Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 45(1): 45-56 (2019)
Doi: https://doi.org/10.31167/csecfv2i45.19514

Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales

Acceso abierto disponible en http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernossecf/index

Nota Técnica

Estimación del tamaño de mercado de los sistemas de riego utilizados en plantaciones frutales y forestales en tierras seca

Market size estimation of irrigation systems used in fruit and forest plantations in dryland

Jorge Del Río San José[1*], José Reque Kilchenmann[2], Andrés Martínez de Azagra Paredes[3]

[1]*Junta de Castilla y León. Delegación Territorial de Valladolid. Servicio Territorial de Medio Ambiente, Duque de la Victoria, 5, 47001, Valladolid.*

[2]*Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible. E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid, 44, 34004, Palencia*

[3]*Unidad Docente de Hidráulica e Hidrología. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. E.T.S.II.AA., Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid, 44, 34004, Palencia*

Autor para correspondencia: riosanjo@jcyl.es

Resumen

La manera más directa de evitar las marras por estrés hídrico consiste en regar los brinzales, para lo cual se han desarrollado sistemas específicos de micro-riego localizado. Se desconoce el tamaño de mercado que tienen estos sistemas de riego forestal. Esta comunicación acota el potencial de negocio del riego forestal de brinzales a partir de datos sobre reposición de marras. Se aplica una metodología basada en el modelo TAM-SAM-SOM para obtener una estimación del orden de magnitud del mercado potencial para el riego de brinzales en zonas secas. El método empleado ofrece una cartografía por países y el orden de magnitud del tamaño del mercado. Se prevé que el mercado potencial de las tecnologías de cuidados culturales en bosques plantados y en frutales para evitar o reducir las marras por estrés hídrico pueda alcanzar los 1,19 mil millones de int$ en 2025, de un mercado estimado de 0,72 mil millones de int$ en 2016. Aunque el mercado disponible para la utilización de sistemas no convencionales de riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales es el 88,2% del mercado potencial, los niveles estimados de adopción tecnología reducen el mercado alcanzable al 4,2% del mercado potencial. Estas cifras pueden orientar el potencial de negocio que poseen los sistemas de micro-riego de brinzales.

Palabras clave: cuidados culturales, estudios de mercado, bases de datos forestales, innovación forestal, modelo TAM-SAM-SOM, razonamiento aproximado.

Abstract

The most direct way to avoid seedling failure due to water stress is to irrigate seedling, for which specific systems of localized micro-irrigation have been developed. Market size of these irrigation systems is unknown. This paper delimits the business potential of seedling micro-irrigation systems based on failure plants replacement data. A methodology based on the TAM-SAM-SOM model is applied to obtain an estimate of the order of magnitude of the potential market for seedling irrigation in dryland. The method used offers a cartography by countries and the order of magnitude of the market size. It is expected that the Total Addressable Market or potential market for tending technologies in planted forests and fruit trees to avoid or reduce water stress due to stress may reach 1.19 billion in $ 2025, from an estimated market of 0.72 thousand million of int$ in 2016. Although the Served Available Market for the use of unconventional systems of seedling irrigation is 88.2% of the potential market, the estimated levels of technological adoption reduce Serviceable Obtainable Market to 4,2% of the potential market. These figures can guide the business potential of seedling micro-irrigation systems.

Keywords: tending, Market studies, forestry database, forestry innovation, TAM-SAM-SOM model, back of the envelope calculation.

1. Introducción

El mercado ofrece novedosas tecnologías no convencionales para la aplicación de riegos de establecimiento, socorro y supervivencia en las plantaciones de brinzales en tierras secas y en áreas críticas (Bainbridge, 2007; Martínez de Azagra y Del Río, 2012). El riego de brinzales es eficaz para evitar la mortandad de las plantas por estrés hídrico (Alrababah *et al.*, 2008; Becerra *et al.*, 2013). Sin embargo, esta tecnología introduce un sobrecoste en los proyectos de plantación de árboles y arbustos. El factor económico crea por lo tanto un dilema al proyectista que se enfrenta a la decisión de si debe recurrir al riego frente a la alternativa clásica de reponer plantas. Una de las consecuencias de la inacción que provoca este dilema en la demanda es que los productores de sistemas de riego desconocen el tamaño del mercado del sector de riego de brinzales y su evolución futura.

