

Análisis espacial del agave, condiciones edáficas y desplazamiento de cultivos tradicionales en la Región Centro de Jalisco

Spatial Analysis of Agave, Edaphic Conditions, and Displacement of Traditional Crops in the Central Region of Jalisco

Guadalupe Quezada Chico^{1*}, Martín Vargas Inclán¹, Raúl Acevedo Rosas¹, Juan Manuel Cuevas Elicerio¹ y Ana Paola Izquierdo Saguilan¹

¹Departamento de Geografía y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México, C.P. 44100. guadalupe.quezada@academicos.udg.mx,
martin.vinclan@academicos.udg.mx, raul.acevedo@academicos.udg.mx,
juan.cuevas4616@alumnos.udg.mx, ana.izquierdo2135@alumnos.udg.mx,
<https://orcid.org/0009-0003-9259-4167>, <https://orcid.org/0000-0002-1183-2326>,
<https://orcid.org/0000-0002-6911-7915>, <https://orcid.org/0009-0006-5679-5692>,
<https://orcid.org/0009-0007-3106-193X>

*Autor(a) de Correspondencia

Recibido: 04/08/2025. Aceptado: 17/01/2026. Publicado: 05/02/2026.

Cómo citar este artículo: Quezada Chico, G., Vargas Inclán, M., Acevedo Rosas, R., Cuevas Elicerio, J. M. e Izquierdo Saguilan, A. P. (2026). Análisis espacial del agave, condiciones edáficas y desplazamiento de cultivos tradicionales en la Región Centro de Jalisco. *Geografía Aplicada*, 2(1), 174-199.

Resumen

El agave, con una afinidad xerófila, prospera en tierras poco productivas y delgadas, estos terrenos poco fértiles para cultivos básicos como maíz y frijol, son buenos para nopales y magueyes, el agricultor (ejidatario) los destinaba para no tener la tierra sin cultivo. Cuando el precio del agave subió significativamente de centavos a pesos, el agricultor que tenía agave, prosperó económicamente, ejemplo para otros, algunos con tierras empezaron a plantar agave por su cuenta o a hacer contrato con la empresa tequilera. A ello surgen preguntas como: ¿todos los suelos son aptos para la plantación de agave?, ¿qué pasó con los cultivos anteriormente sembrados? Por ello, se buscó en el trabajo Analizar la expansión del agave en relación con las condiciones edáficas y vegetación tradicional a fin de identificar las nuevas plantaciones en diferentes tipos de suelo y su vínculo con el desplazamiento de cultivos tradicionales y cambios en el uso del suelo. Lo anterior, mediante análisis espacial utilizando imágenes LandSat 8, Google Earth (2015-2023) y actualización de superficie con exploración de campo. Los resultados muestran que el agricultor tradicional, con la esperanza de tener buen patrimonio económico, se expandió en cualquier tipo de suelo, aun en aquellos fértiles en el sentido de nutrientes y sobre todo profundidad, como el Feozem y Regosol, en su mayor parte, hasta suelos contrarios con problemas de inundación como Vertisol y Solonchak; sembró hasta llegar a una sobreoferta de plantaciones. Lo que resultó fue que, a finales del año 2023, el precio cayera significativamente de 29.00 pesos hasta 7.00 pesos, pero quedaron las plantaciones en los tipos de suelos profundos, donde había cultivos básicos de maíz y frijol, como áreas de selva baja caducifolia y algunos bosques de encino y encino - pino. En conclusión, el panorama que se presenta es que, si el agave prospera en suelos no ideales dentro de su fenología, se ampliará sus parámetros agroclimáticos, pero, en otro sentido de desplazamiento, aumentarán las importaciones de grano y seguirá el desabasto de cultivos básicos.

Palabras clave: Agave, edafología, vegetación, cultivos básicos, precios.

Abstract

Agave, with a xerophytic affinity, thrives in unproductive and thin lands, these lands, which are not very fertile for basic crops such as corn and beans, are good for nopales and magueyes, the farmer (ejidatario) traditionally used them in order to avoid leaving the land uncultivated. When the price of agave rose significantly from cents to pesos, farmers who had agave plantations prospered economically, became an example for others; some landowners began to plant agave on their own or to make a contract with the tequila company. This situation raises questions such as: are all soils suitable for planting agave? what happened to the crops previously planted? Therefore, the work sought to analyze the expansion of agave in relation to soil conditions and traditional vegetation in order to identify new plantations in different soil types and their link with the displacement of traditional crops and changes in land use. The above was achieved through spatial analysis using LandSat 8 images, Google Earth (2015-2023) and surface updating with field exploration. The results show that the traditional farmer, hoping to have a good economic asset, expanded agave cultivation into all type of soils, even those fertile in terms of nutrients and especially depth, such as Phaeozems and Regosols, for the most part, to contrary soils with flooding problems such as Vertisols and Solonchaks; it sowed until reaching an oversupply of plantations. What resulted was that, at the end of 2023, the price fell significantly from 29.00 pesos to 7.00 pesos, but the plantations remained in the deep soil types, where there were basic crops of corn and beans, such as areas of tropical deciduous forest and some oak and oak-pine forests. In conclusion, the scenario suggests that if agave thrives in soils that are not ideal within its phenology, its agroclimatic parameters will expand; however, in another sense of displacement, grain imports will increase and the shortage of basic crops will persist.

Keywords: agave, edaphology, vegetation, staple crops, prices.

1. Introducción

De acuerdo a la Comisión Estatal del Agua del estado de Jalisco, la Región Centro, es una de las 12 regiones del estado de Jalisco, con una superficie de 5,505.35 km², lo que equivale aproximadamente al 6.87% de la superficie del estado. Comprende los municipios de Acatlán de Juárez, Cuquío, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Ixtlahuacán del Río, Juanacatlán, El Salto, San Cristóbal de la Barranca, Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque, Tonalá, Villa Corona, Zapopan, Zapotlanejo (CEA Jalisco, 2025).

