

Nota técnica

Primer éxito en el cultivo de trufa negra en el oeste de la península ibérica y posibilidades de expansión

S. Sánchez^{1,*}, S. Sánchez² y J. Sánchez²

¹ Unidad de Recursos Forestales, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)-Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2) (CITA-Universidad de Zaragoza), Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España

² Instituto Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias, Universidad de Salamanca, c/ Río Duero, 12, 37185, Villamayor, Salamanca, España

Resumen

El cultivo de trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.) es una actividad que va tomando cada vez más importancia en las zonas rurales europeas. En la península ibérica está restringido principalmente a la zona este, dada la preponderancia de suelos calizos, aptos para la fructificación silvestre de este hongo. Para comprobar si existen fuera de esa área, en el oeste peninsular, zonas aptas para su cultivo, en 2005 se llevó a cabo una pequeña plantación experimental de encinas micorrizadas con trufa negra en la provincia de Salamanca. Los cuidados se limitaron a la poda de formación y gestión del riego. En el otoño de 2009 se confirmó la persistencia de las micorrizas de trufa negra en las raíces de los árboles y cuatro años después se hizo la primera recolección de trufas, las cuales han seguido produciéndose hasta la actualidad. Esa primera recolección fue bastante elevada (36 trufas, 1180 g en 6 árboles), lo que podría indicar que la producción comenzó algún año antes pero las primeras trufas no fueron localizadas. Los rendimientos obtenidos hacen pensar que se ha abierto una nueva oportunidad de negocio para una parte del centro-occidente peninsular.

Palabras clave: Truficultura, cultivos alternativos, Salamanca, *Tuber melanosporum*.

Abstract

First success of black truffle cultivation in western Iberian Peninsula and its potential for expansion

Black truffle cultivation is an activity that is gaining increasing importance in rural areas of Europe. On the Iberian Peninsula its cultivation is mainly restricted to the east, given the prevalence of limestone soils, suitable for the wild fructification of this fungus. To verify whether any areas are suitable for black truffle producing outside of this area, in the west of the Peninsula, an experimental plantation was established in 2005 in Salamanca Province. Management was limited to shape pruning and irrigation. In autumn 2009 the persistence of black truffle mycorrhizae in the trees was confirmed and four years later a first truffle harvest was achieved. Truffle production has continued to date. This first harvest was

* Autor para correspondencia: ssanchezd@aragon.es

<https://>

quite high (36 truffles, 1180 g in 6 trees), suggesting that production had started in a previous year but first truffles were not found. These results lead us to believe that a business opportunity has opened up for some of the areas for part of the mid-west of the Iberian Peninsula.

Keywords: Trufficulture, alternative crops, Salamanca, *Tuber melanosporum*.

Introducción

La trufa negra es la fructificación hipogea del hongo *Tuber melanosporum* Vittad., el cual vive de forma natural en formaciones boscosas y en simbiosis ectomicorrícica con plantas del género *Quercus* L. principalmente. Es un producto forestal no maderero muy valorado por su característico e intenso aroma y que, además, puede cultivarse, obteniendo grandes rendimientos y compensando así el descenso de la producción silvestre de las últimas décadas (García-Barreda et al., 2018). España es el segundo productor mundial, después de Francia, con el 27,3% de la producción total que, promediada para los años 2003-2013, ronda las 58 toneladas al año según Reyna y García-Barreda (2014). Tomando como referencia ese mismo trabajo, podemos estimar que en la actualidad existen en España unas 13.000 hectáreas cultivadas con árboles micorrizados con trufa negra. Esta superficie crece a un ritmo de un 5-10% anual, sustentada por un sector viverista especializado con 27 empresas en 2013 (Cocina et al., 2013) que producen unos 250.000 plantones micorrizados con trufa al año (Sánchez et al., 2016).

