal capacitado para participar de las actividades de AEF. A su vez, se detecta que es necesario contar con una trayectoria en electrónica aplicada a la maquinaria agrícola, así como también experiencia en estandarizaciones dentro de este sector. Estos resultan ser requisitos significativos para certificar los productos en ISOBUS (ya que limitan la posibilidad de emplazar nuevos laboratorios), y más aún para participar de aquellas instancias en las cuales se define la implementación del estándar.

En definitiva, los requerimientos financieros, normativos y tecnológicos de AEF resultan ser claros impedimentos que afectan a las empresas con menor poder de mercado, en donde se refleja una muy baja participación por parte de organizaciones y firmas de países en desarrollo, como Brasil y Argentina. Estas empresas, instituciones y regiones encuentran serias dificultades para participar de la organización en donde se definen los destinos del proceso de estandarización que permitirá profundizar la convergencia de las industrias de maquinaria agrícola y de las TIC en la llamada Agricultura 4.0. Incluso cuando se logran sortear estas barreras a la entrada, las empresas e instituciones de estos países quedan relegadas, por la estructura organizativa de AEF, a un rol marginal en el proceso de definición del estándar, comandado claramente por las multinacionales fabricantes de maquinaria agrícola de origen europeo o norteamericano, con una posición dominante en el mercado mundial.

El caso de AEF deja en claro entonces que, como señala Teece (2018), la adopción de normas abiertas no es garantía de una mayor competencia en el acceso e implementación de las nuevas tecnologías, ni tampoco fomenta obligatoriamente una mayor participación en la definición de los estándares, de actores con escaso poder de mercado. El proceso de estandarización puede ser comandado, como en este caso, según los intereses de las grandes firmas del sector. Asimismo, la participación mayoritaria por parte de las principales empresas de la industria de maquinaria agrícola en AEF, evidencian que la norma ISOBUS es una realidad a nivel global, y cualquier estrategia que se oriente a la internacionalización de las firmas se enfrentará con la necesidad de incorporar el estándar (Lavarello et al., 2019; Vidosa et al., 2022). En este contexto, la industria local de los países de América Latina, en particular Argentina y Brasil, se encuentra ante el desafío de mantener su parte del mercado frente a la expansión de las grandes firmas globales. Un reto que requiere de la articulación público-privada para llevar adelante acciones de políticas industriales que fomenten la generación de capacidades para la incorporación de los nuevos estándares. No obstante, estas acciones deberán partir de un abordaje estratégico que regule y monitoree la implementación del estándar, de modo tal que les permita a las firmas de países en desarrollo, avanzar en comercios externos

relevantes, protegiendo la disposición local de datos, a partir de la extensión de servicios de posventa basados en tecnologías 4.0.

## REFERENCIAS

- Antonelli, C. (1998). Localized technological change and the evolution of standards as economic institutions. En A. D. Chandler Jr., P. Hagstroem, y O. Soellvell, *The dynamic xrm: the role of technology, strategy, organization, and regions*. Oxford University Press.
- Bucci, G. (2020). Understanding the phenomenon of Digital Transformation in the Agrifood sector: Drivers, Actors, Benefits and Costs. Ph.D. Dissertation, Universita' Politecnica delle Marche.
- CEMA [European Agricultural Machinery Association] (2017). Digital Farming: what does it really mean? And what is the vision of Europe's farm machinery industry for Digital Farming?. <https://www.cema-agri.org/position-papers/254-digital-farming-what-does-it-really-mean>.
- Cereseto y Giobergia (2016). Proyecto ISOBUS: Desarrollo de tecnología para la industria nacional de maquinaria agrícola. En Garrido Noguera, C. y D. García Pérez de Lema (Coord.), *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica*, Vol. 2. México, UDUAL
- David, P. A., y Bunn, J. A. (1988). The economics of gateway technologies and network evolution: Lessons from electricity supply history. *Information economics and policy*, 3(2), 165-202.
- David, P. A., y Greenstein, S. (1990). The economics of compatibility standards: An introduction to recent research. *Economics of innovation and new technology*, 1(1-2), 3-41.
- Farrell, J., y Saloner, G. (1985). Standardization, compatibility, and innovation. *RAND Journal of Economics*, 70-83.
- Freemeyer, S. (2005): "Development of ISOBUS. The ISO-11783 standard, an overview". Recuperado 25/9/23 de <https://livrozilla.com/doc/149042/north-american-isobus-implementation-task-force--naitf>
- Gandal, N. (2002). Compatibility, standardization, and network effects: Some policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 18(1), 80-91.
- Grupo ETC (2015). Campo Jurásico: Syngenta, DuPont, Monsanto: la guerra de los dinosaurios del agronegocio. *Cuaderno 115*, [http://www.etcgroup.org/files/files/etc\\_breakbad\\_esp\\_v5-final\\_may11-2016.pdf](http://www.etcgroup.org/files/files/etc_breakbad_esp_v5-final_may11-2016.pdf)
- Iglesias, N., Coronel, J., Ezpeleta, J., Angelone, L., Bulacio, P., Y Tapia, E. (2015). Experiencia vinculacio#n universidad-industria: desarrollo de tecnologi#a ISOBUS para la industria nacional de maquinarias agri#colas. En IX Jornadas de Vinculacio#n Universidad-Industria (JUI 2015)-JAIIO 44.
- IoF2020. (2018). Opportunities and Barriers in the Present Regulatory Situation for System Development. IoF2020 D3.3. <https://www.iof2020.eu/deliverables/d3.3-opportunities-and-barriers-in-the-present-regulator-y-situation-for-system-development-v1.2.pdf>.
- Kano, S. (2000). Technical innovations, standardization and regional comparison—a case study in mobile communications. *Telecommunications Policy*, 24(4), 305-321.
- Langard, F.; Girard, M.; Vidosa, R. y Jelinski F. (2022). Difusión de nuevos paradigmas tecnológicos en los sistemas agrícolas: Complementariedades de la biotecnología y las TIC con la industria de semillas y maquinaria agrícola. Documento de trabajo PICT "Complementariedad tecnológica y desarrollo regional: implicancias para las industrias de maquinaria agrícola y semillas en la región centro pampeana".
- Lavarello, P., Bil, D., Vidosa, R. y F. Langard (2019). Reconfiguración del oligopolio mundial y cambio tecnológico frente a la agricultura 4.0: implicancias para la trayectoria de la maquinaria agrícola en Argentina. *Ciclos en la Historia, la Economía y la Sociedad*, 53, 163-193.
- Offe, C. y H. Wiesenthal (1980). Dos lógicas de acción colectiva. *Cuadernos de Sociología*, N° 3.
- Olson, M. (1992). *La lógica de la acción colectiva*. México, Limusa.
- Schmitter, P. y W. Streeck (1981). The organization of business interests. IMM Discussion Paper, 81(13).
- Teece, D. J. (2006). Reflections on 'profiting from innovation. *Research policy*, 35(8), 1131-1146.

