

TERRITORIO, AGAVES Y DESTILADOS EN MÉXICO: ORGANIZACIÓN ESPACIAL E IMPACTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

**Roldán Cruz, Edgar Iván¹
Sautier, Denis²**

Recibido: 22/01/2025 Revisado: 03/06/2025 Aceptado: 28/03/2026

RESUMEN

A pesar del diferencial y de la reputación, tanto de la especie agavera utilizada como de su graduación estandarizada, el mezcal y el tequila dominan el mercado de bebidas espirituosas de forma notable por su gran expansión y por la propia lógica de los terceros involucrados. El presente texto, a partir de los aportes inmersos en la ecología territorial, identifica las disímiles formas especiales de anclaje, dependencia y huella que dejan la cobertura de ambos destilados sobre los territorios compartidos; alcance que se introduce al analizar sus respectivas líneas discursivas en los litigios legales de protección. En un segundo momento se visibiliza la construcción territorial del destilado de pulque; su relevancia no es menor, pues este se asienta en espacios desprovistos de protecciones de origen, pero aún con amplia disponibilidad de agaves, derivada de su histórica relevancia magüey era nacional. Las estrategias metodológicas transitaron desde recabar información primaria y secundaria para describir la lógica productiva del tequila y del mezcal, hasta construir -entre estos y los destilados de pulque-, los diferenciales cuantitativos de tipo físico-químico. Así pues, es factible afirmar en demasía la desvinculación virtuosa entre el llamado histórico epicentro del tequila (Jalisco) y los referidos territorios compartidos; es decir, pese a su localización estratégica (Tamaulipas), a la alta disponibilidad de planta con rendimientos crecientes (Guanajuato) y a la proximidad fronteriza en expansión (Michoacán), los beneficios económicos aún son limitados, aunque con altos costos ambientales. Más aún, en todas las interpretaciones positivas de la ampliación, pese a que se fundamentan en la pertinencia histórica y cultural, la realidad es que antes de lograr la ampliación de las declaratorias existía una presencia limitada de factores humanos y técnicos, mucho menos de plantaciones agaveras necesarias para procesos de destilación a proteger. En contraste, dada la condición artesanal de los destilados de pulque, la principal disyuntiva para sobrevivir en el mercado de bebidas espirituosas será optar por alejarse de los modelos certificados hasta ahora existentes en México o asumíroslos.

Palabras clave: protección, tequila, pulque, mezcal, ecología territorial, destilado, México

¹ Doctor en Economía (Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM, México); Maestro en Desarrollo Regional (El Colegio de Tlaxcala, A.C.-COLTLAX, México); Licenciado en Economía (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-UAEH, México). Profesor Titular del Programa de Estadística Aplicada y Econometría en El Colegio del Estado de Hidalgo (CEH, México); Investigador por México, comisionado en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C. *Dirección postal:* Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. Avenida Insurgentes Sur 1582, Crédito Constructor, Ciudad de México. C.P. 03940, México. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0001-6811-7967>. *Teléfono:* +52 (55) 53227700; *e-mail:* rcruze@gmail.com

² Doctor en Nutrición Humana (Université de París VI-UPMC, Francia); Maestría en Nutrición Humana (Université de París VI, Francia); Ingeniero Agrónomo (St Paul's School, Estados Unidos). Economista Agroalimentario (indicaciones geográficas, cadenas de valor alimentarias, etiquetado de calidad alimentaria) del Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD-Francia / Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo), Unidad Conjunta de Investigación en Innovación. *Dirección postal:* 73 rue Jean-François Breton, 34398 Montpellier Cedex 5, Francia. *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0003-1615-5747>. *Teléfono:* +33 4 67 61 59 14; *email:* denissautier34@gmail.fr; denis.sautier@cirad.fr

ABSTRACT

Despite the differences and reputation of both the agave species used and their standardized alcohol content, mezcal and tequila dominate the spirits market due to their similar expansion and the logic of the third parties involved. This article, based on contributions immersed in territorial ecology, identifies the dissimilar special forms of anchoring, dependence, and footprint left by the coverage of both distillates on shared territories; a scope that is introduced when analyzing their respective lines of discourse in legal protection litigation. Secondly, the territorial construction of pulque distillate is highlighted; its relevance is no less important, as it is based in areas lacking protection of origin, but still with ample availability of agave, derived from its historical national relevance as a maguey producer. The methodological strategies ranged from gathering primary and secondary information to describe the productive logic of tequila and mezcal, to constructing, between these and pulque distillates, the quantitative differences of a physicochemical nature. Thus, it is feasible to affirm the virtuous disconnection between the so-called historical epicenter of tequila (Jalisco) and the aforementioned shared territories, since, despite their strategic location (Tamaulipas), the high availability of plants with increasing yields (Guanajuato) and the expanding border (Michoacán), the economic benefits are still limited, while the environmental costs are high. Furthermore, in all the positive interpretations of the expansion, despite being based on historical and cultural relevance, the reality is that, before the declarations were expanded, there was a limited presence of human and technical factors, much less agave plantations specific to the distillation processes to be protected. In contrast, given the artisanal nature of pulque distillates, the main dilemma for survival in the spirits market will be to move away from the certified models that have existed in Mexico until now or to adopt them.

Key words: Protection, tequila, pulque, mezcal, territorial ecology, distillate, Mexico

RÉSUMÉ

Malgré la différence et la réputation entre l'espèce d'agave utilisée et son degré d'alcool standardisé, le mezcal et la tequila dominent largement le marché des spiritueux en raison de leur expansion similaire et de la logique même des tiers impliqués. Le présent texte, à partir des contributions issues de l'écologie territoriale, identifie les différentes formes particulières d'ancrage, de dépendance et d'empreinte laissées par la couverture des deux distillats sur les territoires partagés ; cette portée est introduite lors de l'analyse de leurs discours respectifs dans les litiges juridiques relatifs à la protection. Dans un deuxième temps, la construction territoriale du distillat de pulque est mise en évidence ; son importance n'est pas négligeable, car il s'implante dans des espaces dépourvus de appellations d'origine, mais où l'agave est encore largement disponible, en raison de son importance historique dans la culture nationale du maguey. Les stratégies méthodologiques sont passées de la collecte d'informations primaires et secondaires pour décrire la logique productive de la tequila et du mezcal à la construction, entre ceux-ci et les distillats de pulque, des différences quantitatives de type physico-chimique. Ainsi, on peut affirmer sans risque d'erreur qu'il existe un découplage vertueux entre ce que l'on appelle l'épicentre historique de la tequila (Jalisco) et les territoires partagés mentionnés, car malgré leur emplacement stratégique (Tamaulipas), la grande disponibilité de plantes aux rendements croissants (Guanajuato) et la frontière en expansion (Michoacán), les avantages économiques restent limités, alors que les coûts environnementaux sont élevés. De plus, malgré toutes les interprétations positives de l'extension, qui se fondent sur la pertinence historique et culturelle, la réalité est qu'avant l'extension des déclarations, la présence de facteurs humains et techniques était limitée, et celle des plantations d'agaves, propres aux processus de distillation à protéger, l'était encore davantage. En revanche, compte tenu du caractère artisanal des distillats de pulque, le principal dilemme pour survivre sur le marché des spiritueux sera de s'éloigner des modèles certifiés existant jusqu'à présent au Mexique ou bien de les adopter.

Mots-clés : protection, tequila, pulque, mezcal, écologie territoriale, distillat, Mexique

RESUMO

Apesar da diferença e da reputação tanto da espécie agave utilizada como da sua graduação padronizada, o mezcal e a tequila dominam excessivamente o mercado das bebidas espirituosas devido à sua expansão semelhante e à própria lógica dos terceiros envolvidos. O presente texto, a partir das contribuições imersas na ecologia territorial, identifica as diferentes formas especiais de ancoragem, dependência e pegada que ambos os destilados deixam nos territórios compartilhados; alcance que é introduzido ao analisar as suas respectivas linhas discursivas nos litígios legais de proteção. Num segundo momento, torna-se visível a construção territorial do destilado de pulque; a sua relevância não é menor, pois este se estabelece em espaços desprovidos de proteções de origem, mas ainda com ampla disponibilidade de agaves, derivada da sua relevância histórica nacional como magueyera. As estratégias metodológicas passaram da recolha de informação primária e secundária para descrever a lógica produtiva da tequila e do mezcal, até à construção, entre estes e os destilados de pulque, das diferenças quantitativas de tipo físico-químico. Assim, é possível afirmar com segurança a virtuosa dissociação entre o chamado epicentro histórico da tequila (Jalisco) e os referidos territórios compartilhados, pois, apesar de sua localização estratégica (Tamaulipas), da alta disponibilidade de plantas com rendimentos crescentes (Guanajuato) e da fronteira em expansão (Michoacán), os benefícios económicos ainda são limitados, embora existam altos custos ambientais. Além disso, em todas as interpretações positivas da expansão, apesar de se basearem na relevância histórica e cultural, a realidade é que, antes de se conseguir a expansão das declarações, havia uma presença limitada de fatores humanos e técnicos, muito menos de plantações de agave próprias dos processos de destilação a proteger. Em contrapartida, dada a condição artesanal dos destilados de pulque, o principal dilema para sobreviver no mercado de bebidas espirituosas será afastar-se dos modelos certificados até agora existentes no México ou assumi-los.

Palavras-chave: proteção, tequila, pulque, mezcal, ecologia territorial, destilado, México

1. INTRODUCCIÓN

México es el histórico epicentro de origen y diversidad del *Agave Spp.*, pues de las 300 especies existentes que se distribuyen desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela, al menos el 75% se localiza en México (Zizumbo *et al.*, 2013). De tal porcentaje, cerca de 80 especies se utilizan –entre otros fines– para consumo humano, forraje, medicina, producción de bebidas fermentadas y/o destiladas, extracción de fibra, ornamento y la propia agricultura de temporal (Williams, 2015). En el mercado de bebidas destiladas de México dominan un par de especies monoespecíficas certificadas: tequila y mezcal, que comparten la característica de que se cosechan antes del brote floral –entre 6 y 8 años promedio–, garantizando con ello alta concentración de azúcares en las piñas y/o cabeza de la planta. Esto les permite, entre otros factores, alcanzar graduación alcohólica papable al gusto (García *et al.*, 2019).

En México datan de 1811 los primeros esfuerzos de destilación –del latín *destillare*, gotear, caer gota a gota–, cuya lógica de producción se sabe que fue adaptada a las

técnicas introducidas desde Filipinas –por orden de aparición: pulque, tequila y mezcal– (Payno, 2012; Rodríguez & Ortiz, 2022); aunque hallazgos recientes sugieren la existencia de destilación siglos antes de la llegada de los españoles (Zizumbo *et al.*, 2013). El tequila –antes conocido como vino mezcal– es la primera bebida alcohólica mexicana que obtuvo la protección de origen –en 1974–. Esta se define para designar lo originario de una zona –Tequila, municipio de Jalisco–, donde la calidad o característica se debe exclusivamente y/o esencialmente a su medio geográfico, según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, 2010)³. Jalisco es el epicentro del *Agave tequilana* Weber var. azul, una planta que se describe como amarilidácea,

³ Desde finales de la primera década del siglo XXI, expertos han planteado cierta definición alrededor del «terroir», la cual se define como una herramienta operativa que proporciona precisión en los factores ambientales y humanos que caracterizan un espacio geográfico que es lugar de producción de un bien típico, patrimonio y bien cultural; factores que hoy definen de forma quizás contradictoria a la mayor de las certificaciones de origen en el mundo (ORIGIN, 2024; Casabianca *et al.*, 2006).

con hojas largas y fibrosas de color verde azul, cuya parte explotada es la piña (SIAP, 2022). Según la última contabilidad agrícola oficial, el agave tequilero se siembra en 12 territorios del país –en 223 municipios, que representan 125 mil hectáreas–, algunos con plantaciones comerciales de alta densidad, pero no todos cuentan con el estatus de zona protegida (Luna, 2018; SIAP, 2023). Según las diferentes actualizaciones de la Denominación de Origen Tequila (DOT), esta abarca al menos cinco entidades del país validadas y/o certificadas: Nayarit, Jalisco, Tamaulipas, Guanajuato y Michoacán (CRT, 2024).