Las actividades económicas relacionadas con este hongo, como recolección silvestre, plantaciones, viverismo, empresas de transformación y restauración, entre otras, se han concentrado en las zonas cercanas al hábitat silvestre de la especie (Figura 1), situado por completo en la conocida como "España caliza", que aproximadamente se corresponde con el este peninsular. De hecho, la presencia de caliza activa en el suelo es el factor más determinante para la fructificación de este

hongo (García-Montero et al., 2006; Chevalier y Sourzat, 2012). Hasta donde hemos podido comprobar, no ha sido citada su presencia en el oeste del país (la "España ácida"), que está formado mayoritariamente por rocas metamórficas e intrusivas, como granitos, pizarras, esquistos, etc. que tienen por lo general pH más ácidos (Santisteban et al., 1993a). Sin embargo, también pueden encontrarse ciertos afloramientos de litoarcosas, litoarenitas y fangos, cementados por carbonatos (Santisteban et al., 1993b) que originan suelos de tipo Cambisol calcárico principalmente (ITACYL, 2017), que *a priori* podrían ser aptas para el cultivo de esta especie.

El presente trabajo explora la posibilidad de cultivo de trufa negra en una de estas zonas calizas del oeste peninsular, mediante la realización de una pequeña plantación experimental de encinas (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) micorrizadas, siguiendo tanto el estado de micorrización de los árboles como la entrada en producción.

Material y métodos

Se seleccionó una parcela de regadío situada en el término municipal de Aldearrubia, Salamanca, pues sus características edafoclimáticas y geográficas se encuentran entre los límites aceptables para el desarrollo de la trufa, con la única excepción de las precipitaciones total y estival, lo cual podría solucionarse mediante el riego. La tabla 1 muestra los parámetros más relevantes del lugar de implante comparados con los estándares conocidos para la especie.