El desconocimiento del tamaño de mercado dificulta la transferencia de patentes y estudios y contribuye a la ausencia de inversiones dirigidas a la industrialización de la producción (Denault, 2017) de sistemas de riego que abaraten el precio de los sistemas de irrigación no convencionales.

Para romper este círculo vicioso conviene proporcionar al proyectista herramientas para una toma de decisión informada y al industrial un método para estimar el tamaño del mercado. La literatura científica responde a la duda del proyectista (Del Río *et al.*, 2018), pero el tamaño del mercado continúa siendo una cuestión abierta. El motivo es que nos encontramos ante un mercado incipiente que introduce productos innovadores. Este tipo de mercado carece por lo tanto de datos estadísticos sobre la demanda, lo que impide conocer el atractivo o el potencial del mercado (Noh *et al.*, 2018), requisito necesario para atraer inversiones o acceder a fuentes de financiación (Diresta *et al.*, 2015).

El presente trabajo tiene por objeto determinar el tamaño del mercado para el cuidado cultural del riego de establecimiento, apoyo y socorro de brinzales en los proyectos de plantación de frutales y en plantaciones forestales en tierras secas.

2. Material y métodos

2.1. Series de datos y periodos de estudio

De entre los tipos de plantaciones de árboles y arbustos solo se encuentran disponibles datos a escala internacional de bosques plantados y fruticultura. La base de datos utilizada para bosques plantados abarca el periodo 1990-2015 (FAO, 1995; FAO 2015) y para fruticultura el periodo es 2000-2011 (FAO, 2016).

El periodo de tiempo para el cual se estima el tamaño del mercado es 2016-2025. El año de referencia es 2016 y el año horizonte es 2025. El lapso de tiempo elegido en este trabajo es $\Delta n = 10$, cifra habitual empleada en estudios de tamaño de mercado.

2.2. Modelo TAM-SAM-SOM

En los mercados de productos innovadores la estimación del tamaño del mercado recurre habitualmente al modelo TAM-SAM-SOM (Blank & Dorf, 2012) con métodos de ratios en cadena o aproximaciones de arriba–abajo (Hague *et al.*, 2013).

El modelo TAM-SAM-SOM define tres tamaños de mercado para un producto o servicio (Diresta *et al.*, 2015). El tamaño de mercado accesible (TAM) es la demanda potencial para el productor de un grupo de consumidores que tiene una restricción presupuestaria y preferencias dadas. En mercados maduros equivale al volumen de operaciones de un sector. El tamaño de mercado disponible (SAM) es la fracción del mercado accesible al que podemos proporcionar el producto en función de la competencia y los canales de distribución. El tamaño de mercado alcanzable (SOM) reduce el mercado disponible en función de la intención o probabilidad de compra el consumidor.

En este trabajo, TAM es el tamaño del mercado de los cuidados culturales que tiene por finalidad evitar las marras por estrés hídrico. SAM es el tamaño de mercado del riego de brinzales mediante sistemas no convencionales. El SOM es el tamaño de mercado de riego de brinzales alcanzable para las tecnologías no convencionales de riego dado el nivel de adopción tecnológica. La unidad empleada en el estudio es el dólar internacional [int$] para comparar países con distinto poder adquisitivo.

2.3. Hipótesis y supuestos auxiliares del tamaño de mercado accesible

La inversión anual en reposición de planta por estrés hídrico (K_{rep}) en el año 2016 y en el año 2025 se estima a partir de las series de datos sobre el área plantada anualmente en cada país. Para obtener el área plantada en las tierras secas (*PS*) se considera que su extensión es proporcional a la superficie de tierras secas que tiene cada país. A continuación se determina la tasa anual de crecimiento de las plantaciones de bosques y frutales *r* (Puyravaud, 2003) que se obtiene por diferencia entre los años de inicio y fin de las series de datos extraídas de las bases de datos internacionales disponibles. Con el valor de r se determina el valor de *PS* en el año de referencia inicial 2016 (PS_0) y en el año 2025 (PS_{end}) para cada una de las bases de datos y país mediante la siguiente ecuación:

$$PS_{end} = PS_o \cdot e^{r \cdot \Delta n} \qquad \text{(Ec. 1)}$$

Los cálculos del tamaño de mercado TAM se efectúan para cada base de datos por separado sumando después los resultados de ambos. Los supuestos auxiliares contemplados son:

— Las tasas de crecimiento de la plantación de bosques o frutales por país (*r*) son constantes en el periodo 2016-2025.