Respecto al mezcal –antes llamado mexcal, que significa maguey cocido y horneado según las lenguas nativas de México (Bowen, 2015)–, este también se registra en 12 entes del país. En agregado, estas cuantifican cerca de 124 mil hectáreas, distribuidas en 180 municipios (SIAP, 2024). Oaxaca es el epicentro mezcalero del país, aunque con la creación de la Región Mezcal que sirvió para fundamentar su protección de origen (1994), no todos los territorios históricos oaxaqueños fueron beneficiados (SIAP, 2024). El *Agave angustifolia* Haw. es la especie en demasía utilizada y explotada (aunque también se ocupan demás especies endémicas); se identifica por sus enormes pencas verdes azuladas; sus espinas se asemejan a la hoja de una espada, por lo que comúnmente se le llama espadín (SIAP, 2024). Según las actualizaciones normativas, las 12 entidades se encuentran bajo la Denominación de Origen Mezcal (DOM). Aquí destaca la presencia de al menos tres de los cinco territorios que forman la DOT: Tamaulipas, Michoacán y Guanajuato (COMERCAM, 2024). Empero, a diferencia del tequila, la reputación del mezcal depende de la especie explotada-diversidad y conocimiento tradicional, aunada a su disímil elaboración –genérica, artesanal y ancestral–, así como a la propia estandarización típica de la graduación –blanco minero, reposado, añejo, con chinicuil, de pechuga, por mencionar algunos– (Pérez *et al.*, 2016; Aguirre-Dugua & Eguiarte, 2013). En lo que va del presente siglo, el mezcal se vendió en poco más del doble que el tequila, situándose en el primer lugar con un crecimiento promedio del 54,7% (Luna, 2018).

Para consolidar la expansión comercial tanto del tequila como también del mezcal, de forma histórica entes económicos como José Cuervo, Sauza, Herradura y Cazadores han intervenido en el suministro de la cadena de valor, aunque desde hace algunos años son enseññas controladas por Bacardí (Puerto Rico), Pernod Ricard (Francia), Brown Forman Corporation (Estados Unidos) y Diageo (Reino Unido) (WS, 2024). Así, la DOT y la DOM transitaron de una gobernanza liderada por los industriales a otra liderada por los distribuidores y comercializadores (Luna, 2018). Todo ello promueve innovaciones comerciales, tales como el envasar a granel fuera de México (principalmente en Estados Unidos) y la mezcla de otros destilados que comprometen la calidad del tequila y/o del mezcal (Pérez-Akaki *et al.*, 2021). Esto se posibilita por las bondades de protección de terceros involucrados, pues ambas certificaciones registran defensa y protección-incluidas las plantaciones- en casi los mismos 35 países de cobertura (ORIGIN, 2024). Es decir, literal, ambos agaves protegidos son comprados por completo y pasan a manos de las transnacionales, que se adueñan del producto y del valor de la propia DO (Bowen, 2015).

Frente a tal realidad territorial/comercial y asumiendo las condiciones diferenciadoras existentes en ambos destilados de agave, el presente texto pretende identificar la función de los territorios compartidos de las referidas especies certificadas, a través de sus efectos en la generación de riqueza, así como sus implicaciones ecológicas derivadas de la transformación del propio espacio agrícola. El marco analítico e interdisciplinario de la Ecología Territorial (ET) permite comprender la función de los territorios compartidos a partir de la estructuración de los flujos que circulan hacia, dentro y desde el llamado soporte biofísico de las especies certificadas–tequila y mezcal–. Este marco también conocido como dimensión material y se precisa como aquel espacio que estructura y define la actividad económica y los sistemas agrícolas en los territorios compartidos (Grillot *et al.*, 2021; Gabriel *et al.*, 2020; Madelrieux *et al.*, 2017a). En específico, Madelrieux *et al.* (2017a) critican la idea de que toda externalización o

apertura del sistema sea negativa; para ellos, la llamada desvinculación virtuosa implica aceptar que una granja individual o un pequeño territorio no tiene por qué ser totalmente autónomo. Por su parte Gabriel *et al.* (2020), al revisar las representaciones del metabolismo socioeconómico, entienden que la desvinculación virtuosa se refiere a separar la producción agrícola de la degradación del suelo, la biodiversidad, el agua y la dependencia de insumos fósiles. Otros autores como Grillot *et al.* (2021) indican que, para que un territorio sea económicamente viable y cumpla su función social, no puede cerrarse sobre sí mismo; tiene que sostener a las ciudades y aportar a la bioeconomía -materiales, energía-. Aquí la desvinculación es «virtuosos» cuando el territorio exporta su biomasa de manera inteligente, insertándose en redes más amplias, sin que ello implique una minería unidireccional de sus nutrientes.

Los aportes de la ET nacen a principios del siglo XXI en Europa, con el intento de comprender la interacción entre las cadenas de suministro de los territorios, a partir de preceptos espaciales como el anclaje, la dependencia y la huella (Penker, 2006; McGinnis & Ostrom, 2014). Es así como tal enfoque asume el desafío de la interdisciplinariedad, ya que intenta construir un proceso de ensamble y diálogo de los aportes disciplinares necesarios para entender las interacciones entre los agaves certificadores y los territorios compartidos (Madelrieux *et al.*, 2017b; Harchaoui *et al.*, 2024).

En el segundo momento del texto-pero no menos importante-se pretende visibilizar la territorialización existente alrededor de los llamados destilados de pulque, explicada a partir de sus condiciones productivas y humanas, así como de sus propiedades fisicoquímicas. El destilado de pulque volvió a proliferar con la llegada del COVID-19 (en 2020), aunque ahora desdibuja otro destino. Según fuentes oficiales, en menos de tres años existen 32 marcas registradas que-en ciertos casos-realizan entregas fuera de México (IMPI, 2023). A diferencia del tequila y del mezcal, el destilado de pulque-además de definirse como una bebida de calidad, ligera y sustentable, elaborada mediante un sistema de producción

totalmente artesanal (Fernández, 2023) se caracteriza por la ausencia de cocción de la piña (mostos), por la mínima adición de agua y/o otros aditivos necesarios para la fermentación, así como por la utilización de los demás azúcares (Roldán, 2022). La mayoría de las destilerías de pulque se localizan en el histórico epicentro del *Agave salmiana*—también conocido como maguey pulquero—, un territorio desprovisto de protecciones de origen (Roldán *et al.*, 2022). Aunque existen esfuerzos desde la política pública por importar en demasía al mezcal seguido del tequila, al respecto es necesario recordar que hace tiempo sucedió lo mismo entre los territorios mezcaleros y los tequileros, teniendo como resultado cierta conversión al cultivo industrial, degradación y contaminación de suelos y aguas del subsuelo por el uso y abuso de agroquímicos (Luna, 2018). Más aún, hoy en día es evidente la limitada cabida que tienen los destilados tradicionales y/o pequeños productores bajo la lógica de las DOT (Denominaciones de Origen Tequila) DOM (Denominaciones de Origen Mezcal), aunque paradójicamente ellas mantienen viva la tradición que permite legitimar las solicitudes certificadoras, como también fueron las primeras en traer a debate la modificación de los parámetros de las bebidas destiladas (el caso del metanol), que se han vuelto artificiales, sin sustento en términos de salud (González *et al.*, 2020).

2. METODOLOGÍA

Los datos utilizados, las herramientas y las estrategias metodológicas fueron diferenciales, derivados de la propia naturaleza existente en los procesos de valorización de los destilados analizados. Esto se debe a que, mientras que el tequila y el mezcal registran 50 y 30 años en el mercado—respectivamente y con un vasto bagaje normativo/legal que otorga viabilidad—, los llamados destilados de pulque-pese a algunos altibajos-, fueron de mayor visibilidad desde la llegada de la COVID-19. Según algunos expertos, esta representa la quinta ola en la que intenta insertarse en el mercado.

Así pues, en el primer apartado-al identificar las disímiles formas especiales de anclaje, dependencia y huellas que deja la cobertura del tequila y del mezcal sobre los territorios

compartidos-, se analizó la lógica normativa correspondiente a la DOT y a la DOM. Se accedió al archivo electrónico del Diario Oficial de la Federación (DOF, 2024), periódico oficial del Gobierno de México que publica leyes, reglamentos, decretos, circulares y demás actos, de carácter permanente y de interés público. Lo anterior se fortaleció con información estadística sobre la disponibilidad de agaves a lo largo del tiempo, proveniente de la plataforma del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), avalada por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Además, se visualizó la potencial reconversión agrícola de los territorios que comparten ambas DO, a partir del uso de los Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación en diferentes periodos de tiempo, con acceso disponible en el portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016). Para medir el nivel de generación de riqueza, ocupación y unidades económicas en los referidos territorios compartidos, se accedió al Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC) del Censo Económico, con el concepto «Elaboración de Bebidas Destiladas» (INEGI, 2020). Esta última información fue reforzada con la información disponible en el portal especializado Wine Searcher (WS, 2024), que identifica precios, variaciones y distribución de casi todas las bebidas con graduación alcohólica del mundo. Es de señalar que únicamente las primeras tres plataformas digitales mencionadas fueron de acceso libre, avaladas por el Gobierno de México.

Para el segundo apartado del presente texto, al visibilizar la construcción territorial que viven los llamados destilados de pulque, ello fue posible en un primer momento gracias a la vinculación existente entre el colectivo académico Red Científica Maguey Nopal (Red Mag Nop), hombres y mujeres inmersos en la Unión de Destiladores de Pulque de Hidalgo y los tomadores de decisiones de la política pública local. Fue posible gracias a que en el último trimestre del 2022 se efectuó el Primer Encuentro de Destiladores de Pulque en el municipio de Singuilucan (Hidalgo, México). Este evento-aparte de ser una de las primeras actividades masivas en la región después de

ser decretada en México el fin a la emergencia sanitaria de la COVID-19 (DOF, 2023)-, trajo como resultado la socialización con los maestros y maestras destiladoras, materializada en un par de acuerdos a seguir que permitieron fundamentar lo expuesto en este segundo apartado.

El primer alcance se centró en identificar los determinantes fisicoquímicos -huella cromatográfica- que definen los destilados de pulque, con base en los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012 (tequila) (DOF, 2012a). Esta elección-aparte de la nula existencia de normatividad específica para los destilados de pulque- obedeció a la sugerida necesidad de las referidas marcas/destilerías de pretender, en el imaginario inmediato, ser idénticas al tequila; al menos por la relevancia de su impacto económico y su penetración de mercado, por mencionar algunas. El segundo alcance fue identificar la lógica de destilación y su operatividad como cadena de valor. Para ello se realizaron visitas personalizadas a cada una de las marcas/destilerías, las cuales permitieron recoger evidencia fotográfica de las plantaciones de maguey, del tinacal -que se manufactura por mesas de cuero vacuno en un lugar cerrado u oscuro-, si bien con el pasar de los años pasó a utilizarse el de plástico como material de depósito -y del propio destilador de pulque- que puede ser acero inoxidable, cobre y/o híbrido-.

Para el último semestre de 2023 y en el marco del Segundo Encuentro de Destiladores de Pulque «Reinventemos el Pulque», efectuado en el municipio de Nopala (Hidalgo, México), se sumaron otras siete destilerías provenientes del interior de la entidad hidalguense (Sierra Gorda). Aquí destacó la presencia de mujeres y hombres en circunstancias equitativas, pero -más aún- la mayoría de las destilerías proviene del Programa Insignia del Gobierno de México «Sembrando Vida». De común acuerdo con la referida Unión de Destiladores se solicitó a las recién incorporadas marcas/destilerías tanto la caracterización cromatográfica como la calendarización de visitas personalizadas. Así pues, por recomendación del Ente Certificador -un laboratorio validado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA)-, se

utilizaron los determinantes establecidos en la NORMA Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, con la finalidad de garantizar que los posibles resultados sean comparables con el mezcal, amparado bajo el criterio «Destilado de Agave y/o Aguardiente de Pulque» (DOF, 2017).

Con los resultados de las respectivas huellas cromatográficas de los destilados de pulque, según las lógicas normativas, fue posible identificar con la ayuda del Análisis de Correspondencia (AdC)-, posibles diferencias y/o semejanzas entre estos tres en sus condiciones fisicoquímicas (Levy & Varela, 2008). Con la ayuda del Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) se construyeron tres columnas: la primera, ordenada para enumerar los tres destilados analizados -tequila, mezcal y destilados de pulque-; la segunda, para codificar el nombre de los nueve determinantes inmersos en los análisis cromatográfico -furfural, metanol, aldehídos, ésteres, alcoholes superiores, volumen de alcohol, extracto seco, plomo y arsénico; y finalmente, en la tercera columna, fueron ponderados los valores de los determinantes de cada destilado analizado. Para el tequila y mezcal se utilizaron sus respectivos valores máximos inmersos en cada una de las normas referidas.