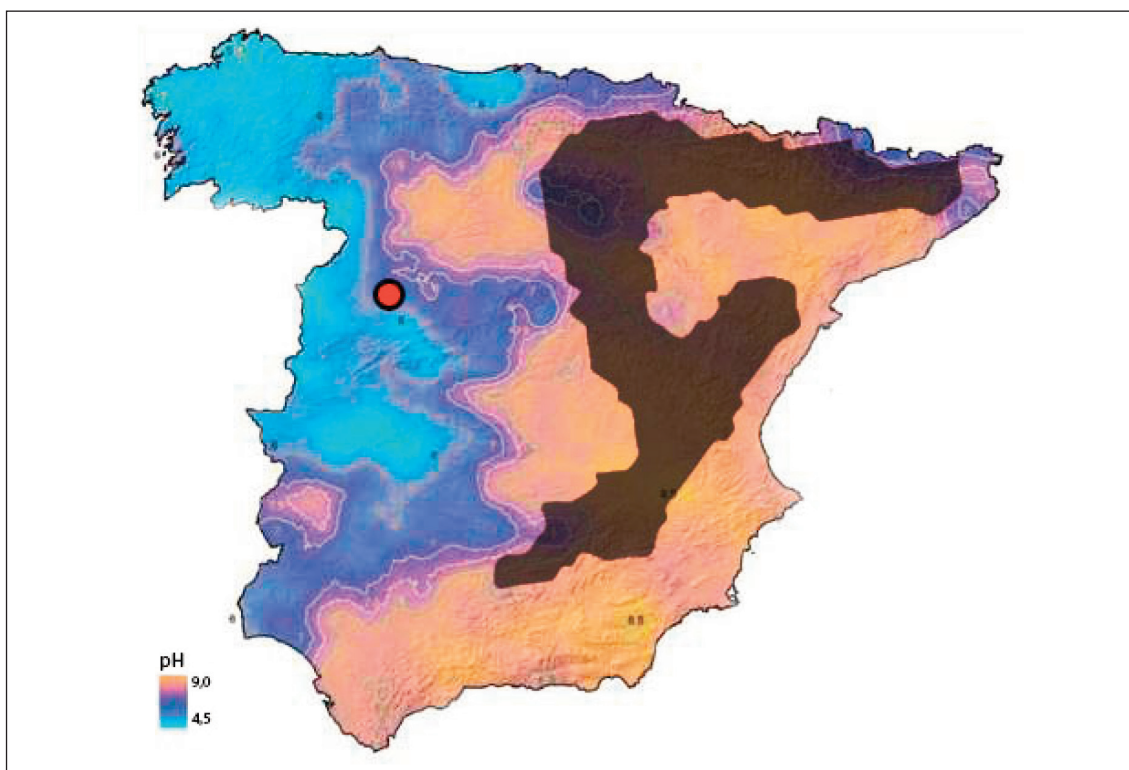


Figura 1. Mapa de pH de los suelos de la España peninsular (Rodríguez et al., 2009). El área de distribución natural de *Tuber melanosporum* (García-Cunchillos et al., 2014), aparece sombreada, y la localización de la zona de plantación marcada en rojo.
 Figure 1. Soil pH map of peninsular Spain (Rodríguez et al., 2009). The area of natural distribution for *Tuber melanosporum* (García-Cunchillos et al., 2014) is shaded, and the location of the plantation is marked in red.

En otoño de 2005 se plantaron seis encinas micorrizadas con *T. melanosporum*. Los plantones fueron producidos en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) siguiendo el método diseñado por C. Palazón y detallado por García-Barreda et al. (2017). La calidad de micorrización se comprobó por el método INIA-Aragón, revisado por Andrés-Alpuente et al. (2014), resultando el lote de plantas apto para el cultivo. Se emplearon protectores forestales, que se retiraron al tercer año. Durante los cinco primeros años los cuidados se limitaron

a la realización de poda de formación hacia el invierno y riego por goteo en verano para garantizar la supervivencia de los plantones. A partir del quinto año se cambió el sistema de riego a aspersión.

Para comprobar si la simbiosis continuaba correctamente establecida en la plantación, se realizó un análisis del estado de micorrización en el año 2009 siguiendo el "método directo" expuesto por Sánchez et al. (2014). A partir del 8º año se comprobó la posible presencia de trufas mediante un perro recién entrenado al efecto.

Tabla 1. Características geográficas y edafoclimáticas del lugar de plantación y rango óptimo para *Tuber melanosporum* (Colinas et al., 2007; García-Barreda et al., 2012; Serrano-Notivoli et al., 2015). Coordenadas: latitud 40.9970131 Norte, longitud 5.5036163 Oeste. Los parámetros climáticos de la zona de plantación han sido recogidos de la Agencia Estatal de Meteorología (www.aemet.es) para el periodo de 1981 al 2010 en el punto más cercano a la zona de estudio (Aeropuerto de Matacán)

Table 1. Geographical and edaphoclimatic characteristics of the plantation site and those of optimum rank for Tuber melanosporum (Colinas et al., 2007; García-Barreda et al., 2012; Serrano-Notivoli et al., 2015). Coordinates: latitude 40.9970131 North, longitude 5.5036163 West. The climatic parameters of the plantation area have been taken from AEMET (www.aemet.es) for the period from 1981 to 2010 at the closest point to the study site (Matacán Airport)

	Zona de plantación	Rango óptimo <i>T. melanosporum</i>
Parámetros geográficos		
Altitud (msnm)	790	400-1200
Parámetros edáficos		
Caliza activa (%)	<2	0,1-30
Textura	Franco-arenosa: Arena 78,23% Arcilla 12,91% Limo 8,86%	Franca; Franco-arcillosa-arenosa; Franco-arenosa
Materia orgánica (%)	1,76	1-8
pH agua (1:2,5)	8,2	7,5-8,5
Parámetros climáticos		
Precipitación (mm)		
total	373	400-1500
estival	52	75-185
Temperaturas (°C)		
media anual	13,2	8-15
mes más cálido	21,5	16,5-23
mes más frío	4,0	1-8

Resultados y discusión

El muestreo realizado en 2009 permitió comprobar la presencia de ectomicorrizas de *T. melanosporum* en todos los árboles, confirmando así el correcto desarrollo del experimento, la aptitud del terreno y el manejo adecuado para el desarrollo vegetativo de la trufa negra.