- Teece, D. J. (2018). Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world. *Research Policy*, 47(8), 1367-1387.
- Van der Vlugt, P. (2013). The AEF - Ag Industry's initiative in electronic standards implementation. *Agritechnica*, Hannover, 10 november.
- Vidosa, R., Iglesias, N., Jelinski, F., Tapia, E., y P. Lavarello (2022). Reestructuración de la industria de maquinaria agrícola mundial: nuevos estándares frente a la agricultura 4.0. *SaberEs*, 14(1), 85–110.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C. y Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Zambon, I., Cecchini, M., Egidi, G., Saporito, M. G. y Colantoni, A. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes* 7(1): 36.

## Webs consultadas

www.aef-online.com  
www.cc-isobus.com  
www.federunacoma.it  
www.interempresas.net, portal de noticias, varias ediciones.  
www.profesionalagro.net, portal de noticias, varias ediciones.  
www.sdfgroup.com  
www.kubota.com

## NOTAS

- [1] Se trabajó con una lista de miembros actualizada a noviembre de 2021, que incluía 237 empresas e instituciones.
- [2] La lista completa de afiliados se encuentra disponible en el sitio web de AEF (<https://www.aef-online.org/membership/memberlist.html>), así como también el formulario de aplicación para ser miembro de la asociación y su respectivo reglamento ([https://www.aef-online.org/fileadmin/user\\_upload/Content/pdfs/AEF-ArticlesOfAssociation\\_2016.pdf](https://www.aef-online.org/fileadmin/user_upload/Content/pdfs/AEF-ArticlesOfAssociation_2016.pdf)).
- [3] Como veremos más adelante, en AEF existen dos tipos de miembros: un reducido grupo de *Core Members*, en los que recaen las decisiones más importantes de la asociación, y un extenso grupo de *General Members*, con un poder de decisión acotado.
- [4] El Grupo de Presidencia de la AEF está conformado por cuatro personas, a saber, el Presidente, el Vicepresidente, el Tesorero y el Secretario. Estas personas constituyen el consejo de administración en el sentido del artículo 26 del Código Civil alemán. El Grupo de Presidencia puede adoptar resoluciones relativas a uno o varios reglamentos internos, que en particular establecen detalladamente el método y la forma de perseguir los fines del AEF; especifican los proyectos, los grupos de trabajo, las responsabilidades y los plazos; estipulan de forma vinculante el tipo y el alcance del uso de los resultados del trabajo de AEF por parte de los miembros o de terceros; y definen el alcance de las responsabilidades del Consejo Asesor. El Grupo de Presidencia es elegido por los miembros principales por un período de dos años.
- [5] Rusia es un país bicontinental, su territorio se ubica mayormente en el norte de Asia, mientras que la mayor parte de su población pertenece a Europa del este. A los efectos del presente trabajo decidimos ubicar a este país en Asia. Ello tiene que ver con, por una parte, un camino histórico que se ha distinguido respecto de los procesos políticos, económicos y sociales que podrían llamarse “europeos”. Por otra parte, y más en relación con el interés de este artículo, las empresas rusas se hallan más en la periferia del sector productor de maquinaria agrícola y su inclusión dentro de Europa, junto con países con grandes números de firmas en AEF, restaría relevancia al caso.