La expansión del agave (Agave tequilana F.A.C. Weber) parece ser común en el campo; sin embargo, en década de los años noventa, se tenían grandes extensiones de maíz y otros cultivos, hoy en día la percepción visual es el mosaico de agave y vegetación, o agave y maíz, inclusive en lugares relativamente inaccesibles, por ello surgen preguntas como, ¿cuáles son las causas de crecimiento de ese cultivo con plantaciones hacia todos los lugares?, otras son, ¿todos los suelos son aptos para la plantación de agave?, ¿qué pasó con los cultivos anteriormente sembrados?, ¿el agave los desplazó? En consecuencia, surge la hipótesis, el agave tendrá desventaja y no prosperará positivamente en suelos ideales para el agave, como son, suelos permeables, pendientes moderadas, generalmente de textura, francos arenosos y francos arcillosos, gravosos, moderadamente delgados, etc., en relación al establecimiento en superficie en otros ambientes edáficos fértiles y profundos, que tendrá como resultado el desabasto de alimentos básicos. Éstos ambientes más productivos y más profundos son del orden de Luvisol, Regosol, Cambisol y hasta Vertisol, en pendientes topográficas planas y otras moderadamente onduladas, contrario a los suelos que tradicionalmente utiliza el agave como son los de tipo Litosol, Luvisol, Feozem, etc., sobre escarpes pronunciados y estribaciones al Río Santiago, un tanto pedregoso, entre otros, pero con el dominio de pendientes con escarpes pronunciados. Tena et al. (2023) mencionan que el paisaje y condiciones del Agave tequilana se desarrolla mejor en áreas escarpadas del Río Santiago, concordante con este escrito, en lo referente al área de Amatitán y Tequila como municipios tradicionales de producción de tequila. También en el sentido de expandirse a tierras más planas y dominar diferentes paisajes. En 2006 la UNESCO reconoce al paisaje agavero y a las

antiguas instalaciones industriales de tequila como patrimonio cultural de la humanidad en la categoría de Paisaje Cultural (UNESCO, 2006, en Tena et al., 2023); sin embargo, no solo es relieve plano, sino diferentes tipos de suelos lo que puede ocasionar merma en la producción de agave y, sobre todo, desplazamiento de cultivos básicos.

De acuerdo a información recabada en trabajo de campo (comunicación personal, 30 agosto 2023), la expansión del agave es mediante dos formas básicas de plantación: la primera, es la contratación de una tequilera o industria del tequila, donde el agricultor solicita la contratación; al ser candidato, es visitado por los representantes de la empresa para hacer estudios diversos del medio físico como tipo de suelo, relieve, entre otros, con el fin de evitar problemas posteriores como encharcamientos y pérdida de plantas por pudrición de tallo o enfermedades de virus; de esta manera la tequilera asegura su rendimiento. La segunda forma de plantación es mediante iniciativa del agricultor o campesino, que por su cuenta compra plántula o hijuelo de agave y con sus recursos lo planta bajo su criterio agrícola; sin embargo, en estos casos y de acuerdo a revisión de campo, se vieron parcelas erosionadas, anegadas, con abundante maleza y en ocasiones con suelos que tienen problemas de drenaje como son de textura arcillosa de tipo Vertisol. Al respecto Herrera, et al., (2018) mencionan que, en estudio de campo con 50 productores del municipio de Tequila, Jalisco, que de las tres formas de contratación del agave de tequila son el arrendamiento (contratación con empresa), la aparcería (parcela de agricultor) y la mediería (a medias entre productores o productor y empresas agrícolas) en la primera, los arrendadores realizan las labores, ésta, predomina, mientras las dos últimas el agricultor “mete mano” a sus tierra y cultivos.

La expansión del agave se debe a dos causas: la denominación de origen y el precio que adquiere el agave, el cual ha tenido altas y bajas. La Denominación de Origen (DO) es una legitimación a través de un orden jurídico, da la certificación formal al ser publicada por la Secretaria de Economía por medio del IMPI (El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 1993). En este caso, el Estado mexicano ha otorgado la DO a cuatro

bebidas espirituosas elaboradas con distintas variedades de agave: el tequila, el mezcal, la bacanora y el sotol (Rodríguez, 2007)

Con respecto al precio en los años '80, éste se encontraba en alrededor de \$1.00 peso. En ese tiempo la calidad de los terrenos estaba bien distinguida o separada, las tierras productivas con buena a moderada calidad de suelo eran sembradas con cultivos básicos, y las de menor calidad (tierras delgadas y pedregosas) generalmente con cultivo de agave, éste, en su mayor parte, estaba prácticamente sembrado en laderas de cerros y tierras que tradicionalmente se sembraba agave tequilero, como son, parcelas en Tequila y Amatitán, entre otros; sin embargo, entre 1999-2004 se repuntó la curva a un pico máximo de \$ 11.00 pesos lo que redituó ganancias significativas a los propietarios que tenían sembrado agave en producción; a consecuencia, las parcelas ampliaron la superficie de siembra, inclusive a suelos de buena calidad; pero, posteriormente bajó el precio y la frontera del agave disminuyó (Contreras, 2016).

El Servicio de Información Agroalimenticia y Pesquera (SIAP, 2022) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) para el año productivo 2021, menciona que el rendimiento de agave fue de 78.15 toneladas por hectárea, con un precio medio rural de \$17,563.79 por tonelada, lo que significa un precio unitario de \$17.5 pesos que se traduce en un buen precio para la cosecha de este cultivo. Datos de campo (comunicación personal, 2023), revelan que a finales de 2023 el precio estaba elevado a razón de \$29.00 y \$30.00 pesos en campo, y para enero de 2024, se desplomó hasta \$7.00 pesos en el mismo sitio. El Consejo de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial de Jalisco (2023) menciona, que el precio del agave continúa en caída libre, afirmando que: "La abundancia de materia prima ha llevado a una disminución alarmante en el precio del agave, alcanzando los 5 pesos por kilo. La expansión de las plantaciones ha superado la demanda real, generando una situación que podría desencadenar una crisis a largo plazo"

La expansión del agave obedece a varios factores como son los requerimientos agroecológicos, que son considerados en la DO; sin embargo, el precio es el detonador, así como ejemplo, en el municipio de Purísima del Rincón, en Guanajuato, un productor menciona que hay varias marcas como Don Julio, José Cuervo, entre otros, donde el precio de esas marcas ronda entre \$17.00 y

\$34.00 pesos el kilogramo, su precio es de acuerdo a la denominación de origen y curiosamente su cercanía a Jalisco, o sea la proximidad (Romero Martínez, 2021).

