

Efecto de la siembra del cultivo de agave tequilana con relación a las propiedades del suelo en inmediaciones de la cabecera municipal de Cuquío, Jalisco

Effect of planting the tequilana agave crop in relation to soil properties in the vicinity of the municipal seat of Cuquío, Jalisco

Guadalupe Quezada Chico^{*,a}, Martín Vargas Inclán^{*} y Leticia Loza Ramírez^{*}

Resumen / Abstract

La industria del agave y el boom del tequila se han extendido más allá de las cuencas tequileras por tradición como son los municipios de Tequila, Arandas y Atotonilco el Alto, del estado de Jalisco. El producto se encuentra en otros municipios que se habían caracterizado por una agricultura de temporal con base en el maíz, Cuquío, es uno de ellos. El cultivo de maíz ha sido reemplazado por la siembra de agave, ahora el paisaje que antes era maicero, se ha transformado en uno de maíz-agave; con ello, se presenta un cambio en el uso del suelo, el cual de ser exclusivamente para el cultivo de maíz de temporal ahora también es utilizado para el agave un cultivo permanente que requiere de un manejo diferente en cuanto a labores culturales y fertilización lo cual afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (alteración de la estructura, disminución de materia orgánica, pH del suelo entre otros). Algunas manifestaciones físicas como la erosión hídrica de tipo laminar y en surcos, son algunos de los graves problemas que presentan los suelos en las zonas en donde se ha establecido el agave, sin mencionar que otras propiedades del suelo no presentan ninguna modificación con el cambio de agricultura con cultivos anuales a permanentes. La evaluación de los efectos del agave en las propiedades del suelo, se realizó a través de la selección de parcelas con diferentes condiciones naturales, inclusive con diferentes edades del agave.

Palabras clave: agave, maíz, suelo, cambio de uso

The agave industry and the tequila boom have spread beyond the traditional tequila basins such as the municipalities of Tequila, Arandas and Atotonilco el Alto, in the state of Jalisco. The product is found in other municipalities that had been

^{*,a}. Profesores del Departamento de Geografía y Ordenación Territorial del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (CUCSH) de la Universidad de Guadalajara.

characterized by rainfed agriculture based on corn, Cuquío, is one of them. The cultivation of corn has been replaced by the planting of agave, now the landscape that was previously corn, has been transformed into one of corn-agave; With this, there is a change in the use of the land, which from being exclusively for the cultivation of seasonal corn is now also used for agave, a permanent crop that requires different management in terms of cultural work and fertilization, which It affects the physical, chemical and biological properties of the soil (alteration of the structure, decrease in organic matter, soil pH among others). Some physical manifestations such as sheet-type and furrow-type water erosion are some of the serious problems that the soils present in the areas where the agave has been established, not to mention that other soil properties do not present any modification with the change of agriculture with annual to permanent crops. The evaluation of the effects of agave on soil properties was carried out through the selection of plots with different natural conditions, including with different ages of the agave.

Keywords: agave, corn, soil, change of use

Introducción

El presente estudio es un análisis del suelo en función del uso intensivo del agave en el municipio de Cuquío Jalisco a través de una muestra de parcelas con distintas condiciones del terreno y diferentes edades del agave. El problema es que el agave está desplazando al maíz, este cambio ha desestabilizado la economía local, ya que muchos otros cultivos básicos también están siendo sustituidos por la siembra de agave, aunque se sabe que la rentabilidad económica es mejor por parte del nuevo cultivo en el municipio. Por ello se presentan, algunas preguntas de investigación como por ejemplo: ¿El suelo responde a esta economía?, ¿Qué factores influyeron para que aumentara la superficie de agave en lugar de la de maíz? La investigación se enmarca en el supuesto que el agave tiene un efecto negativo en las propiedades del suelo, entre ellas la fertilidad, que se agota con la siembra de un monocultivo con diferente manejo, que repercute en el rendimiento de otros cultivos tradicionales una vez que se cosecha el agave. Para demostrar el efecto negativo del cultivo de agave sobre las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, la investigación se planteó como objetivo buscar a través del muestreo de suelos, distintas condiciones de su fenología hasta su maduración y la cosecha.