La primera recolección de trufas se llevó a cabo durante la campaña 2014/2015, en cuatro de los seis árboles. Se obtuvo una media de seis carpóforos por árbol, con un peso total de 1180g. El peso medio por carpóforo fue de 38 g, con un mínimo de 4 g y un máximo de 154 g. La mayoría de las trufas estaban en un grado óptimo de maduración y poseían una adecuada calidad organoléptica. La mayor parte de ellas se formaron muy superficialmente (en los 10 primeros cm de suelo) quizás por la ausencia de laboreo y de gestión de la flora adventicia. Dado el escaso número de árboles que configuraban el ensayo, cualquier estimación de rendimiento de cosecha es imprecisa. Aun así, salvando las distancias y con fines únicamente orientativos, indicaremos que extrapolarlo a una hectárea con una densidad de plantación habitual de 250 pies por hectárea (con marco de 6 x 6 m), fue equivalente a 49,20 kg/ha y campaña, claramente superior a la media estimada en plantaciones (Reyna, 2011) e inusual para un inicio de producción (Pierre Sourzat, com. pers.). Parece por tanto que la producción realmente comenzó algún año antes pero no fue detectada por el perro. Durante las siguientes campañas entraron en producción los dos árboles que faltaban y se mantuvieron las producciones en niveles muy aceptables: 900 g (temporada 2015/2016), 720 g (temporada 2016/2017) y 2320 g (temporada 2017/2018), corroborando de alguna manera los datos de producción obtenidos en la primera cosecha.

A partir del éxito conseguido en esta plantación experimental, se planteó valorar la potencialidad del cultivo trufero a mayor escala en la provincia de Salamanca sin necesidad de realizar enmiendas calizas. Para ello, se analizaron numerosas muestras de suelo en las que se midió entre otros parámetros, el pH. Con los datos obtenidos y teniendo en cuenta la ecología de la trufa, se detectaron tres zonas con pH superior a 7,5, aptas *a priori*, para el desarrollo de *T. melanosporum* (Figura 2): el cuadrante noreste de la provincia y dos zonas en torno a Ciudad Rodrigo y Tamames. Además, en la reciente campaña 2017/2018 se ha recogido la primera cosecha de trufa negra en la provincia de Zamora, en el municipio de Aspariegos (Servicio de Agricultura y Ganadería de la Diputación de Zamora, com. pers.), confirmando la aptitud de otras zonas del oeste peninsular para este cultivo. Existen también plantaciones ya establecidas en otras provincias cercanas como Valladolid (García-Rodríguez, 1994).

Conclusiones

La producción de trufa negra en las vetas subcalcinas del oeste peninsular, ácido en su mayoría, es posible, por lo que este cultivo podría constituir una alternativa productiva a tener en cuenta en territorios en los que nunca antes se había planteado, probablemente debido a la falta de conocimiento y de tradición de consumo en estas zonas "no truferas" de España. Acorde con la revisión realizada, la recolección de trufa negra llevada a cabo en el presente trabajo es la más alejada de la zona de producción silvestre en la península ibérica, por lo que se considera que se ha localizado una nueva zona de hábitat potencial para el desarrollo de este hongo. Del mismo modo que el cultivo de *T.*