— La inversión en plantaciones de cada país se obtiene fijando como referencia el coste de la repoblación en España (C_{ref}), ajustando su valor a la realidad económica de cada país mediante el factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo de cada país (*PPA*), valor proporcionado por el banco mundial (Banco Mundial, 2016) para convertir los datos de la unidad monetaria local en dólares internacionales (int$).

— Se estima que el coste de las marras es un 30% del coste de repoblación (I_{rep}).

— El tipo de interés del dinero considerado es (i = 2%), valor intermedio entre el tipo de interés actual del Banco Central Europeo y la tasa de descuento social. A partir de estos datos se determina el tamaño de mercado TAM mediante las siguientes ecuaciones.

$$TAM_0 = K_{rep,0} = PS_0 \cdot \frac{C_{ref} \cdot PPA \cdot I_{rep}}{1000}$$

$$TAM_{end} = K_{rep,end} = PS_o \cdot e^{r \cdot \Delta n} \cdot \frac{C_{ref} \cdot PPA \cdot I_{rep} \cdot (1+i)^{\Delta n}}{1000} \qquad \text{(Ec. 2)}$$

2.4. Hipótesis y supuestos auxiliares del tamaño de mercado disponible

El mercado disponible (SAM) se estima partiendo del hecho cierto de que el riego es una técnica sustitutiva de la reposición de plantas para evitar las marras por estrés hídrico. El cálculo del SAM precisa conocer la distribución geográfica de las situaciones en las que el riego compite con ventaja económica frente a la reposición de marras. De acuerdo con el modelo *MThreshold*, propuesto por Del Río *et al.* (2018), ello exige conocer la distribución espacial de las marras esperadas en cada localización (M_R) y hallar el umbral de marras (M) a partir del cual el riego resulta más ventajoso, económicamente hablando, para cada tipo de plantación y sistema de riego utilizado. Aún estamos lejos de disponer de la información necesaria a escala internacional para conocer el valor de M_R, motivo por el cual a partir de este punto, se acude a cálculos de razonamiento aproximado. El valor utilizado de M_R es del 40%, valor medio considerado a partir de evidencias experimentales y datos estadísticos (p.e., Navarro-Cerrillo *et al.*, 2014; Çaliskan & Boydak, 2017). De acuerdo a la función de distribución acumulada empírica de M, obtenida por simulación con el modelo *MThreshold*, la probabilidad de uso del riego I_{wat} es 0,95 para los frutales y de 0,74 para el resto de plantaciones forestales consideradas (Del Río *et al.*, 2018). Las ecuaciones que determinan el valor de SAM son:

$$SAM_0 = TAM_o \cdot I_{wat} \qquad \text{(Ec. 4)}$$

Los supuestos auxiliares para el cálculo del SAM son:

— Todos los canales de distribución son accesibles.

— No existe competencia con otros cuidados culturales.

— El consumidor elige en un mercado con información completa en la que conoce cuál es la opción más ventajosa económicamente, si regar o si reponer planta.

— La probabilidad de uso del riego no varía entre el año de referencia 2016 y el año horizonte 2025.

2.5. Hipótesis y supuestos auxiliares del tamaño de mercado alcanzable

A efectos de este análisis se considera que el valor del SOM es la probabilidad de adopción tecnológica según la función de distribución $F_{BASS}(N_a)$ del modelo de Bass (1969) y de Bass *et al.* (1994), en donde N_a es el número acumulado de adoptantes.

$$SOM_0 = TAM_o \cdot F_{BASS}(N_a) \qquad \text{(Ec. 5)}$$

Para calcular el SOM se utilizan dos supuestos auxiliares:

— La adopción de la tecnología del riego sigue el modelo de difusión de Bass.