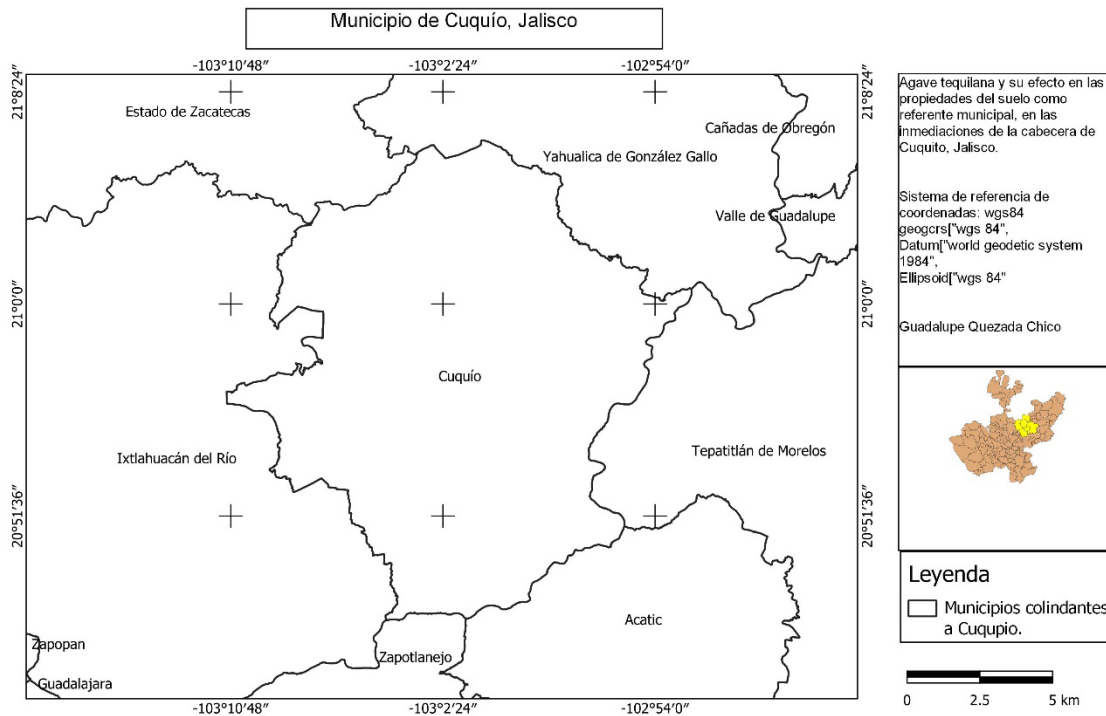
Este trabajo de investigación presenta además de una revisión bibliográfica sobre el agave, un análisis de las condiciones geoclimáticas de las áreas muestreadas, así como los resultados del laboratorio de Geografía Física del Departamento de Geografía de la Universidad de Guadalajara para obtener parámetros que permitan establecer criterios de evaluación de las propiedades del suelo.

Ubicación del área de estudio

El municipio de Cuquío pertenece a la Región Centro y es el número 29 de los 125 municipios que integran el estado de Jalisco, por tradición productiva, tiene un perfil de ser granero de maíz, ya que posee una mayor superficie de cultivo de maíz en una agricultura de temporal anual, aunque

también es famoso por la siembra de cultivo de frijol y chíá caracterizados como cultivos tradicionales en la entidad municipal. En la figura 1 se observa a Cuquío que colinda con los municipios de Ixtlahuacán del Río, Yahualica de González Gallo, Zapotlanejo, Acatic, Tepatitlán de Morelos y en su porción norte con el estado de Zacatecas.

Figura 1
Ubicación del municipio de Cuquío. Fuente. Quezada, 2022;
a partir del Marco Geoestadístico, INEGI, 2017