Los resultados estadísticos señalaron cerca de 20 mil asociaciones entre los tres destilados analizados y los respectivos nueve determinantes. A partir del valor del estadístico chi-cuadrado y su significancia -120 grados de libertad-, al resultar menor que 0,01 permitió rechazar la hipótesis nula de independencia entre las dos variables. Por tanto, los dos primeros factores explican cerca del 94% del total de la inercia de la nube, con una variación menor al 0,01 (Levy & Varela, 2008). El metanol y los aldehídos fueron los factores determinantes que explicaron la inercia de ambos ejes factoriales a partir de los valores cromatográficos de los tres destilados analizados. En el caso de los destilados de pulque, se observaron perfiles de sabor y olor genuinos, asociados a los compuestos volátiles presentes en el pulque -aldehídos y ésteres-.

Por último, es importante señalar que -mediante el uso de cartografía especializada (ArcGIS) y la proyección GS WGS84 en el

primer apartado fue posible visualizar la expansión territorial del tequila y del mezcal, así como su lógica productiva, su conectividad estratégica y su posible reconversión agrícola versus vegetación. Para el segundo apartado, en un tercer mapa se ejemplifican tanto la frontera magueyera de Hidalgo como la localización de los destilados de pulque en el mismo territorio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

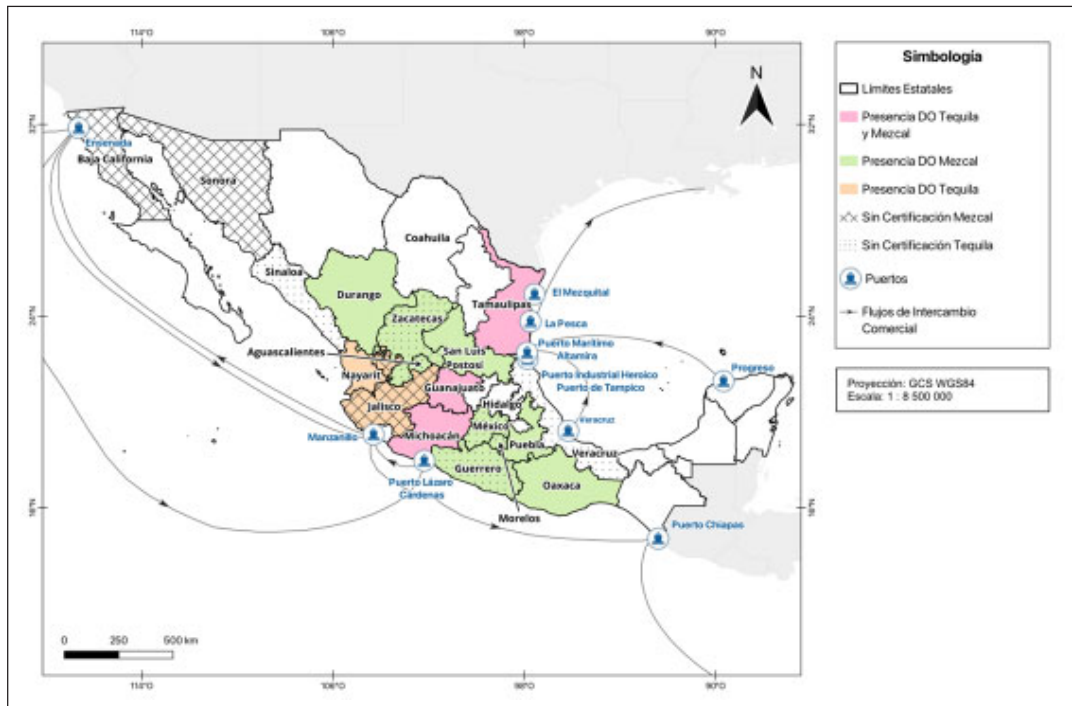
3.1 TERRITORIOS, DESTILADOS Y MARCAS: TEQUILA Y MEZCAL

En el mundo existen cerca de 10 mil protecciones legales. De estas, 8.200 se hallan bajo la figura de «Ley Sui Generis», expresión latina que significa de su género o su especie (ORIGIN, 2024). México aporta 74 a tal cuantía, agrupados en tres tipos: i) no alimenticios (ámbar, madera, cerámica); ii) alimenticios (arroz, cacao, chile, mango y vainilla); y, iii) bebidas espirituosas (tequila, sotol, raicilla, mezcal, Charanda y Bacanora) (ORIGIN, 2024). Para estas últimas la influencia de los grupos asociados a los Consejos Reguladores, así como las respectivas normas (tequila: NOM-006-SCFI-2012; mezcal: NOM-070-SCFI-2016), limitan en demasía el uso de la palabra mezcal y tequila a cualquier bebida elaborada con agave, manteniendo así cierto dominio material y simbólico en la región protegida; inclusive, en los territorios próximos a ellas (Luna, 2018; Sekine, 2019). Ambas bebidas espirituosas -tequila y mezcal- se certifican mediante una serie de pruebas realizadas en el laboratorio del Consejo Regulador del Tequila, con una vigencia de seis meses, cuya finalidad es prevenir abusos (Pérez-Akaki *et al.*, 2021).

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y, en su contraparte, el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) son los entes encargados de salvaguardar la propiedad industrial y los derechos de obtentor (ORIGIN, 2024). La protección de origen del tequila fue promovida tanto por la Cámara Regional de la Industria Tequilera (CRIT) como por la empresa Tequila Herradura. Hoy en día su soporte biofísico son los 125 municipios de Jalisco -anclaje a su lugar de origen: el municipio de Tequila-, entidad

Figura 1

Presencia de la DO Tequila y DO Mezcal, así también territorios sin certificación



Fuente: SIAP (2024); WS (2024); ORIGIN (2024)

cuya disponibilidad de planta se incrementó cerca de 12 veces en los últimos 37 años -134 mil hectáreas disponibles- (DOF, 1976; SIAP, 2024). Según la última contabilidad industrial del país, 40 de los 125 entes que explican tal base territorial -próximo a la Zona Metropolitana de Guadalajara, y asiento administrativo de las empresas tequileras-, registran ingresos que, en agregado, equivalen a cerca de 3 millones de dólares estadounidenses anuales por el concepto de Elaboración de Bebidas Destiladas. Se distribuyen en 90 destiladoras que representan 2 mil marcas de alta graduación que generan, a su vez, 8.400 empleos directos (INEGI, 2020; Luna, 2018) (Figura 1).

Desde 1949 los estándares de calidad definen la obtención de la materia prima y otras especies del mismo género que se cultivan en Jalisco, con graduación alcohólica neta entre 45-50 grados -escala Gay-Lussac- (DOF, 1949). Aunque ante la creciente demanda del

mercado se propició modificar la normatividad que hoy rige la calidad de la producción de tequila-por ejemplo, con las modificaciones realizadas en 1964-, se aceptó el enriquecimiento de esta bebida con hasta un 30% de azúcares fermentables, sobre una base de destilación del mosto fermentable obtenido tras la cocción de la piña de *Agave tequilana* Weber var. azul -cultivado en Jalisco-. También se redujo el tiempo de añejamiento de dos a un plazo no menor de un año -caso del Tequila Añejo- (DOF, 1964). Posteriormente, en la NOM DGN-V-7-1976 (DOF, 1976), se aceptó la mezcla del aguardiente regional, extraído de las cabezas cocidas de *Agave tequilana* y susceptible de corregirse con hasta un 49% de azúcares de otra procedencia. Tal permiso está vigente a la fecha, pues se justifica por las demandas crecientes de tequila en los mercados nacionales e internacionales, así como por un intento -además- de proteger la salud pública (DOF, 2006), aunque resulta cuestionable por

no garantizar la autenticidad del tequila (González *et al.*, 2020).

En suma, derivado de tal protección industrial, cerca de 258 millones de litros se distribuyeron en los últimos 30 años (1995-2023): 51% bajo el sello Tequila 100% Agave –los azúcares fermentables provienen exclusivamente del Agave azul–; y el porcentaje restante, bajo el distintivo Tequila –donde menos de la mitad de los azúcares son permisibles de la otra fuente– (DOF, 2006). Alimentar tal producción es posible gracias a la disponibilidad de la planta en cinco territorios federativos del país –Jalisco, Nayarit, Tamaulipas, Michoacán y Guanajuato, teniendo las tres últimas registran en su haber la distinción del mezcal–, aunque también concurren las demás entidades, que aportan menos del 7% a la producción efectiva. En este último caso, la mayoría son pequeños productores tradicionales del tequila (SIAP, 2024).

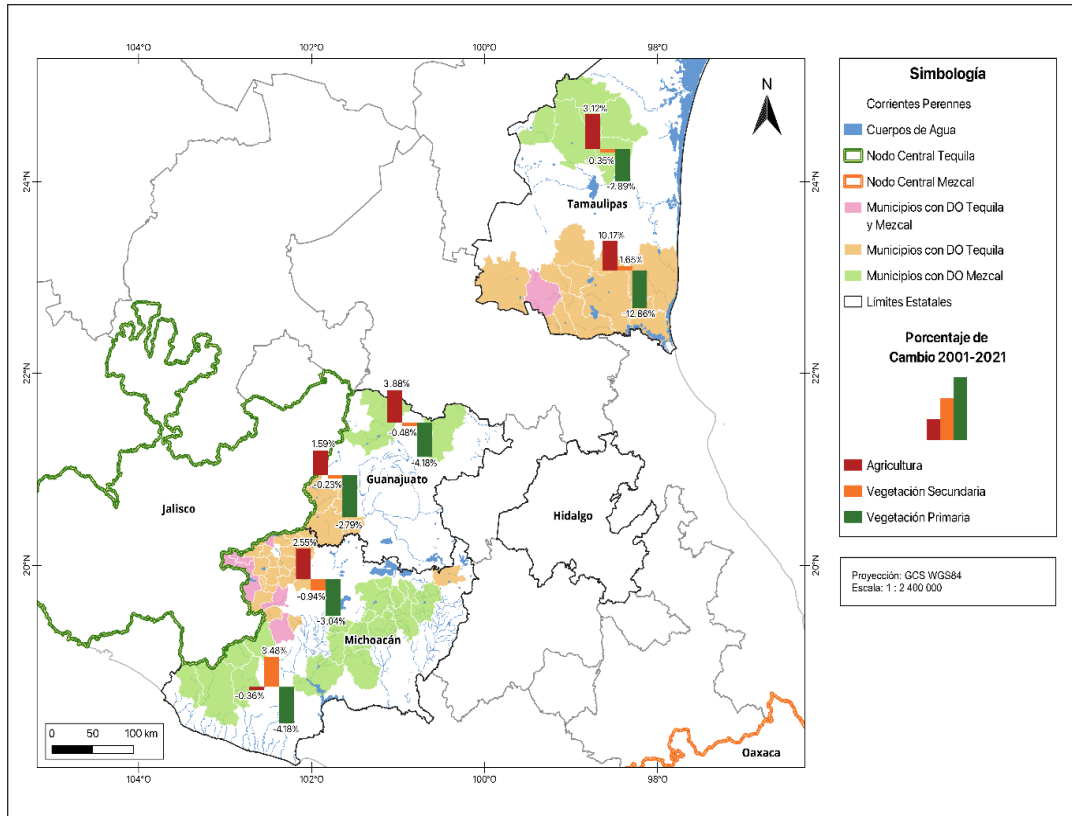
Específicamente en Tamaulipas, en 1976 y a solicitud de la Tequilera La Gonzaleña, se incluyeron 11 municipios tamaulipecos bajo la DO Tequila –mismo año que fue declarada como patrimonio del Estado Mexicano– (Pérez-Akaki *et al.*, 2021). Estos municipios se distinguen por su nula proximidad territorial al soporte biofísico del Tequila –Jalisco, epicentro histórico–, situándose a una distancia de hasta 1.000 kilómetros. No obstante, en su interior registran continuidad espacial sobre la franja sur de Tamaulipas; entre la Huasteca Tamaulipeca –en menor presencia–, así como el Altiplano Tamaulipeco y la Cuenca Central (DOF, 1977; GET, 2024) (Figura 2). Tal decisión fue catalogada en aquel tiempo como arbitraria –justificada por limitados antecedentes históricos–, pero más aún, por la ausencia de plantaciones de tequila en Tamaulipas (Bowen & Valenzuela, 2009). En realidad, tras la crisis de escasez de *Agave tequilana* Weber var. azul en 1966, una de las grandes destilerías de aquellos tiempos se asoció comercialmente con empresarios de Tamaulipas con la finalidad de plantar extensiones de agave tequilero (Plascencia & Peralta, 2018). Hoy en día es visible la consecuencia de tal acción, ya que ahora se complementa la lógica de producción tipo *downstream*: vinculación al consumo global,

mientras que a la distancia están los centros de decisión –Jalisco– y las plantaciones disponibles –Jalisco, y como se verá más adelante, Michoacán y Guanajuato– (Madelrieux *et al.*, 2017a; Rastoin & Ghersi, 2010) (Figura 2). En este escenario, Puerto Altamira, Puerto Tampico –ambos federales– y, en menor medida, Puerto Matamoros –estatal– garantizan de forma agregada el acceso a Sudamérica, Panamá, Colombia, el Mediterráneo, Oriente Medio, Egipto, Europa, el Caribe y Estados Unidos. De hecho y según algunas estimaciones, a través de las 35 líneas navieras instaladas transitan en promedio 30 millones de toneladas anuales de mercancía (SCT, 2024) (Figura 2).