— En el año 2016 la adopción ha conseguido llegar al grupo de los innovadores con N_a = 2,5%, $F_{BASS}(N_a)$ = 4,7 %, propagándose a partir de ahí según la FBASS(Na). Para hallar $F_{BASS}(N_a)$ el procedimiento de cálculo seguido es el siguiente: El coeficiente de innovación (p_{in}) y el coeficiente de imitación q_{in} se han obtenido por ajuste a la función de Bass de los datos experimentales de N_a recopilados por Alcón *et al.* (2011) utilizados en la adopción del riego localizado en Murcia (España). Este autor, acudiendo al método de Cabral (1990), halló que la masa crítica del grupo de primeros innovadores en la adopción del riego localizado se alcanzó en 7,12 años, con $F_{BASS}(N_a)$ = 24,5%. El ajuste de $F_{BASS}(N_a)$ con estos datos tiene un coeficiente de innovación de p_{in} = 0,02 y el de imitación q_{in}= 0,19 con un número potencial total de compradores del 100% (min = 1). Estos valores están dentro del rango detectado por Petridis *et al.* (2018) para la innovación en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector agroalimentario.

2.6. Tamaños de mercado en el año horizonte

Se recurre a la tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR), habitual en estudios de mercado (PUYRAVAUD, 2003) para proyectar el valor de los tamaños de mercado del año de referencia 2016 al año horizonte 2025 (Ecs. 6, 7 y 8).

$$CAGR = \left(\frac{TAM_{end}}{TAM_o}\right)^{\frac{1}{\Delta n}} - 1 \qquad \text{(Ec. 6)}$$

$$SAM_{end} = SAM_o \cdot (1 + CAGR)^{\Delta n} \qquad \text{(Ec. 7)}$$

$$SOM_{end} = SOM_o \cdot (1 + CAGR)^{\Delta n} \qquad \text{(Ec. 8)}$$

3. Resultados y discusión

Se prevé que el mercado de las tecnologías de cuidados culturales en bosques plantados y frutales para evitar o reducir las marras por estrés hídrico pueda alcanzar los 1,19 mil millones de int$ en 2025, de un mercado estimado de 0,72 mil millones de int$ en 2016 *(Tabla 1)*. El riego puede servir a un mercado que alcanza los 1,05 mil millones de int$ en 2025, de un estimado de 0,63 de mil millones de int$ en 2016 *(Tabla 1)*. Sin embargo, solo el 4,1% del mercado es alcanzable por los sistemas no convencionales de riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales si se mantiene el nivel actual de adopción tecnológica. *(Tabla 1)*.

Se acompañan dos mapas con el resultado del tamaño del mercado de los cuidados culturales, que tienen por finalidad evitar las marras por estrés hídrico, en cada país, para el año de referencia y para el año horizonte (TAM_0, TAM_{end}), estimado a partir de la inversión anual en reposición de planta por estrés hídrico. En estos dos mapas se observa una gran desigualdad del tamaño del mercado entre países *(Figura 1)*.

En la *tabla 1* se presentan los valores de tamaño de mercado accesibles reales del regadío agrícola, sector próximo al que nos ocupa, con el fin de cotejar los valores del tamaño de mercado que se han estimado en este trabajo. Esta es la práctica habitual utilizada para contrastar la validez del orden de magnitud obtenido para tamaños de mercados incipientes mediante el método TAM-SAM-SOM. La prueba Z para dos colas de los valores de TAM entre el riego forestal y el riego agrícola son 0,006; 0,003; 0,002 para frutales más bosques plantados, frutales y bosque plantados, respectivamente. Los valores de la prueba Z de dos colas para *CAGR* son prácticamente nulos. En el caso del riego forestal, por lo tanto, los valores que hemos obtenido de *TAM* y *CAGR* son menores que los del sector agrícola. El sector forestal tiene la oportunidad de orientar trabajos sobre innovación forestal, impulsado por las aportaciones de la innovación agraria, puesto que ambos comparten la integración de la innovación en las políticas de desarrollo (Weiss, 2011) aunque presenten características económicas y de innovación dispares (Pavitt, 1984; Weiss, 2011).

No todas los plantaciones en las que es posible el riego de establecimiento (Del Río *et al.*, 2018) están recogidas en las bases de datos disponibles; en especial, la categoría de plantaciones fuera de bosque, como la xerojardinería o la protección de infraestructuras quedan sin computar. En consecuencia, los tamaños de merca-

Tabla 1. Tamaños de mercado y crecimiento en el periodo 2016 a 2025. Unidades: índices TAM, SAM, SOM en miles de millones de dólares internacionales [int$], CAGR [en %], Δn [años].