En el sentido edafológico se ha extendido en diferentes terrenos, profundos, delgados, negros, rojos, etc., con ello, hay el riesgo de no ser sitios o suelos idóneos, en ese crecimiento, se observa que los estudios de suelo y agave son pobres en la actualidad por parte del agricultor (comunicación personal, 2023); así, el agave puede desarrollarse en suelos pobres en cuanto a requerimientos nutricionales. Menciona Fregoso, et al. (2023) que en el área de Tonaya y Tuxcacuesco el agave se ha encontrado en suelos que se caracterizan por ser bajos a pobres en cuanto a nutrientes con valores de pH de 7.7, materia orgánica de 2.19% con deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio, por ello se consideran que los rendimientos del cultivo no son idóneos, aun cuando su naturaleza permite buen desarrollo en condiciones pobres, extremos en acidez y pocos nutrientes, así lo dice Cen-Cen, (Gómez y Martínez, 2015, en Fregoso et al., 2023). Las especies de agave presentan adaptaciones fisiológicas a distintas condiciones edáficas, de suelos ácidos rocosos volcánicos a piedras calizas de origen marino, baja disponibilidad de nutrientes como en altos contenidos de minerales, como en condiciones de baja o alta salinidad. El objetivo alcanzado de este trabajo fue, conocer la expansión actual del agave en relación de las condiciones edáficas y vegetación tradicionalmente establecida a nuevos ambientes de suelos más profundos, productivos y su avance a áreas agrícolas y vegetación. Con el fin de conocer nuevas circunstancias qué serán un referente a nuevos umbrales de los requerimientos edafoclimáticos, así como cultivos desplazados, si la planta prospera en condiciones diferentes a las ideales de su proceso fenológico.

2. Metodología

El proceso se generó en las siguientes etapas:

2.1. De gabinete: se realizó la preparación de materiales, que incluye la revisión bibliográfica acerca del agave y aspectos edáficos, climáticos, entre otros aspectos del medio físico. Se efectuó una búsqueda de material cartográfico en formato digital e imágenes para trabajar mapas previos

a la etapa de campo, el periodo del análisis cartográfico digital fue 2015 a 2023, se buscó aproximadamente 10 años de comportamiento, 2015 baja la densidad de superficie sembrada, a finales empieza a aumentar precio; también se determinó, por la calidad de imágenes; 2023 por tener una caída brusca en el precio de alrededor de 29.00 a 5.00 pesos, la actualización espacial fue mediante la revisión de nuevas plantaciones en campo. Los materiales cartográficos, fueron obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG). El material digital se trató con Quantum GIS (QGIS) que es de código abierto en formato libre.

2.2. Análisis de datos de imágenes y materiales cartográficos: el primero, mediante técnicas de fotoidentificación y fotointerpretación para establecer las áreas de cambio, ubicando puntos para revisión en campo, la primera en agaves de altura mayor a un metro, mientras que para las plantas pequeñas se buscaron patrones como alineación simétrica y comparándolos con patrones de otros cultivos como maíz, esta actividad, fue en imágenes de satélite libres de Landsat 8 del año 2015 y año 2023 escena 29046 (LANDSAT_SCENE_ID = "LC80290462015055LGN01" SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8" y LANDSAT_SCENE_ID = "LC80290462023205LGN00" SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8", respectivamente), resolución de 30 metros y 15 metros en tratamiento con bandas 432, principalmente, además, con apoyo de Google Earth (Google, s.f. [Vista de Región Centro del estado de Jalisco]).

El segundo análisis fue analógico, aunque anticuado fue efectivo para escalas grandes, mediante cartografía de Uso de suelo y Vegetación escala 1:250000 y la carta edafológica escala 1: 50000, que significa buena escala para obtener precisión en el análisis. El criterio fue utilizar la carta de Uso del suelo y vegetación de INEGI serie VII del año 2017, donde se revisaron las áreas de agricultura de temporal en su duración de cultivos, anual, semipermanente y permanente, (TA, TAS, TP), agricultura de riego en su duración anual, semipermanente y permanente (RA, RAS, RP); así como, las áreas de vegetación circundando estas unidades productivas, como criterios para la revisión en campo.

El tercer análisis de datos fue la revisión en Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), una revisión de superficies sembradas, cosechadas y costo rural por municipio y por distrito agrícola de agave, así como de maíz, para ver el grado de desplazamiento del cultivo básico anual, lo que arrojó datos para realizar una revisión temporal que culmina en datos estadísticos simples.

2.3. Trabajo de campo: se realizó en los años 2023 y 2024 con base en análisis y datos recabados en la etapa de gabinete. Se preparó el material de campo como es: el itinerario de lugares, los sitios marcados en carta topográfica y la planeación de rutas, específicamente, los mapas de carreteras y puntos previamente seleccionados de acuerdo a criterios discutidos, siguiendo los puntos seleccionados; sin embargo, en el recorrido se puso atención a las áreas de plantaciones recientes que no se detectaron en las imágenes y que no se señalaron en la carta de uso de suelo y vegetación; de manera similar, se buscaron plantaciones en áreas con deficiencia de drenaje y suelos con problemas de sales o sodio para agricultura.

Se procedió a revisar el tamaño del agave de los sitios planeados como aquellos recientemente encontrados, se puso atención y georreferenció los lugares con agave, instalados con plántula o hijuelos de 15 a 25 centímetros y que no fueron perceptibles en imágenes y ni algunas ortofotos, por fecha de imagen y reflectancia del suelo. En la mayor parte de los puntos se tomó una muestra de suelo para una inspección física y comprobación de la asociación edafológica del mapa de suelos de INEGI; cuando no se pudo acceder a algunas parcelas, sólo se tomaron notas a distancia y fotos, sin muestra de suelo. Las principales características físicas fueron textura, color, pedregosidad superficial, reacción al ácido clorhídrico, agua oxigenada, estructura del suelo, entre otras, Se debe aclarar que no fue posible hacer determinaciones de laboratorio de las muestras de suelo. De igual manera se registraron las parcelas de agave en lugares inaccesibles pero presentes para relacionarlos a nivel digital.

Se omitieron lugares con plantaciones de agaves ya conocidos y reportados en estudios relacionados, (por ejemplo, Tena, et.al., 2023) como fueron las parcelas del municipio de Tequila y Amatitlán en los márgenes del Río Santiago. Se centró en la expansión hacia municipios con un

perfil diferente al tequilero, ya que uno de los objetivos del estudio es el análisis espacial del agave y características edáficas; es decir, el crecimiento en la siembra a nuevos terrenos, como fueron los municipios del estado de Jalisco denominados con perfil maicero y frijolero, con criterios de agricultura de temporal, especialmente la agricultura de riego.