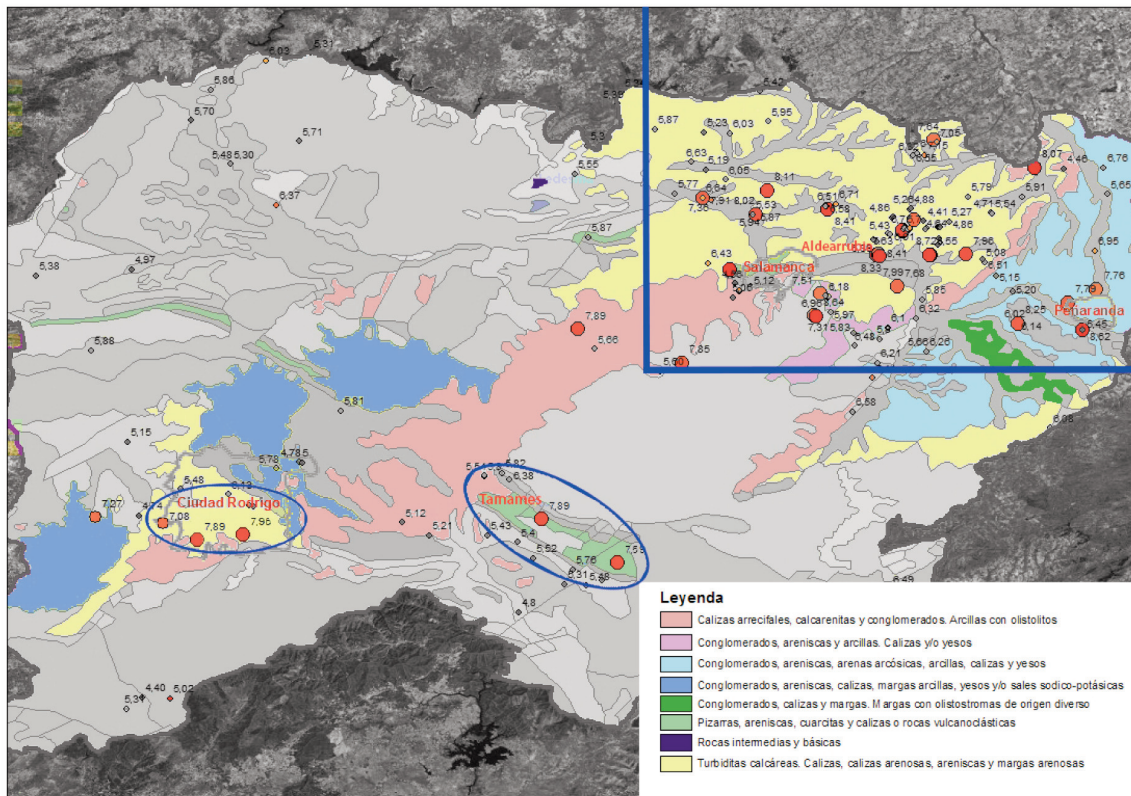


Figura 2. Mapa de suelos de la provincia de Salamanca (modificado de IGME, 1994). Se han delimitado tres zonas potencialmente aptas para el cultivo: zona noreste de la provincia (donde se encuentra la zona de implantación) y dos más meridionales en torno a Ciudad Rodrigo y Tamames. Se muestran los valores de pH de todos los puntos analizados.

Los puntos rojos corresponden a los de pH subalcalino.

Figure 2. Soil map of the province of Salamanca (modified from IGME, 1994). Three areas that are potentially suitable for cultivation have been delimited: north-east of the province (where the plantation area is located) and two more southern areas around Ciudad Rodrigo and Tamames. pH values of all the points analysed are shown. The red dots correspond to those showing subalkaline pH.

melanosporum se ha extendido a países donde no se encuentra la especie de modo natural (Reyna y García-Barreda, 2014), muchos de ellos en el hemisferio sur, aún se descubren nuevas zonas, relativamente próximas a su hábitat silvestre, con gran potencial para ser aprovechadas en este sentido. Queda por confirmar la rentabilidad real mediante el establecimiento de plantaciones de

mayor superficie y con fines económicos, así como estudiar la posible compaginación de esta actividad con los sistemas productivos de las "Dehesas perennifolias de *Quercus* spp." (Tipo de Hábitat de Interés Comunitario nº6310, Directiva UE 92/43), ya que podría conferir un gran valor añadido a estos bosques tan peculiares y tradicionales que dominan el oeste de la península ibérica.

Agradecimientos

Los autores quieren mostrar su entero y eterno agradecimiento a Rosa María Durán Cordovilla por su colaboración en este trabajo, en todos los anteriores y en todos los futuros.

También quieren agradecer a Luis Gómez Corona su empeño y ganas para que este proyecto salga adelante. Por último, desean expresar su agradecimiento a los revisores y a la editora que han mejorado la calidad de este manuscrito con sus acertadas sugerencias.