		Tamaño de mercado		*CAGR*	**Fuente**	Δ*n*	*Año*	**Tipo de empresa Año** (4)	
Sector	**Producto**	**2016**	**2025**				**final**	**2016**	**2025**
Frutales más bosques plantados	Cuidados culturales para evitar o reducir las marras por estrés hídrico	**0,72**	**1,19**	**5,2**	*TAM*	10	2025		
	Riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales	**0,63**	**1,05**	**5,2**	*SAM*	10	2025		
	Sistemas no convencionales de riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales	**0,03**	**0,05**	**5,2**	*SOM*	10	2025	PYME Mediana	PYME Mediana
Frutales	Cuidados culturales para evitar o reducir las marras por estrés hídrico	**0,47**	**0,81**	**5,6**	*TAM*	10	2025		
	Riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales	**0,45**	**0,77**	**5,6**	*SAM*	10	2025		
	Sistemas no convencionales de riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales	**0,02**	**0,04**	**5,6**	*SOM*	10	2025	PYME Mediana	PYME Mediana
Bosques plantados	Cuidados culturales para evitar o reducir las marras por estrés hídrico	**0,25**	**0,38**	**4,3**	*TAM*	10	2025		
	Riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales	**0,19**	**0,29**	**4,3**	*SAM*	10	2025		
	Sistemas no convencionales de riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales	**0,01**	**0,01**	**4,3**	*SOM*	10	2025	PYME pequeña	PYME pequeña
Fines comparativos (TAM)	Agricultura inteligente (sofware, hardware, network, servicio, solución, aplicación)	5,10	15,34	11,6	(1)	10	2025		
	Agricultura inteligente (Iot: hardware,sofware, network)	0,68	2,32	13,1	(2)	10	2026		
	Agricultura inteligente (Iot: hardware,sofware, network)	0,65	1,54	13,1	(3)	7	2022		
	Micro-irrigación agraria (micro-aspersión-localizado)	2,53	6,87	15,3	(3)	7	2022		
	Controladores de irrigación	0,53	1,18	12,1	(3)	7	2022		
	Fumigadoras	1,75	2,63	6,0	(3)	7	2022		
	Tecnología de aplicación variable de insumos (VRT)	1,31	2,24	8,0	(3)	7	2022		
	Componentes de riego localizado	3,78	6,54	8,1	(3)	7	2022		
	Aspersión (pivot central, ala móvil, cañón)	1,86	4,27	12,6	(3)	7	2022		
	Pivot central	0,94	1,73	9,1	(3)	7	2022		

Fuentes: (1) ZION MARKET RESEARCH; 2018. Press release. Smart Agriculture Market. Report Code: ZMR-1070. ZION market Research. Maharashtra. India. (2) TRANSPARENCE MARKET RESEARCH; 2018. Press release. Smart Agriculture Market. Report Code: TMRGL10871. Transparence Market Research. Pune, India. (3) MARKETS AND MARKETS; 2018. Press Releases India. Markets and Markets. (4) REGLAMENTO (UE) n.º 651/2014 de la Comisión Europea. (Anexo I)