2.4. Reinterpretación: Una vez obtenidos los datos en campo se procedió a georreferenciar los puntos obtenidos en campo en la cartografía básica temática. Con cartografía temática en edafología de escala 1:50,000 y verificada en campo de la versión original de INEGI y revisado y digitalizado por IIGE (2024); además, de la serie VII de INEGI de uso del suelo y vegetación (2017). Se llevaron a cabo los análisis cartográficos y la correlación de las características físicas y aquellas inferidas mediante el uso de reactivos, como ácido clorhídrico y fenolftaleína, en las muestras de suelo, comparándolas con las reportadas en la cartografía de suelos.

3. Resultados y Discusión

La Región Centro del estado de Jalisco tiene características peculiares, por un lado concentra la Zona Metropolitana de Guadalajara y con ello la mayor población estatal, sin embargo lo relevante de la actividad económica relacionada con este trabajo, es la caracterización de ser un granero para el estado y en gran parte para el país, en lo relativo a cultivos básicos de maíz y frijol destacan como ejemplo Zapopan, Tlajomulco, Cuquío, etc. En cuanto a clima, roca y suelo, son ideales para producir gran cantidad de cultivos, en pendientes planas y moderadamente onduladas, pero además en escarpe pronunciado como Río Santiago, ideal para la plantación de Agave para el tequila.

El instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG, 2022), señala en cuanto a la geografía y medio ambiente, que el Área Metropolitana de Guadalajara es un nodo para el desarrollo regional, la Región, presenta altitudes de 740 a 2,958 metros sobre nivel del mar (msnm), clima en su mayor parte de templado subhúmedo, temperatura media anual de 20.3 °C con precipitación media anual de 952 milímetros (mm), geología en mayor parte de basalto y toba, suelos predominantemente de Feozem, Regosol y Luvisol, relieve generalmente plano con

pendientes menores a 5%. Con respecto a la agricultura, predomina el maíz de grano en un 55.64%, le sigue agave con 23.67% y restan el maíz forrajero, tomate verde, nopalitos, Chía, frijol y otros con un 20.69% de la región (IIEG, 2022).

3.1. Análisis cartográfico

El trabajo arrojó un mayor muestreo en Villa Corona con un 42%, Acatlán de Juárez, 20%, en Cuquío 5% y Arenal 5%, y el resto de municipios con menos del 5%. De 30 puntos planteados en campo, se colectaron 10 nuevos, con un total de 40 puntos registrados.

En el mapa de la Región Centro (Figura 1), se observa el muestreo de parcelas de agave, donde la distribución de los puntos fue con base en una revisión aérea por medio de imagen LandSat y de Google Earth (como se explicó en la metodología y verificación en campo), se puso especial atención a aquellos municipios que por definición sería contradicción los establecimientos de agave, como lo son zonas de graneros y zonas cañeras, en particular áreas de agricultura de riego y con suelos que suelen encharcarse como los de tipo Vertisol, destacando el municipio de Villa Corona. Así también, se revisaron zonas típicas de agave como son las inmediaciones al Río Santiago en Amatitán y El Arenal, Jalisco, que han sido productoras de agave por más de un siglo.

Con respecto al uso del suelo y vegetación y la relación con los puntos de muestreo, en el mapa de la figura 2, se utilizó la información de INEGI de Uso del suelo y Vegetación serie VII (2017) como la última versión en esta temática. Se realizó una caracterización de agricultura y vegetación para simplificar el análisis, se sobrepusieron los puntos de muestreo y se destacó que la mayor parte del avance de parcelas de agave es sobre agricultura de temporal anual con cultivos de maíz y sorgo, algunos puntos de agave sobre área de riego anual y semipermanente, así como en vegetación de selva baja caducifolia como algunos bosques de encino y encino-pino. Se muestra la tendencia primero sobre la agricultura de temporal de los nuevos puntos explorados como los existentes en municipios que no tenían cambio en crecimiento de agave.