Así pues, a 45 años de ser decretada la DO Tequila en los 11 entes tamaulipecos y con una disminución de casi 6 veces en la disponibilidad de plantaciones tequileras durante los últimos 20 años –i.e., 1.259 hectáreas efectivas–, se observa una disminución en la generación de empleos, riqueza, unidades instaladas y marcas visibles (SIAP, 2024; INEGI, 2020; WS, 2024). Aunado a esto, durante los últimos 20 años la actividad agrícola –entendida por la suma del tipo de ocupación, temporalidad y suministro de agua– en promedio, incrementó 10,17% en la total área vigente de los 11 municipios referidos (INEGI, 2016) (Figura 2). En contraste, la vegetación –definida por la ecológica, florística y fisonómica– refleja una disminución de tres puntos porcentuales respecto a la dinámica agrícola (INEGI, 2016) (Figura 2). Interpretando a Madelrieux *et al.* (2017a) y a Ostrom (2009) y ponderando el análisis descrito para Tamaulipas, es posible afirmar que en su haber la DO Tequilales del beneficio económico que implica en su haber la DO Tequila –el principal desafío de los territorios tamaulipecos será reconectar –a escala territorial– el sector primario con los ecosistemas y vegetaciones disponibles.

Pese a la realidad antes descrita, a inicios del presente siglo XXI otros siete municipios localizados al norte de Tamaulipas se convirtieron en espacios estratégicos, pero ahora de la DO Mezcal (DOF, 2003), agrupados con continuidad espacial en la región de los Llanos de San Fernando (al norte de la entidad) y en menor cuantía en la zona Centro

Figura 2
Territorios locales de la DO Tequila y DO Mezcal



Fuente: SIAP, 2024; INEGI, 2021; INEGI, 2001

(GET, 2024) (Figura 2). Mención especial merece el municipio de Ocampo, que es el único territorio que abarca ambas certificaciones –tequila y mezcal– (COMERCAM, 2024). La declaratoria de la DO Mezcal fue solicitada por los tomadores de decisiones de tal entidad, cuyo testimonio se remonta a la época colonial en la elaboración de mezcal de San Carlos –Santander, Jiménez–, utilizando la especie *Agave americana*, esfuerzo secundado por la memoria fotográfica de paisaje (DOF, 2003). Tal afirmación legal también fue impugnada –y sin éxito alguno– por al menos 50 empresas con domicilio fiscal de Oaxaca y Guerrero, así como también de la Cámara Nacional de la Industria del Mezcal, A.C. (sede en Oaxaca). El argumento principal fue la falta de improcedencia territorial, climas diferenciados

y la limitada caracterización fisicoquímica vigente según la NOM-199-SCFI-2017 (DOF, 2017). Importante recordar que esta NOM garantiza la calidad del mezcal, además de que permite adicionar hasta un 40% de otros azúcares en su respectiva preparación, siempre y cuando no se eliminen las características del producto (DOF, 2003).

Así, en la interpretación positiva –a partir de estudios técnicos– se asumió que las diferencias regionales también existen entre los municipios y entidades a los que se les ha otorgado el DO, por lo cual –en el caso de Tamaulipas– se exhortó a mantener un suministro constante de plantas y plántulas, así como a equipar la producción de mezcal con tecnologías modernas (DOF, 2003). La realidad es que durante este periodo también disminuyó

en 5 veces la frontera mezcalera de tamaulipecana -inventario disponible de 180 hectáreas- y más aún, sin evidencia de impacto económico alguno (INEGI, 2020; SIAP, 2024). No obstante, de acuerdo con el portal especializado Wine Searcher (WS, 2024) existe un único registro de marca de origen tamaulipecano -El Tinieblo Mezcal, 40-45 grados de alcohol-, el cual se distribuye tanto al norte de México (Monterrey) como al sur del país (Oaxaca); en ambos casos, llega a costar hasta 77 USD -en su presentación de 75 mililitros- (WS, 2024). En las realidades ambientales se registra el mismo escenario de proporcionalidad inversa que en la franja sur de Tamaulipas (DO Tequila), aunque en menor medida; es decir, la agricultura aumentó (3,12%) al mismo tiempo que la vegetación nativa disminuyó (-2,89%) (INEGI, 2016). Así pues es posible confirmar que, dejando fuera las bondades que ofrece la localización estratégica de los territorios -y según Buclet (2015), dilucidando-, el principal reto inmediato será la gestión del territorio para limitar las pérdidas ambientales ocasionadas por las múltiples superposiciones descritas, muy cuantiosas en zonas tequileras y en menor medida en las mezcaleras.

Respecto a Michoacán, sin impugnaciones viables y decretadas en 1977, después de Jalisco es la entidad que mayor cuantía aporta a la cobertura y protección del tequila. Los 30 municipios se distinguen por su proximidad a la franja este de Jalisco, compactados en la región Lerma-Chapala, con menor intensidad en Temaltepec (DOF, 1977; GEM, 2024) (Figura 2). La localización del Puerto Industrial Lázaro Cárdenas (Michoacán) privilegia el acceso al Pacífico mexicano -recibe hasta 165 mil toneladas de desplazamiento- con rutas directas a Estados Unidos, Centroamérica, Sudamérica, Europa, Medio Oriente y el Pacífico Oriental (SCT, 2024) (Figura 1). En los últimos 20 años la disponibilidad sembrada de la tequilera michoacana se incrementó 1,3 veces, lo cual es equiparable al porcentaje de pérdida vegetativa (INEGI, 2016) (Figura 2). Además de cuantificar plantaciones compactas -pues antes se sembraban granos- (Paleta & Aguilar, 2012), esta se distingue por contabilizar el principal rendimiento tequilero del país -100 toneladas por hectárea. Según fuentes oficiales

existen otros 39 entes municipales de Michoacán que producen tequila, aunque sin certificación de origen (SIAP, 2024).

Información disponible de la última contabilidad industrial indica que ocho empresas michoacanas elaboran tequila, distribuidas sobre los 30 municipios certificados, que en suma generan 900 mil USD de riqueza (INEGI, 2020). Tequila Hacienda Maravatio y Tequila Hacienda Sahuayo son las marcas de mayor visibilidad en el mercado; la primera, con incidencia en lo local -se llega a vender hasta por 40 USD-, mientras que la segunda tiene presencia en el mercado estadounidense -a un costo promedio de 50 USD- (WS, 2024). Así pues, es posible señalar -reinterpretando a Madelrieux *et al.* (2017b) y a Ilbery *et al.* (2005)- que la cercanía de Michoacán a Jalisco -soporte biofísico del tequila- explica la disponibilidad de planta y la oferta de producción, ya que la mínima proximidad espacial ha logrado en las marcas michoacanas cierta calificación territorial asertiva ante los consumidores potenciales del tequila (Deverre & Lamine, 2010).

Para 2012, pese a los prolongados altibajos de la política pública local -quizás por la constante insistencia de la Unión de Mezcaleros de Michoacán- otros 29 municipios obtuvieron la certificación de la DO Mezcal, distribuidos de forma próxima entre las regiones Costa, Infiernillo, Tierra Caliente y Oriente (DOF, 2012b; GEM, 2024) (Figura 2). Así, cerca del 50% de los municipios locales de Michoacán tienen en su haber plantaciones o producción certificada tanto en la DO Tequila como en la DO Mezcal, mientras que nueve municipios comparten ambas certificaciones (COMERCAM, 2024). Según la justificación en Michoacán la elaboración del mezcal data de hace cerca de 400 años, ya que diferentes relatos documentaron la existencia de un aguardiente de alto contenido alcohólico llamado mezcal, manufacturado en Valladolid -hoy Morelia-; incluso se afirmaba la existencia de condiciones fisiográficas similares a las que se registran en Oaxaca y Guerrero (DOF, 2012b). Al respecto, sin éxito alguno, fueron presentadas ocho objeciones a tal proyecto de modificación. Las primeras cuatro, con plazo

legal establecido, provenían del Consejo Oaxaqueño del Maguey y Mezcal, de la Cámara Nacional de la Industria Tequilera, del Gobierno del Estado de Oaxaca y del Consejo Estatal del Maguey y Mezcal de Guerrero. Todos los referidos organismos argumentaban la improcedencia de los factores naturales, humanos e históricos de Michoacán (DOF, 2012b).

Así pues, a 10 años de haber logrado dicha certificación Michoacán tiene la misma disponibilidad de frontera mezcalera –2 mil hectáreas–, aunque se distingue por tener el segundo mejor rendimiento mezcalero del país –80 toneladas por hectárea– (SIAP, 2024). Destaca la presencia de vegetación secundaria, que surge de la eliminación y/o alteración de cierta vegetación natural de estructura y composición heterogéneas-agrícola y vegetación (INEGI, 2016) (Figura 2). En Michoacán, por orden de intensidad y de forma conocida, dominan al menos las siguientes variedades: maguey cupreata (*Agave americana*), maguey alto (*Agave inaequidens*), maguey chino (*Agave cupreata*), maguey manso de Sahuayo (*Agave salmiana*) y maguey cenizo (*Agave cenizo*) (Colunga *et al.*, 2007); tales especies de agave son reconocidas en la NOM-199-SCFI-2017 (DOF, 2017) para la producción de bebidas alcohólicas tipo mezcal. La contabilidad industrial del país indica la existencia de seis unidades económicas registradas en los 29 municipios que obtuvieron la certificación de la DO Mezcal, sin impacto tangible en la generación de empleo ni en la riqueza económica (INEGI, 2020). Aunque se identifican al menos 30 mezcales de origen michoacano con presencia exagerada en el mercado americano, estos se agrupan en ocho marcas: La Luna, Don Mateo de la Sierra, Siembra Metl, Raumen, Derrumbres, Legandario, Hacienda Oponguio, Minamonte (WS, 2024). Así pues, es posible afirmar que las estrategias comerciales de Michoacán están en función de su ubicación y de las competencias que ofrece la cercanía al soporte biofísico del tequila (Jalisco), de tal manera que se ha activado la creación de empresas que potencian los recursos territoriales para lograr cierta coordinación situada (Colletis & Pecqueur, 2005).

Finalmente, con proximidad cercana tanto a Jalisco como a Michoacán –desde el suroeste hasta el sureste–, sin objeciones presentadas, fue decretada en 1977 la protección de DO Tequila para el municipio guanajuatense de Romita; la Ex Hacienda de Silva fue la solicitante, argumentando sus referencias históricas de producción desde principios del siglo XX (DOF, 1977). Años después, seis espacios guanajuatenses fueron incorporados a la DO Tequila, delimitando de forma compacta la región del Bajío de Guanajuato; nuevamente, la principal justificación fue la tradición en la producción del *Agave tequilana* Weber var. azul, pero también ponderada la continuidad espacial y climática, idéntica al soporte biofísico de la DO Tequila: Jalisco (DOF, 2000; GEJ, 2024) (Figura 2). A diferencia de Tampico y Michoacán, Guanajuato no cuenta con conectividad estratégica marítima, aunque sí con una vasta disponibilidad de planta en edad propicia para la explotación. Existen 55 mil hectáreas de estas, que equivalen a cerca del 40% de la planta disponible de Jalisco; el 90% proviene de los espacios guanajuatenses certificados (SIAP, 2024). Para algunos autores la realidad que vive la frontera tequilera de Guanajuato es causa/consecuencia de la desruralización del campo tequilero en Jalisco, el cual parece orientarse cada vez más al turismo asociado a la misma agroindustria (Téllez, 2007).