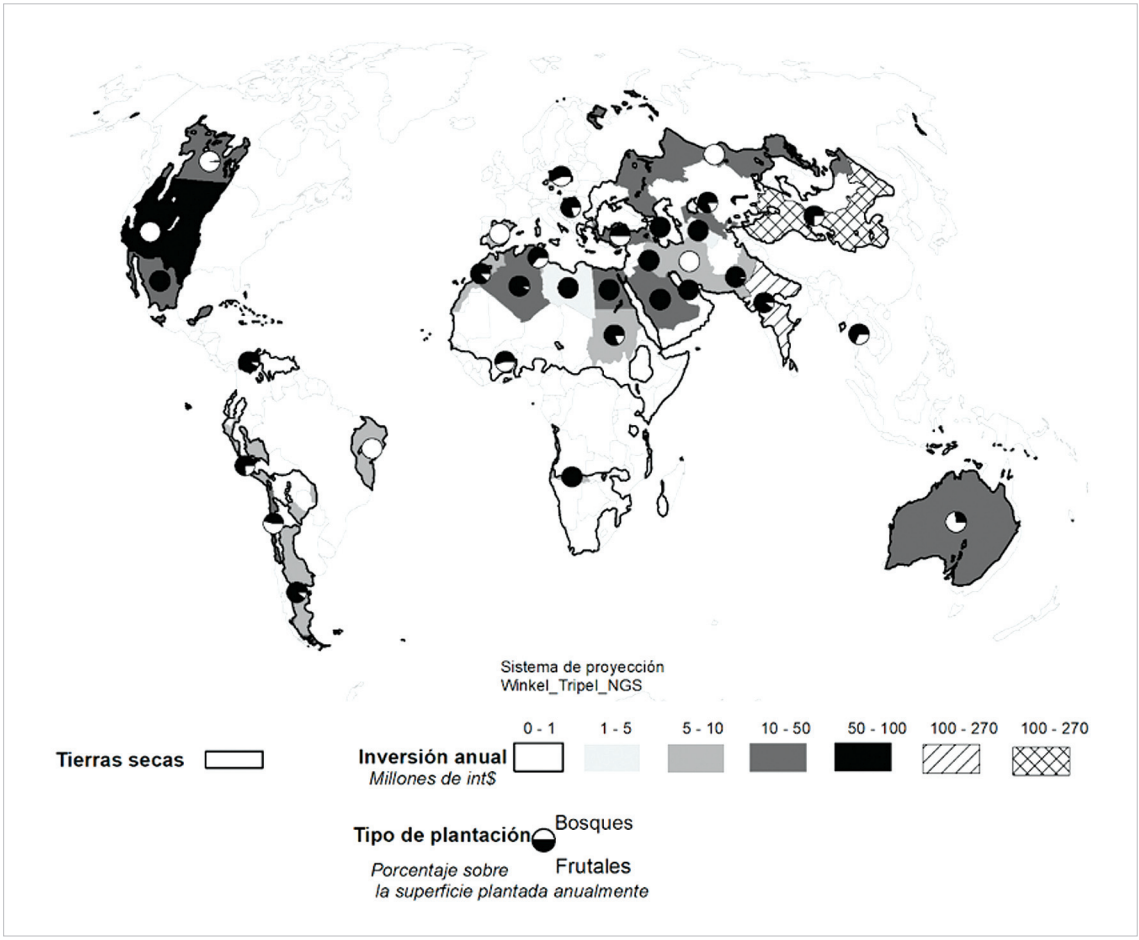

Figura 1. Tamaño de mercado accesible por los cuidados culturales. Inversión anual en reposición de planta en bosques plantados y frutales en tierras secas a) Año 2016 b) Año 2025.
Unidad: Millones de dólares internacionales [int$].

do obtenidos salen algo infradimensionados con respecto a su verdadero valor. El sector forestal tiene el reto de crear bases de datos globales en su extensión y específicas en su contenido para abordar el seguimiento de la actividad repobladora (Pemán, 2015; Keenan *et al.*, 2015).

Según se vaya disponiendo de datos más adecuados, los resultados podrán ser mejorados por el perfeccionamiento de los supuestos auxiliares que hemos establecido para esta primera aproximación, especialmente los aspectos relacionados con el tamaño de mercado alcanzable. La masa crítica hallada por Alcón *et al.* (2011) es una cifra alejada del $F_{BASS}(N_a)$ = 15 % del modelo teórico de Rogers (2003) y de los valores empíricos de otros sectores de consumo, que están comprendidos en el rango del 5% al 15% (Mahler & Rogers, 1999; Cool *et al.*, 1997). Las cifras del riego agrícola ponen de manifiesto la difusión lenta de las innovaciones agrarias con respecto a otros bienes de consumo.

El análisis del tamaño del mercado también se verá enriquecido con la incorporación de las externalidades negativas que pueden producir el escalado geográ-

fico de las innovaciones de la agricultura (WigboldusI *et al.*, 2016), del que el riego de brinzales en las plantaciones no es ajeno.

No hay datos disponibles sobre la repercusión que tiene el conocimiento del tamaño del mercado en la inversión, salvo en el caso de los recursos económicos destinados a la innovación. Una elasticidad de la innovación del 0,23 ha sido hallada en la industria farmacéutica (Dubois *et al.*, 2015). Esta tendencia ha sido ratificada en la agricultura por (Charlot *et al.*, 2015). Aunque estos autores no calculan su valor, evidencian que la elasticidad de la innovación agraria depende en gran medida del precio en cultivos híbridos de alto valor económico y de la superficie en cultivos no híbridos de menor valor económico.