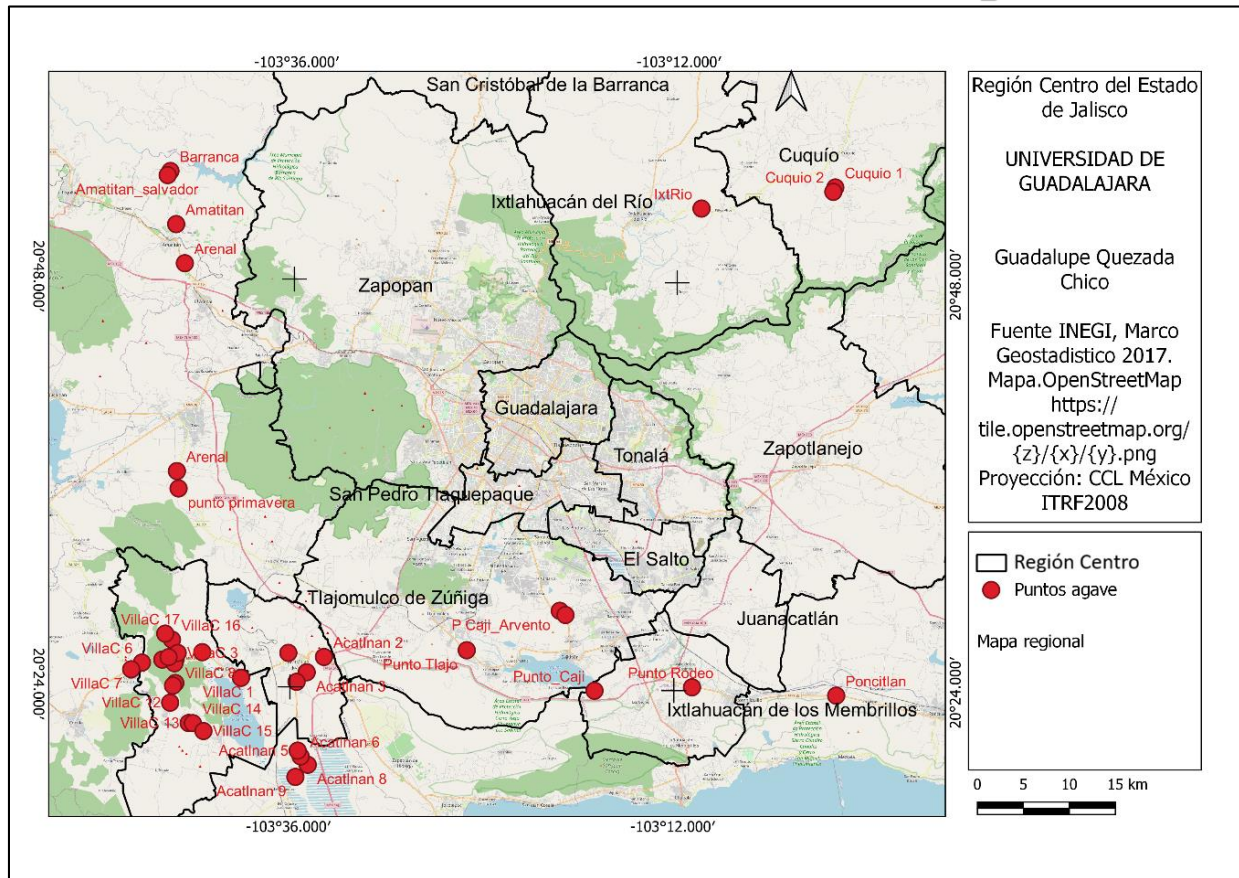


Figura 1. Mapa ubicación del área de estudio y puntos de muestreo.

Fuente: elaboración propia con base en el Marco Geoestadístico municipal de INEGI (2017).

Se encontró que no hay completa sustitución de las áreas agrícolas, se establecen mosaicos en parcelas con el maíz, sorgo y frijol. Igual surge en la agricultura de riego, son parcelas que no tiene agua, pero están en esa zona. En la vegetación, en esas áreas se abrieron nuevas parcelas de agave, pero generalmente es en zonas con vegetación secundaria y áreas que se utilizaban para pastoreo de ganado bovino, principalmente.



En el mapa edafológico de la figura 3, se nota gráficamente el avance de parcelas de agave que se encuentran sobre suelos de tipo Feozem, seguido de Regosol y Vertisol y poco en los de tipo Litosol. El primero con dominancia de horizonte A mayor a 18 cm, de textura franca, con consistencia friable, de moderada a alta porosidad entre otras cualidades favorables, que descansa sobre horizonte C de textura franco arenosa, y algunas en material de origen o parental, pero generalmente de profundidad moderada menor a los 50 cm. El Regosol conformado en mayor parte por suelo joven, pero profundo, son suelos donde domina, generalmente, material sedimentario con arenas y gravas. El Vertisol es un suelo donde domina la arcilla muy plástica en todo el perfil, pero además se caracteriza por presentar dilatación y contracción (época húmeda y seca). El Litosol que es un suelo menor a 15 cm, y descansa sobre roca.

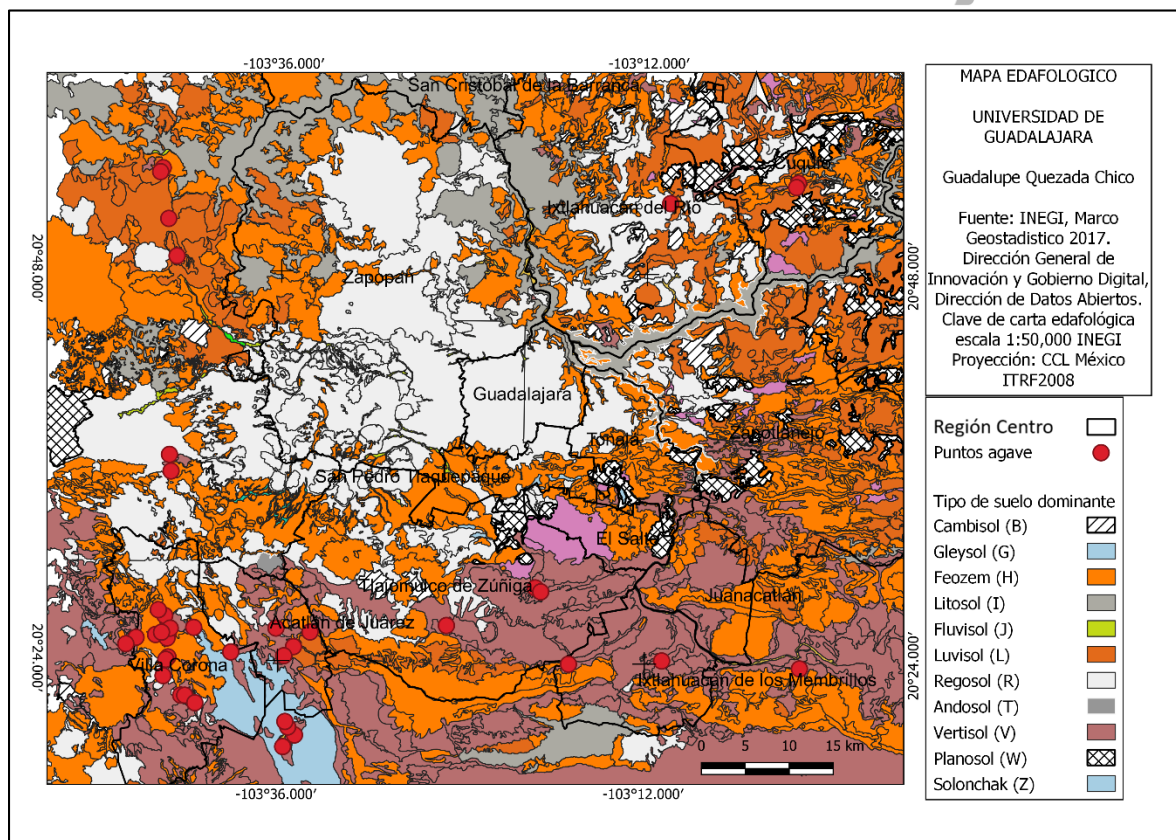


Figura 3. Mapa de suelos y puntos de muestreo.

Fuente: elaboración propia con datos digitales de INEGI en Conjunto de datos vectoriales edafológicos, 1: 50,000. Jalisco. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco (2015), consultado en el año 2024.