Al respecto información ambiental de Guanajuato indica que, en los últimos 20 años, la cobertura vegetal disminuyó cerca de 2 veces en comparación a la tendencia agrícola (1,59%) y menos del 1% a la vegetación secundaria (INEGI, 2016) (Figura 2). Por su parte, la última contabilidad industrial evidencia nula generación de empleos, riqueza y unidades instaladas en los municipios certificados (INEGI, 2020). Tequila Corralejo es la única empresa guanajuatense visible, únicamente en el mercado mexicano, aunque varía el precio en función de sus diferentes presentaciones (INEGI, 2020). Tequila Corralejo esreposado, añejo, blanco, por mencionar algunas– (WS, 2024). Reflexionando sobre lo señalado por Madelrieux *et al.* (2017a) y Nitschelm *et al.* (2016), Guanajuato es el ejemplo claro que ilustra la disponibilidad de los recursos naturales

locales con cierto grado de especialización, pero al mismo tiempo dependiente de las estrategias y proximidades por el señalado soporte biofísico del tequila (Jalisco) (Sanz & Muchnik, 2011).

También a inicios del siglo XXI dos municipios más de Guanajuato fueron protegidos, pero ahora como territorios del DO de Mezcal -enclavados en la llamada Región de los Altos- (COMERCAM, 2024) (Figura 2). Tales certificaciones fueron solicitadas por la Comercializadora El Jaral de Berrio, S.A. de C.V., argumentando su tradición histórica en la elaboración de mezcal desde el siglo XVIII -inclusive señalaron en su haber las primeras destilaciones de México-, así como también ponderaron los factores humanos y naturales de los territorios (DOF, 2003; Gallardo, 2020). Empero, sin éxito alguno, se registró una serie de impugnaciones por parte de la Cámara Nacional de la Industria del Mezcal, A.C. y de cerca de 50 destilerías provenientes de Oaxaca y Guerrero, las cuales argumentaron su improcedencia histórica, así como su producción territorial y climática (DOF, 2003). Para validar y/o refutar tales impugnaciones se realizaron varios dictámenes históricos, técnicos, taxonómicos y jurídicos, los cuales demostraron la calidad y las características particulares asociadas al medio geográfico. Pero, más aún, evidenciaron las características fisicoquímicas del mezcal guanajuatense, las cuales cumplían fehacientemente con los determinantes señalados en la NOM-199-SCFI-2017 (DOF, 2017).

Es así que, después de Oaxaca, Guanajuato es la segunda entidad con mayor disponibilidad de planta propicia para la producción de mezcal -cerca de 5 mil hectáreas- (SIAP, 2023). Es el resultado de las acciones emprendidas por las autoridades y derivado de la interpretación positiva legal, ya que en ella se recomendó el abasto de materia prima a partir de micro propagación *in vitro* de materiales élite actuales, así como también programas de mejoramiento genético (DOF, 2003). Lo anterior sin duda afectó a los ecosistemas locales, pues-además de acotar la edad propicia de producción- disminuyó el flujo vegetativo en 21 mil hectáreas (INEGI, 2016). En

aquellos tiempos de dictaminación, al menos tres especies de agave fueron visibles, que comúnmente se conocen como espadín (*Agave angustifolia* Haw.), cenizo (*Agave asperrima* Jacobi) y verde/americano (*Agave salmiana*). Empero, debido a las condiciones del suelo, se recomendó la propagación de *Agave potatorum* Zucc. (tobala) (DOF, 2003). Según la evidencia industrial del país, en los municipios certificados de mezcaleros guanajuatenses existe una generación limitada de empleos, riqueza y unidades instaladas (INEGI, 2020). La marca «Marques de Jaral de Berrio Salmiana Mezcal Plata» es la única que manifiesta en el mercado americano y llega a costar hasta 50 USD, en su presentación de 750 mililitros (WS, 2024). Es aquí donde, reinterpretando a Van der Ploeg (2008) y a Madelrieux *et al.* (2017b) y a partir del escenario descrito para Guanajuato, es posible afirmar lo cuestionable del uso de los recursos para fines de especialización agrícola, debido a su posible agotamiento en un futuro cercano-máxime ante la creciente internacionalización de los mercados del tequila y del mezcal-. Incluso destaca la limitada consideración estratégica de los territorios guanajuatenses certificados-riqueza, empleos, unidades instaladas-,es decir, el llamado soporte biofísico del tequila desarrolla recursos vinculados a sus necesidades (Saives, 2002).

3.2. LOS DESTILADOS DE PULQUE

Algunos autores señalan que la etapa territorial más álgida en su haber para producir pulque (maguey aguamielero) fue más o menos desde la llamada consolidación del capitalismo en México y quizás hasta 1917. En aquellos tiempos la extensión disponible abarcaba cerca de 300 mil hectáreas asentadas sobre la franja conocida como Altiplanicie Pulquera, con epicentro en el municipio hidalguense de Apan y proximidad a los territorios cercanos al Estado de México, Tlaxcala, Puebla y al propio Hidalgo (Roldán, 2015). Tal dimensión territorial corresponde a la suma de las plantaciones comerciales de mezcal y tequila vigentes. Después de la llamada época dorada del pulque siguió un vasto letargo y claroscuros, muy marcado por cierto, con el desmantelamiento a fondo de los aparatos institucionales que oxigenaban la producción

de pulque; todo ello acompañado de políticas públicas discontinuas, mucho menos vinculatorias (Roldán-Cruz *et al.*, 2023).

Es hasta inicios del presente siglo que surgieron ciertas acciones normativas y de protección del maguey pulquero, en la mayoría de las veces impulsadas desde las y los productores, en específico leyes, normas e intentos de proteger/certificar al pulque -en 2018- y a los destilados de pulque-en 2020- (IMPI, 2023). Frente a tales impulsos normativos hoy en día existe sobre la frontera agavera hidalguense cierta tendencia en la edificación de plantaciones vinculadas a la producción de mezcal y, en menor medida, de tequila. Es decir, se explota la planta del maguey -fundamentalmente la silvestre- para producir mezcal, sin control alguno. Esto ocurre pese a la existencia de una vigente Ley del Maguey de 2011, lo que origina-entre otras consecuencias-la pérdida de biodiversidad de las poblaciones naturales, todo ello alimentado por un nicho creciente de bebidas destiladas premium (Pérez *et al.*, 2016; Caballero-Caballero *et al.*, 2019).

Es importante aclarar que a diferencia del tequila y mezcal, donde los jugos extraídos de la piña son la materia prima que se somete al proceso de destilación -carbohidratos de reserva que los agaves van acumulando a lo largo de su crecimiento- (Rendón-Salcido *et al.*, 2007), los llamados destilados de pulque utilizan como sustrato único al pulque -de color blanco, viscoso, ácido, pH 3,5 a 4,3 y ligeramente alcohólico: 4-7%- . Este último se produce a partir de la fermentación natural del aguamiel, de color amarillo cristalino, sabor dulce y olor herbáceo, que se extrae del interior de la cavidad de la piña. El aguamiel es extraído después de 8 años de vida de la planta -en promedio-, gracias al manejo/saberes por parte de las tlachiqueras/tlachiqueros, pues ellas/ellos lo succionan de forma oral con una nuez (*Lagenaria siceraria*), también conocida como acocote (Lappe-Oliveras *et al.*, 2008; Desgarenes *et al.*, 2014). Su fermentación se origina entre las seis o siete horas de haber sido recolectado; se almacena de forma tradicional en recipientes de madera y/o de cuero (tinacal) y, en menor medida, en depósitos de plástico (Chacón-Vargas *et al.*, 2020). En algunos lugares

de Hidalgo, antes de almacenar el aguamiel al tinacal se debe elaborar la semilla nana y/o matriz. Esta es una receta secreta que combina raíces, gomas, aguardiente, conservantes naturales y el propio aguamiel con el que se le daba de comer (Valadez, 2014).

En promedio los ciclos de fermentación del aguamiel son de 12 horas a temperatura ambiente promedio de 25 grados Celsius, logrando una cosecha de pulque a través de aguamiel fresco que puede variar de un tercio a un cuarto del volumen total de fermentación o menos, dependiendo del productor/región. Estos suelen sincronizarse con los horarios de recolección de aguamiel y raspado de la planta, tanto en las primeras horas de la mañana -por ejemplo, 5 o 6 a.m.- como también por la tarde -por ejemplo, 5 o 6 p.m.- (Calderón-García *et al.*, 2024; Valadez *et al.*, 2012). En suma, los microorganismos acumulados en el corazón de la planta, los adquiridos en la extracción, transporte, y preparación de la semilla para su fermentación definen un abanico diverso y complejo (Escalante *et al.*, 2016; Gómez-Aldapa *et al.*, 2011). Más aún, existe evidencia de que el pulque contenido en el tinacal puede tener una vida promedio que varía entre meses y varios años, hasta que surjan problemas de contaminación que produzcan sabores y olores no típicos del pulque (Calderón-García *et al.*, 2024).

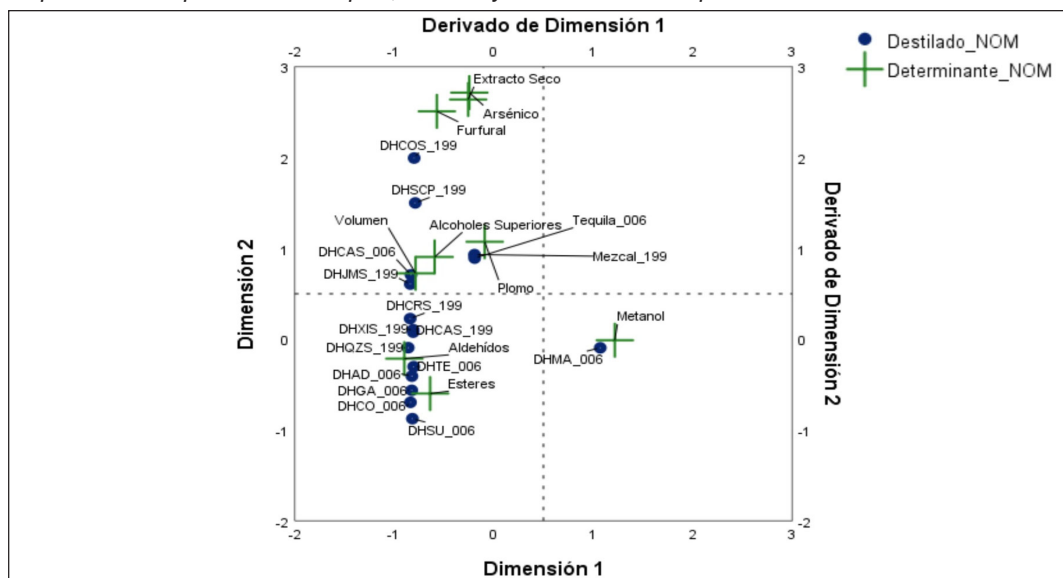
De allí que, al identificar inicialmente los determinantes fisicoquímicos que definen a los destilados de pulque -huella cromatográfica- a partir de los criterios inmersos en la NOM-006-SCFI-2012 (DOF, 2012a), se evidencien diferenciadores con respecto al tequila: los destilados de pulque registran una cuantía bastante alejada del lumbral inferior para plomo, arsénico, pectinas, metanol y tienen una graduación de alcohol propia (45-55) (Tabla 1). Destaca entre ellos el metanol, pues es uno de los determinantes problemáticos de la mayoría de las bebidas destiladas -en términos de toxicidad-, pese a que se localiza en bebidas a base de frutas, en las que la pectina se hidroliza antes o durante la fermentación (Pineau *et al.*, 2021). Los agaves contienen pectina que afecta la producción de metanol, pero -más aún- durante la primera destilación existe una práctica generalizada que agrega bagazo y/o

Tabla 1
Marcas/destilerías de pulque en Hidalgo, 2022

Ident.	Región	Oficios inmersos	P/T/D	V	ha	Máximo al día	Control	Insumos	D	Capacidad	Equipo	Marca
DHCAS	Altiplanicie Pulquera	Maestro Tlachiquero y Maestro Destilador	75	3	45	400 l. aguamiel	Grados Brix	Pulque n variedades	12 a 1	Híbrido	Grados GL; Hidrómetro; Probedas; Embudos; Matrices graduados; Refrigerador; Potenciómetro	Si, ante el IMPI
						600 l. pulque	Grados de Alcohol; PH					
DHGA	Altiplanicie Pulquera	Maestro/ Maestra Tlachiquero/ Tlachiquera y Maestro Destilador/ Destiladora	100	8	40	70 l. aguamiel	Grados Brix	Pulque, n variedades	13 a 1	Híbrido	Grados GL; Densímetro	Si, ante el IMPI
						80 l. pulque	Grados de Alcohol					
DHTE	Comarca Minera	Maestro Tlachiquero	25	-	-	---	Grados Brix	Tlachique, n variedades	12 a 1	Acero inoxidable	Grados GL; Hidrómetro; Balanza analítica; Probetas; Embudos; Termómetro	En trámite, ante el IMPI
						200 l pulque	Grados de Alcohol; PH					
DHSU	Valle del Mezquital	Maestro Tlachiquero	50	2	-	200 l. aguamiel	Grados Brix	Tlachique, n variedades	13 a 1	Acero inoxidable	Grados GL; Hidrómetro; Probetas; Termómetro	Si, ante el IMPI
						200 l. pulque	Grados de Alcohol					
DHCO	Altiplanicie Pulquera	Maestro Tlachiquero	50	2	16	100 l. de aguamiel	Grados Brix	Tlachique, n variedades	13 a 1	Cobre	Grados GL	Si, ante el IMPI
						1.000 l. pulque	Grados de Alcohol					
DHAD	Altiplanicie Pulquera	Maestro Tlachiquero	50	3	50	30 l. aguamiel	Empírico	Pulque, n variedades	14 a 1	Acero inoxidable	Grados GL	Si, ante el IMPI
						20 l pulque						
DHMA	Comarca Minera	Maestro Tlachiquero	25	-	-	---	Grados Brix;	Tlachique, n variedades	13 a 1	Acero inoxidable	Grados GL	En trámite, ante el IMPI
						100 l pulque	Grados de Alcohol					

Notas. P/T/D = planta, tinacal y destilador; V = variedades; ha = hectáreas; D = densidad.