4. Conclusiones

La tecnología del riego de establecimiento, socorro y supervivencia de brinzales puede suplir a gran parte del mercado existente de reposición de planta, evitando el problema de raíz mediante tales micro-riegos. La previsión obtenida apunta a que el crecimiento del mercado será mayor en el mercado de frutales que en el sector de bosques plantados.

El tamaño de los mercados accesible, disponible y alcanzable para el riego de brinzales es característico de un sector compuesto por PYMES pequeñas o micro-PYMES con una distribución geográfica local, en la que destacan tres países: China, India y Estados Unidos. Las empresas pueden adquirir tamaños mayores si se dirigen al sector de árboles frutales o si se orientan a proveer toda la oferta de tecnología relacionada con los cuidados culturales.

El mercado potencial del sector de riego de establecimiento, socorro y supervivencia en las plantaciones forestales es claramente inferior al mercado del riego agrícola. La desigualdad de crecimiento en el tamaño de mercado entre ambos sectores apunta a que en el ámbito de las plantaciones forestales la difusión de la innovación en riego puede ser más lenta que la del riego del sector agrícola, aunque se requieren estudios experimentales que verifiquen esta afirmación.

Este trabajo es una aproximación dirigida a estimar el orden de magnitud del mercado de riego de brinzales mediante sistemas no convencionales. El volumen real de negocio será posible estimarlo cuando se elaboren las bases de datos que incluyan todo tipo de plantaciones de árboles y arbustos y se dispongan de datos de las operaciones de compra-venta realizadas en el mercado.

El cálculo del mercado del riego planteado en este trabajo parte de la superficie plantada. Esta consideración puede facilitar posteriores estudios dirigidos a estimar la inversión previsible en investigación y desarrollo en esta área.

5. Bibliografía

Alcón, F.; De Miguel, M.D.; Burton, M.; 2011. Duration analysis of adoption of drip irriga-

tion technology in southeastern Spain. *Technological Forecasting and Social Change*, 78: 991-1001. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.001

Alrababah, M.A.; Bani-Hani, M.G.; Alhamad, M.N.; Bataineh, M.M.; 2008. Boosting seedling survival and growth under semi-arid Mediterranean conditions: Selecting appropriate species under rainfed and wastewater irrigation. *Journal of Arid Environments*. 72 (9): 1606-1612. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.03.013

Bainbridge, D.A.; 2007. *A guide for desert and dryland restoration: new hope for arid lands*. Island Press. Washington. United States.

Banco Mundial; 2016. *PIB per cápita, PPA ($ a precios internacionales actuales)*. Banco Mundial, base de datos del Programa de Comparación Internacional. Accesible en: https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD.

Bass, F.M.; 1969. A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15: 215-227. https://doi.org/10.1287/mnsc.15.5.215

Bass, F.M.; Krishnan, T.V.; Jain, D.C.; 1994. Why the Bass model fits without decision variables. *Marketing science*; 13: 203-223. https://doi.org/10.1287/mksc.13.3.203

Becerra, P.I.; Cruz, G.; Ríos, S.; Castelli, G.; 2013. Importance of irrigation and plant size in the establishment success of different native species in a degraded ecosystem of central Chile. *Bosque (Valdivia)*, 34:103-111. https://doi.org/10.4067/S0717-92002013000100012

Blank, S.; Dorf, B.; 2012. *The startup owner's manual: The step-by-step guide for building a great company*. K&S Ranch. Inc. Publishers. Pescadero. United States.

Cabral, L.M.; 1990. On the adoption of innovations with 'network'externalities. *Mathematical Social Sciences*, 19: 299-308. https://doi.org/10.1016/0165-4896(90)90069-J

Çaliskan, S.; Boydak, M.; 2017. Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 41: 317-330. https://doi.org/10.3906/tar-1702-39

Charlot, S.; Dridi, C.; Lemarié, S.; 2015. Market size and innovation: An application to the French seed market for large crops. *2015 AAEA & WAEA Joint Annual Meeting*, July 26-28, San Francisco, California, 2015. Agricultural and Applied Economics Association & Western Agricultural Economics Association.