3.2. Análisis de Campo

Se corroboró que la mayor parte de la expansión de agave fue sobre agricultura de temporal (58 %) del resto de uso de suelo y vegetación, aunque cabe mencionar, que en el mapa al contrastar los puntos de verificación, causaba incógnita que se visualizaba agave en la zona de riego en lo que respecta al municipio de Villa Corona y parte de Acatlán de Juárez por ser zonas de cultivos anuales y semipermanentes como maíz, sorgo, frijol, alfalfa y de caña de azúcar; sin embargo, entre esas parcelas se encontró agave (10 %) de acuerdo a la cartografía y trabajo de campo (Tabla 1).

El resultado en cartografía versus trabajo de campo, fue el crecimiento de agave sobre la agricultura de temporal que en su mayor parte sembraban maíz y sorgo. Además, se encontraron parcelas y corroboró de acuerdo a la etapa preliminar, encontrar agave sobre áreas de vegetación, algunas con vegetación secundaria como selva baja caducifolia, así como en áreas de bosques de encino y de pino-encino pero con menor porcentaje.

Tabla 1. Puntos de agave sobre Uso del suelo y vegetación.

Uso del Suelo serie VII	Puntos con agave %
Agricultura de Temporal anual (TA)	58
Agricultura de Temporal permanente (TP)	10
Agricultura de humedad anual (HA)	3
Agricultura de Riego anual (RA)	10
Agricultura de Riego semipermanente (RS)	13
Selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva (VSa/SBC)	3
Bosque encino con vegetación secundaria arbustiva (VSa/BQ)	3
Bosque pino-encino con vegetación secundaria arbórea (VSA/BPQ)	3

Fuente: elaboración propia a partir de Puntos de campo de agave versus carta de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI (2017).

Igual de importante, aunque fuera de la Región Centro, fue revisar puntos de agave del municipio de Amatitán y Tequila, que tradicionalmente tienen este cultivo. Así, se observó en la Fotografía de la figura 4, como buen referente, el dominante paisaje agavero, la agricultura de temporal permanente de agave sobre áreas de selva baja caducifolia. Nótese el relieve abrupto, que es poco productivo por pendiente para cultivos básicos como maíz y frijol; sin embargo, acertado para el agave por requerir poco suelo y poca humedad para su desarrollo.



Figura 4. Típico lugar de agave sobre selva baja caducifolia en barranca de Amatitán, Jalisco.

Foto: Quezada Chico (2023).

En lo que respecta al suelo, en el análisis cartográfico y de campo. De acuerdo a la tabla 2 de análisis edafológico versus trabajo de campo, en la Región, se observa que los suelos que prevalecen con agave son tipo Feozem de textura media y textura franca, caracterizados por tener horizonte A con alta porosidad, en campo con observaron con grava y esqueleto de piedras en su matriz, pero sigue dominando el horizonte con una consistencia friable, prácticamente suelos de poca profundidad y donde han prosperado con buen desarrollo de este cultivo, además, se encontraron suelos de tipo Luvisol de igual textura, aunque con más contenido de arcilla, son relativamente profundos y permiten buena permeabilidad y no encharcamientos, ideal de acuerdo a las características edafoclimáticas, tipificados por suelos sueltos o livianos, con contenido de óxidos (Tena, et.al., 2023). Lo inusual es encontrar agave en suelos que tienen problemas de drenaje como los de tipo Vertisol y los que presentan sales solubles en alguna época del año como son los Solonchak, estos últimos cercanos a la laguna salina de Zacoalco de Torres, San Marcos y Sayula.

Se comprobó que los suelos delgados, generalmente se encuentran sobre fases físicas de suelo líticas, dúricas inclusive gravosas, de acuerdo a la tabla 3 de fases del suelo, éstas características

físicas son limitantes para desarrollo de raíces como para hacer labores agrícolas con implementos, principalmente maquinaria; éstas se encuentran sobre suelos de tipo Litosol y Feozem , mientras que en los suelos más profundos como Regosol, Luvisol y Vertisol, están ausentes esas limitantes, no presentan problemas para la agricultura para la mayoría de cultivos como los granos básicos entre ellos, el maíz.

Tabla 2. Puntos de agave sobre Tipo y subtipo de suelo.

Tipo de suelo FAO 70	Puntos con agave %
Feozem (Hh/2). Textura media	18
Feozem (Hh/2) Textura media	5
Luvisol (Lc/2) Textura media	5
Luvisol (Lc/3) Textura fina	5
Regosol (Re/1) Textura Gruesa	8
Regosol (Re/2) Textura media	10
Vertisol (Vp/3) Textura fina	45
Solonchak (Zg/2) Textura media	3
Luvisol (Lv/3) Textura fina	3

Fuente: elaboración propia con base a carta de edafológica digital escala 1:50 000 del INEGI, sin fecha, y observación de campo.

Tabla 3. Puntos de agave sobre fase suelo.

Fase del suelo FAO 70	Puntos de agave %
Duricia Prof.	2.5
Ligeramente salino	2.5
Lítica	20
Lítica profunda	17.5
Pedregosa	15
Sin Fase	42.5

Fuente: elaboración propia a con base a Puntos de campo de agave y carta de edafológica digital escala 1:50 000 del INEGI, sin fecha.

Durante el trabajo de campo fue importante verificar áreas que se marcaban con agricultura de temporal, pero sobre suelos arcillosos de tipo Vertisol pélico, para ello se corroboró que la naturaleza del agave no permite anegación y que esas parcelas continúan con cultivo de maíz que

resiste más encharcamiento que una planta xerófila (Figura 5). Similar fue la verificación sobre suelos profundos de tipo Regosol en área de agricultura de riego semipermanente con caña de azúcar (Figura 6) en la zona cañera de Tala, Jalisco. Se comprobó que las plantaciones de agave en estas zonas son sobre lugares elevados y pequeñas elevaciones de otro tipo de suelo más arenoso.



Figura 5. Foto de Vertisol en Rodeo, Ixtlahuacán de los Membrillos, agricultura de temporal anual con maíz.

Foto: Quezada Chico (2023).



Figura 6. Agricultura de riego semipermanente con caña de azúcar, en Tala, Jalisco.

Foto: Quezada Chico (2023).

Parte de la verificación de campo fue confirmar el supuesto que la expansión del agave se presenta en suelos más productivos que los tradicionalmente usados para el agave, son los referentes a Luvisol, con pendientes suaves, que han albergado cultivos tradicionales de maíz como se muestra en la figura 7 en la zona de El Arenal, municipio que es agavero, pero que combina su actividad con cultivos básicos en un mosaico alternado, dejando al agave a pendientes y suelos más delgados.