Figura 3
Mapa de Correspondencias Tequila, Mezcal y Destilado de Pulque



quema la piña al tanque de destilación, con alta probabilidad de generar metanol si aún hay pectina presente. Dada la naturaleza de esta práctica, no existe evidencia alguna en el caso de los llamados destilados de pulque (Arellano *et al.*, 2022). Mención especial merecen por su contribución relativa los que en al menos cinco de los siete destilados de pulque (006), se representan alrededor del determinante de ésteres, situado al extremo negativo del Eje Factorial 1 (segundo de mayor cuantía en la inercia total del eje, con 20%) (Figura 3). Los ésteres no implican afectación a la salud; se definen por sus compuestos volátiles abundantes en bebidas alcohólicas y son responsables de las notas florales/frutales que caracterizan el aroma/identidad del pulque. Si bien estos se producen en su mayoría durante la fermentación, se controlan mediante el proceso de evaporación y condensación de los vapores –cabezas/cuerpo/puntas–, lo que permite garantizar un destilado ligero, de calidad y exclusivo –sin impurezas ni compuestos no deseados– (González *et al.*, 2020).

Es ahí donde radica la importancia de la fermentación natural espontánea del pulque, la cual se debe a los consorcios microbianos silvestres presentes en el sustrato de aguamiel, lo que se traduce en perfiles de sabor y olor diferentes –más complejos y variables– que los distinguen (Ortiz-Basurto *et al.*, 2008; Escalante *et al.*, 2016). Según la literatura, los principales consorcios microbianos identificados en el pulque son, mayormente, *Zymomonas* sp., *Leuconostoc* sp., *Saccharomyces* sp. y *Lactobacillus* sp. (Escalante *et al.*, 2008), así como bacterias ácido-lácticas (BAL), que incluyen especies de *Leuconostoc*, *Lactobacillus* y *Lactococcus* (Lappe *et al.*, 2008). Todas ellas, en suma, definen cuatro diferentes tipos de fermentaciones que suceden en el pulque: i) alcohólica (fermentación de los azúcares del aguamiel para la producción de etanol); ii) ácida (metabolizan la glucosa disponible obteniendo como resultado ácido láctico, pero también ácido acético y etanol); iii) acética (oxidación de azúcares y etanol); y, iv) viscosa (polisacáridos extracelulares a partir de los azúcares del aguamiel, asociados a la viscosidad del pulque) (Valdivieso *et al.*, 2021; Escalante *et al.*, 2016).

Así pues, aparte de confirmar los resultados ya obtenidos para los determinantes plomo, arsénico, pectinas, metanol, plomo y ésteres (NOM 006), al ponderar con la NOM-199-SCFI-2017 (mezcal), se resaltó el diferencial existente en los aldehídos (acetaldehído) (Figura 2). Este determinante se produce durante el proceso de fermentación, donde bajas concentraciones caracterizan un aroma afrutado, mientras que altas concentraciones se distinguen por un aroma irritante. En específico, 4 de los 7 destilados de pulque analizados se acercan al límite superior del parámetro señalado en la referida NOM. Al respecto, desde inicios de la segunda década del siglo XXI algunos expertos han reportado la presencia de otras cepas de microorganismos dominantes en el pulque: *Weisella*, *Candida* y *Sphingomonas zemplina*. Esta última representa al género de bacterias más abundantes que figuran en todas las etapas de producción de pulque, algunas de las cuales son capaces de degradar compuestos aromáticos como los aldehídos, además de actuar como agente gelificante asociado también a la viscosidad del pulque (Rocha-Arriaga *et al.*, 2020; Stanzer *et al.*, 2023). Así se confirma la riqueza microbiana del pulque –con al menos 50 géneros diferentes ya documentados–, la cual proviene del cogollo/corazón de la planta, pasa por el aguamiel, la extracción y el transporte y se mantiene durante todas las etapas de la fermentación (Chai *et al.*, 2024).

A partir de los resultados obtenidos al comparar las propiedades fisicoquímicas de los tres destilados analizados –tequila, mezcal y pulque–, se han formulado cuatro planteamientos que quizás permitan fortalecer la territorialización de los llamados destilados de pulque; y, más aún, garantizar un producto exclusivo, alejado de procesos industriales mono-específicos:

- *Primer planteamiento (equipamiento)*: existen áreas de oportunidad tanto para mejorar el volumen alcohólico, la densidad y la bitácora de grados Brix, como también para fortalecer el equipo secundario del destilador (hidrómetro, probetas, embudos, matraces graduados, refrigerador, potenciómetro, por mencionar algunos). En las diferentes visitas se

confirmó el mediano porcentaje de destilerías que cumplen con tales equipamientos (Tabla 2 y Figura 3).

- *Segundo planteamiento (disponibilidad):* intentar consolidar la disponibilidad de la tríada planta, tinacal, destilador (P/T/D), que permita garantizar producción sustentable y fortalecimiento de la tradición histórica (Tabla 2 y Figura 1). En Hidalgo aún existen 2 mil 300 unidades rurales que producen aguamiel (INEGI, 2020), lo que representa el 66% de las plantaciones de maguey aguamiel existentes en México -5 mil hectáreas- (SIAP, 2024), las cuales se distribuyen en Llanuras -áreas sin elevaciones-, Sierras -líneas de montañas- y Lomeríos -conjuntos de lomas- (INEGI, 2016) (Figura 3).

- *Tercer planteamiento (profesionalización):* la expansión territorial de los llamados destilados de pulque debe estar acompañada por la profesionalización y capacitación para los maestros destiladores y/o maestras

destiladoras, entendido este oficio como aquel experto que maneja el destilador y los procesos de destilación, pero más aún, que implementa medidas que aseguren calidad y consistencia en los productos (Tabla 2 y Figura 3). El y la maestra destiladora deberán alimentarse de los saberes, conocimientos y tradiciones del tlachiquero/tlachiquera, este recurso humano que alberga tanto para el manejo agronómico de la planta como para la extracción del aguamiel. Su saber hacer se ciñe a los aprendizajes adquiridos por experiencia familiar, ya que con ello se acumulan tradiciones y conocimientos; lamentablemente, en algunos casos, se debilita hasta llegar a la muerte de ella y/o él (Blas *et al.*, 2020).

- *Cuarto planteamiento (el distintivo):* la declaratoria obtenida en agosto del 2025, de la Indicación Geográfica de la Región Aguamielera de Hidalgo- amparada por las modificaciones del 2018 a la Ley de Propiedad Industrial- abre nuevamente la posibilidad de

Tabla 2
Marcas/destilerías de pulque, 2023

Ident.	Región	Oficios inmersos	P/T/D	V	ha	Máximo al día	Control	Insumos	D	Capacidad	Equipo	Marca
DHCR	Altiplanicie Pulquera	Maestro / Maestra Tlachiquero / Tlachiquera; Destilador	100	2	5	300 l. aguamiel	Densidad empírico	Pulque n variedades	12 a 1	Acero Inoxidable	Embudos; Vasos de vidrio	Si, ante el IMPI
	2.640 m s. n. m.					600 l. pulque				50 l.		
DHJMS	Altiplanicie Pulquera	Maestro Tlachiquero / Destilador	75	2	1	50 l. aguamiel	Grados Brix	Pulque n variedades	11 a 1	Cobre	Grados GL	No
	2.640 m s. n. m.					40 l. pulque	Grados Brix; PH			50 l.		
DHSU	Sierra Alta	Maestro / Maestra Tlachiquero / Tlachiquera; Destilador	50	2	--	--	Densidad empírico	Pulque n variedades	13 a 1	Acero Inoxidable	Embudos; Vasos de vidrio; Grados de GL	No
	1.333 m s. n. m.					40 l. pulque				50 l.		
DHXS	Sierra Alta	Maestro / Maestra Tlachiquero / Tlachiquera; Destilador	50	2	--	--	Densidad empírico	Pulque n variedades	13 a 1	Acero Inoxidable	Grados GL	No
	1.333 m s. n. m.					40 l. pulque				50 l.		

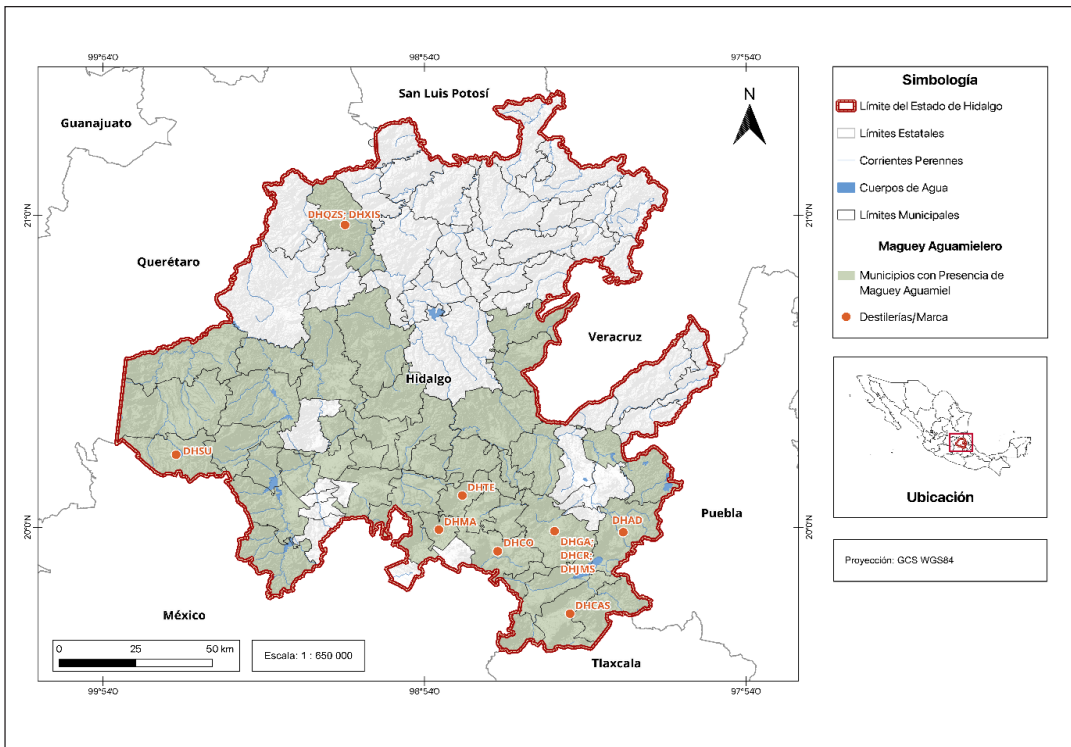
Notas. P/T/D = planta, tinacal y destilador; V = variedades; ha = hectáreas; D = densidad

forma indirecta de lograr un posible efecto escalar para los destilados de pulque, aunque tal protección deberá transitar lejos de la mexicanidad referida en el primer apartado del texto –tequila y mezcal-. La referida IG del aguamiel asume que, bajo cierto manejo agronómico, la planta en edad propicia para su explotación -a partir de los 8 años- puede producir cerca de 287 litros de aguamiel –equivalente en promedio a 145 días- (Roldán *et al.*, 2022; Baquero *et al.*, 2016). Con tal disponibilidad de aguamiel se intenta incidir en al menos 20 subproductos, entre ellos el destilado de pulque. Actualmente existen marcas y/o destilerías de pulque con registro vigente y/o en trámite ante el IMPI que operan en el territorio hidalguense, acompañadas de la creciente presencia de actores y oficios inmersos en el proceso de destilación. A esto se suma, finalmente, la constante disponibilidad de la planta –cerca de 6 mil hectáreas- (Figura 4).