Bibliografía

- Andrés-Alpuente A, Sánchez S, Martín M, Aguirre AJ, Barriuso JJ (2014). Comparative analysis of different methods for evaluating quality of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum*. *Mycorrhiza* 24: 29-37.
- Chevalier G, Sourzat P (2012). Soils and techniques for cultivating *Tuber melanosporum* and *Tuber aestivum* in Europe. En: Edible Ectomycorrhizal mushrooms: Current knowledge and future prospects (Eds. Zambonelli A, Bonito GM), pp. 163-189. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- Cocina L, Barriuso JJ, Martín-Santafé M, Sánchez S (2013). A review of nurseries producing mycorrhizal plants in Spain and the world. 1st International Congress of Truffle Culture. *Tuber* 2013, 5-8 de marzo, Teruel, España.
- Colinas C, Capdevila JM, Oliach D, Fischer CR, Bonet JA (2007). Mapa de aptitud para el cultivo de la trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Catalunya. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona, España. 30 pp.
- García-Barreda S, Reyna S, Pérez R, Rodríguez-Barral JA, Domínguez JA (2012). Ecología de la trufa y las áreas truferas. En: Truficultura. Fundamentos y técnicas (Ed. Reyna S), pp. 151-206. Mundiprensa, Madrid, España.
- García-Barreda S, Molina-Grau S, Reyna S (2017). Fertilisation of *Quercus* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum*: Effects on growth and mycorrhization of two host species and two inoculation methods. *IForest* 10: 267-272.
- García-Barreda S, Forcadell R, Sánchez S, Martín-Santafé M, Marco P, Camarero JJ, Reyna S (2018). Black truffle harvesting in Spanish forests: trends, current policies and practices, and implications on its sustainability. *Environmental Management* 61(4): 535-544.
- García-Cunchillos I, Sánchez S, Barriuso JJ, Pérez-Collazos E (2014). Population genetics of the westernmost distribution of the glaciations-surviving black truffle *Tuber melanosporum*. *Mycorrhiza* 24: 89-100.
- García-Montero LG, Casermeiro MA, Hernando J, Hernando I (2006). Soil factors that influence the fruiting of *Tuber melanosporum* (black truffle). *Australian Journal of Soil Research* 44: 731-738.
- García-Rodríguez J (1994). Trufas y truficultura en España. I jornadas internacionales de truficultura. Asopiva, Abejar (Soria).
- IGME (1994). Mapa geológico de la península ibérica, Baleares y Canarias. Escala 1:1.000.000 (MAGNA). Instituto Geológico y Minero de España.
- ITACYL (2016). Suelos de Castilla y León. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Disponible en: <http://suelos.itacyl.es> (Consultado: 29 mayo 2017).
- Reyna S (2011). Sostenibilidad de la truficultura: aspectos ecológicos, económicos y sociales. En: Truficultura: fundamentos y técnicas (Ed. Reyna S), pp. 49-72. Mundiprensa, Madrid, España.
- Reyna S, García-Barreda S (2014). Black truffle cultivation: a global reality. *Forest Systems* 23: 317-328.
- Rodríguez JA, López M, Grau JM (2009). Metales pesados, materia orgánica y otros parámetros de los suelos agrícolas y pastos de España. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. 225 pp.
- Sánchez S, Ágreda T, Águeda B, Martín M, De Miguel AM, Barriuso J (2014). Persistence and detection of black truffle ectomycorrhizas in plantations: Comparison between two field detection methods. *Mycorrhiza* 24: 39-46.

- Sánchez S, De Miguel AM, Sáez R, Martín-Santafé M, Águeda B, Barriuso J, García-Barreda S, Salvador-Alcalde D, Reyna S (2016). La trufa de verano en la península ibérica: estado actual y potencialidad de cultivo. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 112: 20-33.
- Santisteban JI, Martín-Serrano Á, Monteserín V (1993a). Memoria de la hoja 478 (Salamanca) Mapa Geológico de España E.1:50.000 (MAGNA). Instituto Tecnológico GeoMinero de España (IGME). 96 pp.
- Santisteban JI, Martín-Serrano Á, Monteserín V, Díez-Balda MA, Nozal F (1993b). Mapa Geológico de la hoja 478 (Salamanca). Mapa Geológico de España E.1:50.000 (MAGNA). Instituto Tecnológico GeoMinero de España (IGME).
- Serrano-Notivoli R, Incausa-Ginés A, Martín-Santafé M, Sánchez S, Barriuso-Vargas JJ (2015). Modelización espacial del hábitat potencial de la trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad.) en la provincia de Huesca (España). ITEA-Información Técnica Económica Agraria 111(3): 227-246.
- (Aceptado para publicación el 21 de noviembre de 2018)