Figura 7. Agave sobre Luvisol. Foto Arenal, Jalisco.

Foto: Quezada Chico (2023).

En un análisis de espacios con cultivo tradicional de agave se confirmó el tipo de suelo delgado de tipo Litosol y en algunos casos de tipo Feozem, suelos delgados menores de 15 cm y de 20 cm respectivamente que se mantienen estables por abundante pedregosidad, que en ocasiones se asocian a cultivos en agricultura de temporal permanente con especies de ciruela (*Spondias* sp.), estas huertas son redes que con raíces mantienen estable y resistente al suelo contra la erosión hídrica de grado alto, estos árboles, también son propias de la barranca del Río Santiago en los municipios de Tequila y Amatitán, Jalisco (Figura 8).



Figura 8. Ciruelo asociado con agave en barranca de Amatitán, Jalisco.

Foto: Quezada Chico (2023).

3.3. Análisis de información tabular

En cuanto al crecimiento del agave en un corte temporal del 2015 y 2022 se nota el crecimiento de las parcelas de agave en confrontación con maíz de grano, para la Región Centro del estado de Jalisco. En un análisis por distrito agrícola en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). En la tabla 4, de 2015, es notorio que las parcelas de superficie sembrada de agave están muy por debajo de las parcelas de maíz, ejemplo, Cuquío presento 590 ha de agave y 9 450 ha de maíz, aun cuando el precio de del grano estaba por mitad del kilogramo de agave, de \$3.29 y \$6.32 pesos, respectivamente.

Tabla 4. Análisis por distrito agrícola 2015. Agave vs maíz en el Distrito de Zapopan.

Municipio	Cultivo	Sembrada ha	Cosechada ha	Rendimiento Ton/ha	Precio Tonelada	Precio Pesos / kg
Cuquío	Agave	590	80	78.5	6 323.57	6.32
Ixtlahuacán del Río	Agave	140	50	80	6 478.13	6.48
Zapopan	Agave	372.3	105	85	4 165.86	4.17
Tlajomulco de Zúñiga	Agave	147	73.5	95	6 488.37	6.49
Cuquío	Maíz grano	9 450	9 450	6.88	3 290.63	3.29
Ixtlahuacán del Río	Maíz grano	5 590	5 590	6.25	3 272.88	3.27
Zapopan	Maíz grano	1 2086	12 086	8.49	3 411.19	3.41
Tlajomulco de Zúñiga	Maíz grano	250	250	8.67	3 152.94	3.15
Tlajomulco de Zúñiga	Maíz grano	1 2198	12 198	6.3	3 206.79	3.21

Fuente: elaboración propia con base en Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), actualizado a 2024.

En la tabla 5, se observa un incremento de precio de agave de \$22.21 pesos por kg, y \$6.95 pesos por kg de maíz, las superficies sembradas no tuvieron cambios significativos de acuerdo a esta secretaria, siguen presentando dominio de parcelas de grano sobre parcelas de agave, ejemplo en Cuquío de 1 186 ha de agave por 11 485 ha de maíz; sin embargo, este municipio en 2015 sembró 590 ha y en 2022, 1 186 ha, aproximadamente el doble de superficie. En cuanto al

comportamiento de grano, Cuquío en 2015, con 9 450 ha y 2022 con 11 485 ha de maíz, un aumento menor de la mitad. El agave crece más significativamente que el grano básico de maíz.

Tabla 5. Análisis por distrito agrícola 2022. Agave vs maíz en el distrito Zapopan.

Municipio	Cultivo	Sembrada ha	Cosechada ha	Rendimiento Ton/ha	Precio Tonelada	Precio Pesos / kg
Cuquío	Agave	1 186	130	80.34	22208.46	22.21
Ixtlahuacán del Río	Agave	467	20	88.36	21 802.75	21.80
Zapopan	Agave	799	97	89.78	22 074.72	22.07
Cuquío	Maíz grano	11 485	11 485	6.98	6 945.01	6.95
Ixtlahuacán del Río	Maíz grano	5 820	5820	6.28	6 907.82	6.91
Zapopan	Maíz grano	11 985	11 985	7.4	6 996.36	7.00
Tlajomulco de Zúñiga	Maíz grano	14 485	14 485	6.84	7 009.74	7.01

Fuente: elaboración propia con base en Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), actualizado a 2024.

En el mismo tenor se dan ejemplos del comportamiento de superficie sembrada y cosechada y precio medio rural del agave en dos municipios: Cuquío y Zapopan, de la Región Centro, cabe hacer notar que el resto de los municipios, dicho comportamiento es muy similar. Resulta que estos dos municipios con perfil de graneros en el estado de Jalisco, contrario a Tequila, Amatitán, Arandas, Atotonilco que son tequileros, tuvieron un ascenso sorprendente de sus parcelas sembradas, en 2015, de 500 ha en Cuquío, y 400 ha en Zapopan a 1 500 ha y 800 ha para 2023, respectivamente, y sus precios de \$5.00 a \$25.00 pesos, de similar manera (Figura 9 y Figura 10); sin embargo, en algunos casos la superficie cosechada refleja una significativa caída.



Figura 9. Superficie sembrada y cosechada y precio medio rural en Cuquío.

Fuente: elaboración propia con base en Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), actualizado a 2024.



Figura 10. Superficie sembrada y cosechada y precio medio rural en Zapopan.

Fuente: elaboración propia con base en Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), actualizado a 2024.

6. Conclusiones

El agave tequilero se planta de acuerdo al precio en el mercado dependiendo de la oferta y la demanda y desde luego, de la denominación de origen, sobre todo el precio por kilogramo o

tonelada, teniendo una marcada influencia por la demanda en el extranjero con las exportaciones, generando un fenómeno social productivo, esto es, genera un impacto social.

La expansión del agave se encuentra abarcando superficies de granos básicos como son el maíz y frijol en municipios que tradicionalmente ofrecen estos productos como Cuquío y Zapopan y la mayor superficie de la Región Centro, pero además ocupa otras superficies en zonas de riego anual y semipermanente como son municipios de Villa Corona y Acatlán de Juárez, pero en mosaico donde los suelos están en pendientes elevadas, libre de inundación, de textura de suelo más arenosa o franca arenosa, de pH moderadamente alcalino.