4. CONCLUSIONES

Cuando están por cumplirse 50 y 30 años de la creación de la DO Tequila y la DO Mezcal –respectivamente- y con base en la aproximación realizada en el presente texto al identificar las posibles huellas de interacción entre los territorios locales que comparten ambas DO (Tamaulipas, Michoacán y Guanajuato), es factible argumentar la desvinculación virtuosa de estos territorios del llamado soporte biofísico del tequila (Jalisco). Este último concepto se concibe como el espacio que estructura y define la actividad económica y los sistemas agrícolas en los territorios compartidos. La desvinculación virtuosa es entendida en esta investigación como aquella en la que, no obstante la localización, la alta disponibilidad de planta y la proximidad privilegiada, los beneficios económicos para los territorios compartidos siguen siendo limitados, pero también con altos costos ambientales.

Figura 4
Localización magueyera y presencia de destilerías/marcas



Fuente: SIAP (2024); UPyP-GEH (varios años)

Así, a pesar de la localización estratégica y privilegiada de ambas DO en Tamaulipas, existe un alto costo ambiental que evidencia la existente ventaja competitiva/afirmativa; es decir, el tipo de interacción se desdibuja como una asociación positiva para Jalisco e indiferente para Tamaulipas. En contraste, en Guanajuato –a pesar de la vasta disponibilidad de planta mejorada de alto rendimiento–, existe una presencia limitada de marcas con menores impactos económicos visibles. Su tipo de interacción se concibe a partir de los sectores productivos dinámicos que utilizan recursos territoriales con beneficios económicos y ambientales limitados. Para Michoacán, con cierta frontera en expansión –inducida por la proximidad mínima al soporte biofísico definido del tequila y por sus posibles impactos en la generación de riqueza y en la oferta tequilera sobresaliente–, la interacción parece positiva y obligatoria tanto para Jalisco como para Michoacán. Así pues, en consonancia con los planteamientos de Harvey (2014), intensificar la producción y la extracción de recursos naturales en la actividad tequilera/mezcalera implica una degradación ecológica que afecta en mayor medida a los productores agrícolas, frente a los inversores que pueden cambiarse de lugar.

Más aún, en todas las interpretaciones positivas de ampliaciones de la actividad se fundamenta su pertinencia a través de la histórica tradición prehispánica, amparada bajo cierta lógica de patrimonio cultural. De esta forma se define un amplio abanico de especies agaveras que predominan en la DO Mezcal –pues son limitados los esfuerzos en el caso del tequila artesanal–, pese a que antes de la declaratoria en los territorios referidos había una mínima visible de factores humanos/técnicos e incluso de plantaciones existentes y necesarias. Paradójicamente, los entes reguladores que se oponen a los disímiles proyectos de ampliación y las instancias del Estado Mexicano que legitiman y otorgan tal certificación de origen son los que ostentan el mayor beneficio económico –traducido en ventas–, así como también prestigio político al interior y fuera de México; es decir, que tal y como señala Luna (2018), existe un ejército agavero en el que en caso de escasez se beneficia

a los grandes productores. Es así como tales acciones amenazan la conexión tequila versus territorio. Ejemplo de ello, entre otros, el latente peligro que enfrenta la biodiversidad del germoplasma de *Agave tequilana* Weber var. Azul –y en menor medida, el agave espadín (*Agave agustifolia*)–, derivado de la expansión de la siembra de su propio clon utilizado para los mismos ciclos de destilación (Bowen & Valenzuela, 2008).

Emerge así la paradoja de la DO Tequila, visible en menor medida en la DO Mezcal: conforme el producto se vuelve más atractivo a escala internacional, más se excluye a los productores artesanales, a pesar de que en el mundo se piensa como un producto artesanal (Plasencia & Peralta, 2018). Frente a ello, la territorialización que viven los llamados destilados de pulque se concibe –entre otros factores– por la propia lógica de organización y formas de cooperación de los maestros y maestras destiladores –actores territoriales/pequeños productores–, pues a partir de su constante diálogo/gestión buscan reposicionar sus recursos en los territorios. Más aún, el pulque–la única materia prima para la elaboración de los destilados sin limitar la vida de la planta– se caracteriza por obtenerse de diversas especies que son sembradas y cosechadas por los actores locales –tlachiqueros– en lugares específicos –en Hidalgo, epicentro histórico–. En la mayoría de estos territorios se utilizan métodos tradicionales/auténticos –ya sean de barro, cobre o acero–, que permiten preservar la importancia de los saberes locales. Todo ello, quizás en el corto plazo, incide en la reducción de la percepción negativa de algunos consumidores hacia el pulque, las pulquerías y su entorno (Rojas-Rivas *et al.*, 2019). Además, es necesaria la constante capacitación del capital humano, ponderando la cercanía con los dominantes nodos urbanos de México –Ciudad de México y Estado de México–, pues si existiera la intervención de la política pública esta deberá ser consciente/decidida para impulsar una posible suigéneris de protección–por ejemplo, los vinos en Chile –y/o replicar los modelos mexicanizados probados, criticados por su carácter privatizador, alejados de los beneficios colectivos y del bien común.

La tarea inicial a seguir en el corto plazo no es menor: elaborar una norma propia que permita establecer una línea base de las propiedades fisicoquímicas de los destilados de pulque, pues los resultados obtenidos demuestran diferencias marcadas entre las propiedades fisicoquímicas del tequila y del mezcal.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a las y los destiladores de pulque de Hidalgo (México), por su iniciativa y dedicación para rescatar este destilado perdido en el tiempo. Agradecen, en especial, a Elizabeth Rodarte Perales por sus recomendaciones y apoyo a la mejora del texto; a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación-Gobierno de México, por seguir creyendo en el Programa «Investigadoras e Investigadores por México»; y al CIRAD-Francia, por las facilidades presentadas para el quehacer científico, durante el periodo sabático.

REFERENCIAS

- Aguirre-Dugua, X., & Eguiarte, L. (2013). Genetic diversity, conservation and sustainable use of wild *Agave cupreata* and *Agave potatorum* extracted for mezcal production in Mexico. *Journal of Arid Environments*, 90, 36-44. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.10.018>
- Arellano, M., Gschaedler, A., & Alcazar, M. (2012). Major volatile compounds analysis produced from mezcal fermentation using gas chromatography equipped headspace (GC-HS). En B. Salih (Eds.), *Gas chromatography in plant science, wine technology, toxicology and some specific applications* (pp. 73-88). InTech.
- Blas, S., Thomé, H., Espinoza, A., & Vizcarra, I. (2020). Turismo agroalimentario y bienes de capital: el caso de los productores de pulque en el altiplano central mexicano. *Turismo y Sociedad*, 27, 127-143. <https://doi.org/10.18601/01207555.n27.07>
- Baquero Parra, R., Matsumoto Kuwabara, Y., & Rivera Vargas, G. A. (2016). Analysis for obtaining hydrogen from biogas by means of the fermentation of natural beverages. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(2), 251-256. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.06.009>
- Bowen, S. (2015). *Divided spirits. Tequila, mezcal, and the politics of production*. University of California Press.
- Bowen, S., & Valenzuela Zapata, A. (2009). Geographical indications, terroir, and socioeconomic and ecological sustainability: The case of tequila. *Journal of Rural Studies*, 25(1). <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2008.07.003>
- Buclet, N. (2015). *Essai d'écologie territoriale – L'exemple d'Ansois en Savoie*. CNRS Éditions.
- Caballero-Caballero, M., Ruiz-Vega, J., Martínez-Jiménez, R., Silva Rivera, M. E., & Montes Bernabé, B. (2019). Wild and cultivated agaves used in the elaboration of mezcal in Sola de Vega, Oaxaca, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(2), 477-485. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2750>
- Calderón-García, C., Guadarrama-Mendoza, P., Ponce-Alquicira, E., Escalante, A., Ruiz-Ramírez, Y., & Valadez-Blanco, R. (2024). A Semi-Continuous Fermentation Process for Pulque Production Using Microfiltration-Sterilized Aguamiel and Aseptic Conditions to Standardize the Overall Quality of the Beverage. *Fermentation*, 10, 342. <https://doi.org/10.3390/fermentation10070342>
- Casabianca, F., Sylvander, B., Noël, Y., Beranger, C., Coulon, J., & Roncin, F. (2006). Terroir et typicité: deux concepts clés des appellations d'Origine Contrôlée. Essai de définitions scientifiques et opérationnelles. Actes du colloque international Territoires et Enjeux du Développement Régional. Lyon, France
- Chacón-Vargas, K., Torres, J., Giles-Gómez, M., Escalante, A., & Gibbons, J. G. (2020). Genomic profiling of bacterial and fungal communities and their predictive functionality during pulque fermentation by whole-genome shotgun sequencing. *Sci Rep* 10, 15115. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71864-4>

- Chai, C., Lu, D., Liu, J., Wang, E., Han, X., & Hui, F. (2024). Three novel Ascomycota (Saccharomycetes, Saccharomycetales) yeast species derived from the traditional Mexican alcoholic beverage Pulque. *MycKeys*, 109, 187-206. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.109.123870>
- Colunga, M., Larqué, S., Eguiarte, L., & Zizumbo, D. (2007). *En lo ancestral hay Futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves*. CICY-CONACYT-CONABIO-INEE [México].
- Colletis, G., & Pecqueur, B. (2005). Révélation de ressources spécifiques et coordination située. *Revue Économie et Institutions*, 6-7, 51-74. <https://doi.org/10.4000/ei.900>
- COMERCAM (Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal). (2024). *Denominación de Origen*. COMERCAM. <https://comercam-dom.org.mx/denominacion-de-origen/>
- CRT (Consejo Regulador del Tequila). (2024). *Denominación de Origen*. CRT. <https://www.crt.org.mx/tequila-denominacion-de-origen/>
- Desgarenes, D., Garrido, E., Torres-Gomez, M., Peña-Cabriales, J., & Partida-Martinez, L. (2014). Diazotrophic potential among bacterial communities associated with wild and cultivated Agave species. *FEMS Microbiology Ecology* 90, 844-857. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12438>
- Deverre, C., & Lamine, C. (2010). Les systèmes agroalimentaires alternatifs : une revue de travaux anglophones en sciences sociales. *Économie Rurale*, 317, 57-73. <https://doi.org/10.4000/economierurale.2676>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1949). *Norma Oficial de calidad para Tequila*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1964). *Norma Oficial de Calidad para Tequila D. G. N. R-9-1964*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1976). *NORMA Oficial de Calidad para Tequila DGN-V-7-1976*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). Federación (1977). *Resolución por la que se modifica la Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Tequila, publicada el 13 de octubre de 1977*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2000). *Modificación a la declaración general de protección de la denominación de origen tequila*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2003). *Modificación a la declaración general de protección de la denominación de origen Mezcal, publicada el 28 de noviembre de 1994*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2006). *NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2005, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2012a). *NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2012b). *Modificación a la Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Mezcal*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2017). *NORMA Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>

- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2023). *DECRETO por el que se declara terminada la acción extraordinaria en materia de salubridad general que tuvo por objeto prevenir, controlar y mitigar la enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19)*. Presidencia de la República, Secretaría de Gobernación [México]. <https://www.dof.gob.mx>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2024). *Búsqueda de publicaciones*. DOF. <https://www.dof.gob.mx>
- Escalante, A., Giles-Gómez, M., Hernández, G., Córdova-Aguilar, M., López-Munguía, A., Gosset, G., & Bolívar, F. (2008). Analysis of bacterial community during the fermentation of pulque, a traditional Mexican alcoholic beverage, using a polyphasic approach. *International Journal of Food Microbiology*, 124(2), 126-134. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.03.003>
- Escalante, A., López Soto, D., Velázquez Gutiérrez, J., Giles-Gómez, M., Bolívar, F., & López-Munguía, A. (2016). Pulque, a traditional Mexican alcoholic fermented beverage: historical, microbiological, and technical aspects. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1026. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01026>
- Fernández, Y. (2023). *Análisis de la economía pulquera y su potencial como destilado de pulque*. [Tesis de doctorado inédita, UACH]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx>
- Gabriel, A. W., Madelrieux, S., & Lescoat, P. (2020). A review of socio-economic metabolism representations and their links to action: Cases in agri-food studies. *Ecological Economics*, 178, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106765>
- Gallardo, J. (2020). Antecedentes históricos de la producción de mezcal en el estado de Guanajuato. En CIATEJ (Eds.), *Historia del Mezcal Guanajuatense. Su producción en las Haciendas del Norte del Estado* (pp. 15-35). CIATEJ.
- García Mendoza, A., Franco Martínez, I., & Sandoval Gutiérrez, D. (2019). Cuatro especies nuevas de Agave (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México. *Acta Botánica Mexicana*, 126, e1461. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1461>
- GEJ (Gobierno del Estado de Jalisco). (2024). *Regiones de Jalisco*. GEJ. <https://www.jalisco.gob.mx/jalisco/regiones-de-jalisco>
- GEM (Gobierno del Estado de Michoacán). (2024). *Regiones del Estado de Michoacán*. GEM. <http://foros.michoacan.gob.mx/regiones.html>
- GET (Gobierno del Estado de Tamaulipas). (2024). *Regiones del Estado de Tamaulipas*. GET. <https://www.tamaulipas.gob.mx/recursoshidraulicos/sector-agua/regiones/>
- Gómez-Aldapa, C. A., Díaz-Cruz, C. A., Villarruel-López, A., Torres-Vitela, M. del R., Añorve-Morga, J., Rangel-Vargas, E., Cerna-Cortes, J. F., Viguera-Ramírez, J. G., & Castro-Rosas, J. (2011). Behavior of *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, and *Shigella flexneri* and *Shigella sonnei* during production of pulque, a traditional Mexican beverage. *Journal of Food Protection*, 74(4), 580-587. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-382>
- González, H., Hernández, J., & Hendrik, J. (2020). Metanol: tolerancias y exigencias en las normas para mezcal y bebidas de agave. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 7(19), 1-21. <http://dx.doi.org/10.35588/rivar.v7i19.4246>
- Grillot, M., Ruault, J., Torre, A., Bray, F., & Madelrieux, M. (2021). Le proto-métabolisme : approche du fonctionnement bioéconomique d'un territoire agricole. *Économie Rurale*, 376, 55-75. <https://doi.org/10.4000/economierurale.8908>
- Harchaoui, S., Grillot, M., Courtonne, J., & Madelrieux, S. (2024). A review of socio-metabolic research on circularity in agri-food systems and pathways to action. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 129, 535-556. <https://doi.org/10.1007/s10705-024-10344-x>
- Harvey, D. (2014). *Diecisiete contradicciones y el fin del capitalismo*. IAEN.
- Ilbery, B., Morris, C., Buller, H., Maye, D., & Kneafsey, M. (2005). Product, process and place: An examination of food marketing and labelling schemes in Europe and North America. *European Urban and Regional Studies*, 12(2), 116-132. <https://doi.org/10.1177/0969776405048499>

- IMPI (Instituto Mexicano de Propiedad Industrial). (2023). *MARCAia, inteligencia artificial para marcas*. IMPI. <https://marcia.impi.gob.mx/marcas/search/quick>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2016). *Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2020). *Censos Económicos 1999*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/1999/>
- Lappe-Oliveras, P., Moreno-Terrazas, R., Arrizón, J., Herrera-Suárez, T., García-Mendoza, A., & Gschaedler-Mathis, A. (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic nondistilled and distilled Agave beverages. *FEMS Yeast Research*, 8(7), 1037-1052. <https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2008.00430.x>
- Lévy, J., & Varela, J. (2018). *Análisis multivariable para las ciencias sociales*. Pearson Educación
- Luna, R. (2018). *Tequilandía. Un acercamiento a la bioeconomía del tequila y del mezcal*. Universidad de Guadalajara.
- Madelrieux, S., Buclet, N., Lescoat, P., & Moraine, M. (2017a). Caractériser les formes d'interaction entre filières agricoles et territoires : quelles méthodes ? *Cahiers Agricultures*, 26, 2-9. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017014>
- Madelrieux, S., Buclet, N., Lescoat, P., & Moraine, M. (2017b). Écologie et économie des interactions entre filières agricoles et territoire : quels concepts et cadre d'analyse ? *Cahiers Agricultures*, 26(2), 1-10. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017013>
- McGinnis, M. D., & Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: Initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2), 1-12. <http://doi.org/10.5751/ES-06387-190230>
- Nitschelm, L., Aubin, J., Corson, M., Viaud, V., & Walter, C. (2016). Spatial differentiation in life cycle assessment (LCA) applied to an agricultural territory: Current practices and method development. *Journal of Cleaner Production*, 112(4), 2472-2484. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.138>
- ORIGIN (Organization for an International Geographical Indications Network). (2024). *GIS Worldwide Compilation*. ORIGIN. <https://www.origin-gi.com/worldwide-gi-compilation/>
- Ortiz-Basurto, R. I., Pourcelly, G., Doco, T., Williams, P., Dormer, M., & Belleville, M. P. (2008). Analysis of the main components of the agamiel produced by the maguey-pulquero (*Agave mapisagá*) throughout the harvest period. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(10), 3682-3687. <https://doi.org/10.1021/jf072767h>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Paleta, G., & Aguilar, T. (2012). Reorganización territorial y producción de agave tequilero en la ciénega michoacana. *Equilibrio Económico. Revista de Economía, Política y Sociedad*, 8(2), 34.
- Payno, M. (2012). *Memoria sobre el maguey mexicano y sus diversos productos*. [Edición Facsimilar 1864]. Maxtor.
- Penker, M. (2006). Mapping and measuring the ecological embeddedness of food supply chains. *Geoforum*, 37(3), 368-379. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2005.09.001>
- Pérez-Akaki, P., Vega-Vera, N., Enríquez-Caballero, Y., & Velázquez-Salazar, M. (2021). Designation of Origin Distillates in Mexico: Value Chains and Territorial Development. *Sustainability*, 13(10), 5496. <https://doi.org/10.3390/su13105496>
- Pérez Hernández, E., Chávez Parga, M. del C., & González Hernández, J. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 148-164. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.49552>
- Pineau, N. J., Magro, L., van den Broek, J., Anderhub, P., Güntner, A., & Pratsinis, S. (2021). Spirit distillation: Monitoring methanol formation with a hand-held device. *ACS Food Science & Technology*, 1(5), 839-844. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.1c00025>

- Plascencia de la Torre, M. F., & Peralta Gordon, L. M. (2018). Análisis histórico de los mezcales y su situación actual desde una perspectiva ecomarxista. *Eutopía. Revista De Desarrollo Económico Territorial*, 14(1), 23-42. <https://doi.org/10.17141/eutopia.14.2018.3579>
- Rastoin, J. L., & Ghersi G. (2010). *Le système alimentaire mondial. Concepts et méthodes, analyses et dynamiques*. Editions Quae. <https://journals.openedition.org/economierurale/pdf/3444>
- Rendón-Salcido, L. A., Magdub-Méndez, A., Hernández-Terrones, L., & Larqué-Saavedra, A. (2007). El jarabe de henequén (*Agave Fourcroydes* Lem.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 463-467. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/30-4/14r.pdf>
- Rocha-Arriaga, C., Espinal-Centeno, A., Martínez-Sánchez, S., Caballero-Pérez, J., Alcaraz, L. & Cruz-Ramírez, A. (2020). Deep microbial community profiling along the fermentation process of pulque, a biocultural resource of Mexico. *Microbiological Research*, 241, 126593. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126593>
- Rodríguez García, A., & Ortiz Zavala, A. (2022). Evaluation of the Efficiency of the Mezcal Industry Produced in the Mexican States: A Data Envelopment Analysis (DEA). *Inquietud Empresarial*, 22(1), 8197. <https://doi.org/10.19053/01211048.13886>
- Rojas-Rivas, E., Viesca-González, F., Favila-Cisneros, H. J., & Cuffia, F. (2019). Consumers' perception of a traditional fermented beverage in Central Mexico. *British Food Journal*, 122(2), 708-721. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2019-0317>
- Roldán, E. (2015). *Organización económica y desarrollo regional del estado de Hidalgo: pasado y presente*. El Colegio del Estado de Hidalgo.
- Roldan Cruz, E. I. (10 de octubre de 2022). *Magüey y destilados: del ocaso al auge*. Quadratin. <https://hidalgo.quadratin.com.mx/opinion/el-desfanatizador-magüey-y-destilados-del-ocaso-al-auge/>
- Roldan Cruz, E. I., Chavarría Miranda, H., & Cano de la Rosa, J. (2022). Intervenciones programáticas y bioeconomía: repensar la viabilidad del magüey. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 167-179. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2334>
- Roldan-Cruz, E., Medina-Mendoza, M., & Mendoza-Tolentino, Y. (2023). Políticas públicas para el aprovechamiento sustentable del magüey pulquero (*Agave salmiana*) en Hidalgo, México. (2023). *Revista Investigium IRE Ciencias Sociales Y Humanas*, 14(1), 137-147. <https://doi.org/10.15658/INVESTIGIUMIRE.231401.13>
- Saives, A. L. 2002. *Territoire et compétitivité de l'entreprise*. L'Harmattan
- Sanz Cañada, J., & Muchnik, J. (2011). Introduction : Anclage et identité territoriale des systèmes agroalimentaires localisés. *Economie Rurale*, 2(322), 4-10. <https://doi.org/10.4000/economierurale.2962>
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). (2024). *Sistema Portuario Nacional*. SCT México. <https://www.sct.gob.mx/index.php?id=171>
- Sekine, K. (2019). The impact of geographical indications on the power relations between producers and agri-food corporations: A case of powdered green tea 'Matcha'. En A. Bonanno, K. Sekine y H. Feuer (Eds.); *Geographical indication and global Agri-Food. Development and democratization* (pp. 54-69). Routledge.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2022). *El tequila ha generado una industria económicamente muy activa*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/7Cdgsiap/articulos/el-tequila-ha-generado-una-industria-economicamente-muy-activa>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). *¡Mezcal: si te da catarro, un jarro; pero si viene con tos, mejor que sean dos!* Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/7Cdgsiap/articulos/mezcal-si-te-da-catarro-un-jarro-pero-si-viene-con-tos-mejor-que-sean-dos>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2024). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. DGSIAP. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Stanzer, D., Hanousek Cica, K., Blesic, M., Smajic Murtic, M., Mrvcic, J., & Spaho, N. (2023). Alcoholic fermentation as a source of congeners in fruit spirits. *Foods*, 12(10), 1951. <https://doi.org/10.3390/foods12101951>

- Téllez Valencia, C. A. (2007). La incursión del agave tequilero en el paisaje michoacano. La desruralización como causa económica. En C. Téllez y M. García (Coords.), *Estudios Michoacanos, XIII* (pp. 39-60). El Colegio de Michoacán. <https://colmich.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1016/907>
- Valadez, J. (2014). Pulque limpio/ pulque sucio: disputas en torno a la legitimidad y la producción social del valor. *Revista Colombiana de Antropología, 50* (2), 41-63. <https://doi.org/10.22380/2539472X46>
- Valadez, R., Bravo, G., Santos, N., Velasco, S., & Montville, T. (2012). The Artisanal Production of Pulque, a Traditional Beverage of the Mexican Highlands. *Probiotics Antimicrob. Proteins, 4* (1), 140-144. doi: 10.1007/s12602-012-9096-9.
- Valdivieso Solis, D. G., Vargas Escamilla, C. A., Mondragón Contreras, N., Galván Valle, G. A., Gilés-Gómez, M., Bolívar, F. & Escalante, A. (2021). Sustainable production of pulque and maguey in Mexico: Current situation and perspectives. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 5*, 678168. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.678168>
- Van der Ploeg, J. (2008). *Struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization*. Earthscan.
- Williams, I. (2015). *Tequila. A global history*. Reaktion Books.
- WIPO (World Intellectual Property Organization). (2010). *Liquid gold from the agave*. WIPO. <https://www.wipo.int/web/ip-advantage/w/stories/liquid-gold-from-the-agave>
- WS (Wine Searcher). (2024). *Find the best price for wines, beers and spirits. Search thousands of online stores*. Wine Searcher. <https://www.wine-searcher.com/>
- Zizumbo, D., Vargas, O., Rosales, J. & Colunga, P. (2013). Sustainability of the traditional management of *agave* genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in Western Mexico. *Genet Resour Crop Evol, 60*, 33-47. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-012-9812-z>