Cool, K.O.; Dierickx, I.; Szulanski, G.; 1997. Diffusion of innovations within organizations: Electronic switching in the Bell System, 1971–1982. *Organization science*, 8: 543-559. https://doi.org/10.1287/orsc.8.5.543

Del Río, J.; Reque J.A.; Martínez de Azagra, A.; 2018. To replant or to irrigate: A silvicultural decision model for afforestation projects. *Forest Policy and Economics*, 93:18-29. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.05.007

Denault, J.F.; 2017. *The Handbook for Market Research for Life Sciences Companies: Finding the Answers You Need to Understand Your Market*. CRC Press. Boca Ratón, United States. https://doi.org/10.1201/9781315198606

Diresta, R.; Forrest, B.; Vinyard, R.; 2015. *The Hardware Startup: Building Your Product, Business, and Brand*. O'Reilly Media, Inc. Sebastopol. United States.

Dubois, P.; De Mouzon, O.; Scott-Morton, F.; Seabright, P.; 2015. Market size and pharmaceutical innovation. *The RAND Journal of Economics*, 46: 844-871. https://doi.org/ 10.1111/1756-2171.12113

Fao; 1995. *Global Forest Resources Assessment 1990*. FAO. Global Synthesis. Rome. Italy.

Fao; 2015. *Global Forest Resources Assessment 2015: how are the world's forests changing? Desk reference*. FAO. Rome. Italy.

Fao; 2016. *FAOSTAT on-line database*. Food and Agriculture Organization. Production. Crops. Fao. Rome. Italy.

Hague, P.N.; Hague, N.; Morgan, C.A.; 2013. *Market Research in Practice How to Get Greater Insight from Your Market*. Kogan Page. London. United Kingdom.

Keenan, R.J.; Reams, G.A.; Achard, F.; De Freitas, J.V.; Grainger, A.; Lindquist, E.; 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management*, 352: 9-20. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.014

Mahler, A.; Rogers, E.M.; 1999. The diffusion of interactive communication innovations and the critical mass: the adoption of telecommunications services by German banks. *Telecommunications policy*, 23: 719-740. https://doi.org/10.1016/S0308-5961(99)00052-X

Martínez de Azagra, A.; Del Río, J.; 2012. Los riegos de apoyo y de socorro en repoblaciones forestales. *Foresta*, 54: 32-44.

Navarro-Cerrillo, R.M.; Del Campo, A.D.; Ceacero, C.J.; Quero, J.L.; Hermoso de Mena, J.; 2014. On the importance of topography, site quality, stock quality and planting date in a semiarid plantation: Feasibility of using low-density LiDAR. *Ecological Engineering*, 67: 25-38. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.03.011

Noh, H.; Seo, J.H.; Sun Yoo, H.; Lee, S.; 2018. How to improve a technology evaluation model: A data-driven approach. *Technovation*, 72-73: 1-12. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.10.006

Pavitt, K.; 1984. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13: 343-373. https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0

Pemán, J.; 2015. Lecciones aprendidas y tareas pendientes en la actividad repobladora y viverística. *Cuadernos de la Sociedad Española de las Ciencias Forestales*, 39: 177-195.

Petridis, N.E.; Digkas, G.; Anastasakis, L.; 2018. Factors affecting innovation and imitation of ICT in the agrifood sector. *Annals of Operations Research*, 2018: 1-14. https://doi.org/10.1007/s10479-018-2834-y

Puyravaud, J.P.; 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, 177(1): 593-596. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00335-3

Rogers, E.M.; 2003. *Diffusion of innovations* (5 ed.). Free Press. New York. United States.

Weiss, G.; 2011. Theoretical Approaches for the Analysis of Innovation Processes and Policies in the Forest Sector. In: Weiss, G.; Pettenella, D.; Ollonqvist, P.; Slee, B. (eds.) *Innovation in forestry: territorial and value chain relationships*. CABI Publishing. United Kingdom. https://doi.org/10.1079/9781845936891.0010

Wigboldus, S.; Klerkx, L.; Leeuwis, C.; Schut, M.; Muilerman, S.; Jochemsen, H.; 2016. Systemic perspectives on scaling agricultural innovations. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2016: 36-46. https://doi.org/10.1007/s13593-016-0380-z