Otro crecimiento de esta plantación fue en áreas de vegetación como son bosque y selva en alguna etapa sucesional, principalmente arbustiva, se encontraron pocos puntos con vegetación primaria de bosques de pino y encino, las parcelas en estos bosques son cuando estas se encuentran perturbadas en los estratos arbustivo o arbóreo. Algunas de estas coberturas se encuentran en relieves escarpados que son vulnerables y frágiles en cuanto a degradación física.

El aumento de superficie de agave abarca casi todos los tipos de suelos que son propios y productivos para una gran cantidad de cultivos no sólo a cultivos básicos, pero también a suelos con problemas de drenaje, acidez o alcalinidad, va de suelos de tipo Vertisol, Solonchak, o profundos como Regosol, Cambisol, Planosol y los delgados como Feozem y Litosol. Abarca diversidad de suelos, pero algunos pronostican rendimientos bajos, sobre todo donde existe mal el drenaje, acidez o alcalinidad.

Al haber extensiones de agave sobre agricultura de temporal anual y de riego como de suelos profundos podría tener alguna consecuencia en desabasto de cultivos básicos para consumo nacional y podría poner en riesgo las exportaciones y como consecuencia aumentar las importaciones de grano básicos. En otras palabras, el estudio mostró, el aumento de plantaciones de agave sobre suelos profundos y uso agrícola de temporal, por un lado hay desplazamiento de cultivos, en otro sentido, en algunos casos, con características inadecuadas como suelos sujetos a inundación por sus propiedades y por la topografía plana, si terminan sus ciclo de 7 años habrá

merma por pudrición, plagas y enfermedades; sin embargo las superficies que prosperen y logren ser cosechadas marcan ampliación de sus requerimientos agroclimáticos por una condición de adaptación natural, lo cual será objeto de seguimiento.

7. Conflicto de intereses

Los/as autores/as de este trabajo declaran bajo protesta de decir la verdad que este es un trabajo original y que no existen conflictos de interés. Así mismo, los autores de este artículo nos responsabilizamos del contenido del mismo, donde se aplicaron las mejores prácticas éticas.

8. Referencias

- CEA Jalisco. (2025). Comisión Estatal del Agua Jalisco. Obtenido de Municipios y Regiones Administrativas: <https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/municipios/>
- Consejo de Desarrollo Agropecuario y Agroindustria de Jalisco. (2023). Continúa el desplome del precio del agave. Obtenido de <https://agaves.pro/continua-el-desplome-del-precio-del-agave-azul-consejo-de-desarrollo-agropecuario-y-agroindustrial-de-jalisco-cdaaj/>
- Contreras Cruz, A. (2016). Generación de 3 medidas de ganancia para la producción de Agave Tequilana Weber en la Región de Amatitán, Jalisco. Presentación de avances de tesis. Obtenido de http://www.colpos.mx/wb_pdf/Montecillo/Economia/IIseminario/Mae/04_Ing_Ana_Leticia_Contreras.pdf Consultado 2021
- Fregoso Zamorano, B. E., Macilla Villa, O. R., Guevara Gutiérrez, R. D., Hernández Moreno, A., Figueroa Bautista, P., Can Chulim, Á., Villalvazo López, V. M. (2023). Caracterización edafológica con cultivo de agave azul (Agave tequilana Weber) en Tonaya y Tuxcacuesco, Jalisco, México. Obtenido de Terra Latinoamericana Vol. 41: <https://terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/1592>

- GOB MX. (1993). DECRETO POR EL QUE SE CREA EL INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL. Obtenido de <https://www.economia.gob.mx:https://www.economia.gob.mx/files/transparencia/D36.pdf>
- Google Earth. ([Fecha de Recuperado 10 abril de 2023] de s.f.). Obtenido de [https://earth.google.com/web/search/Jalisco/@20.83805332,-103.60294094,1101.92916425a,556336.81432219d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCfwMnr_rTz5AEXwfTpoqdzAGQGVLvqEbk9AIRNiNjdfOUUnAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_wEQAA?aauthuser=0](https://earth.google.com/web/search/Jalisco/@20.83805332,-103.60294094,1101.92916425a,556336.81432219d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCfwMnr_rTz5AEXwfTpoqdzAGQGVLvqEbk9AIRNiNjdfOUUnAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_wEQAA?authuser=0)
- Herrera Pérez, L., Valtierra Pacheco, E., Ocampo Fletes, I., Tornero Campante, M. A., Hernández Plascencia, J. A., y Rodríguez Macías, R. (2018). Esquemas de contratos agrícolas para la producción de Agave tequilana Weber en la región de tequila, Jalisco. Obtenido de Agricultura, sociedad y desarrollo. vol.15 no.4 Texcoco: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000400619
- IIEG. (2015). Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco. Obtenido de <http://www.iieg.gob.mx/>
- IIEG. (2022). Centro. Diagnóstico de la Región. Obtenido de Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2022/08/12-Centro-Diagn%C3%B3stico.pdf>
- INEGI (2017). Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación, Serie VII (continuo nacional), escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- Quezada Chico, G. (2023). Cultivos sobre "Análisis espacial del agave, condiciones edáficas y desplazamiento de cultivos tradicionales en la Región Centro de Jalisco" Informe campo [no publicado]. Universidad de Guadalajara.

- Rodríguez Gómez, G. (2007). La Denominación de Origen del Tequila: Pugnas de Poder y la Construcción de la Especificidad Sociocultural del Agave Azul. Obtenido de Scielo. Nueva antropol vol.20 no.67 México. Consultado en 2021: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-06362007000100007
- Romero Martínez, A. O. (2021). Consultado en 2023. Obtenido de La expansión del agave en Guanajuato. La denominación de origen que: <http://ru.iiec.unam.mx/5632/1/186-Romero.pdf>
- Rubio Cortez, R. (2019). El Agave: Procesos para un cultivo excelente (parte 3). Obtenido de <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/agave-procesos-cultivo-excelente-parte-2>
- SIAP. (2022). Avance de siembras y cosechas. Obtenido de Servicio de Información agroalimentaria y pesquera: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- SIAP. (2024). Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de Anuario Estadístico de la Producción Agrícola: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Tena Meza, M. P., Navarro Cerrillo, R. M., Villavicencio García, R., y Contreras Rodríguez, S. H. (2023). Caracterización agroclimática del cultivo de Agave tequilana Weber en la barranca del Río Santiago. Obtenido de <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3085>