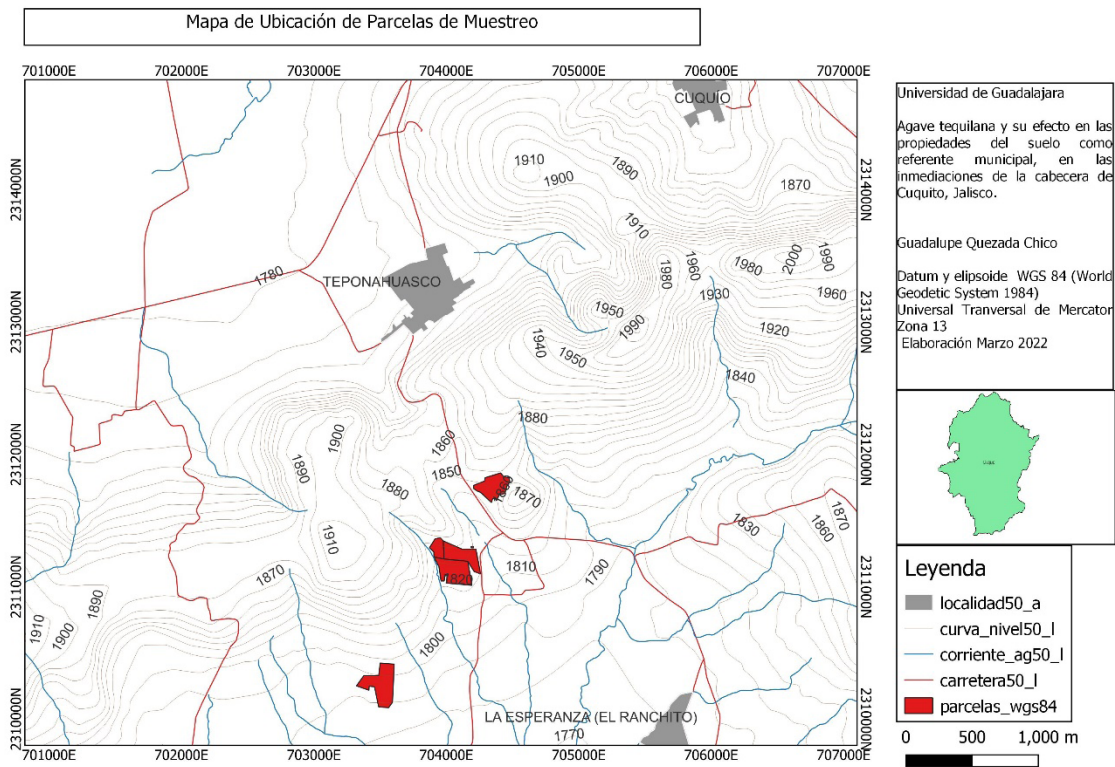


De acuerdo con el (IIEG, diciembre 2019)

El municipio tiene una superficie aproximada de 653 km², y se encuentra a una altitud mínima de 1,130 y máxima de 2,340 metros sobre el nivel del mar, con pendientes planas en su mayor superficie y una pequeña porción montañosa, predomina un clima semicálido – semihúmedo, con temperaturas media anual de 18 grados centígrados y precipitación media anual de 879 milímetros. Con respecto a la geología, predomina la roca de tipo basalto seguido de suelo residual, con una edafología de Luvisol y Feozem como suelos dominantes en una cobertura de uso del suelo de agricultura en su mayor superficie seguido de bosque, además, baja cobertura en asentamientos humanos.

Con respecto a las parcelas muestreadas y área de estudio, éstas se encuentran en el centro y sur del municipio (Figura 2), alrededor de la cabecera municipal de Cuquío rumbo a la localidad de Teponahuasco al sur de esta, sobre un relieve de lomerío, laderas suaves y valles.

Figura 2
Ubicación de las parcelas de muestreo



Fuente. Quezada, 2022; a partir de datos vectoriales de información topográfica F13d56 escala 1:50000, 2019 de INEGI.

Materiales y métodos

Para alcanzar los objetivos del presente proyecto se recogieron muestras del suelo de siete parcelas con diferentes condiciones ambientales y cultivo de agave con edades fenológicas diferentes, que no necesariamente tienen representación en superficie municipal. El número de muestras tomadas en cada parcela dependió de los siguientes factores: El tamaño de la superficie, edad del agave, del cultivo establecido anteriormente, junto a la presencia de vegetación natural y el número de muestras recolectadas en cada parcela.

La superficie mínima cartografiada fueron parcelas de más de dos hectárea excepto aquellas menores a una hectárea. Las parcelas con más de una hectárea fueron muestreadas y ubicadas en el espacio cartográfico, excepto el punto de muestreo forestal (área con vegetación) denominada “uso forestal” por no ser significativa o no cumplir con la mínima unidad cartográfica, ésta fue muestreada pero no cartografiada.

Por otra parte, la textura se determinó con el método del hidrómetro de Bouyoucus, con la finalidad de saber el contenido de arcilla la cual está relacionada con la capacidad de intercambio de cationes.

La materia orgánica se evaluó midiendo el carbono orgánico con el método de oxidación de Walkley y Black, este parámetro se utilizó para conocer de una manera indirecta la fertilidad del suelo. Pero también se midieron de forma independiente cada uno de los elementos esenciales para las plantas (N, P y K) con el método colorimétrico.

El pH se midió con el potenciómetro, utilizando una pasta de saturación con agua en una relación de 2:1, dos partes de agua y una de suelo. El valor del pH fue de utilidad para tener una idea de cuales elementos podían estar disponibles para las plantas de agave.

La capacidad de intercambio de cationes se puede medir con dos métodos, con acetato de amonio y calculando los mili-equivalentes de cada catión.

Tabla 1
Relación de parcelas y número de muestras recolectadas según las condiciones físicas y ambientales del terreno

Parcelas	Número de muestras	Observaciones
Lucas	6	Parcela homogénea en tipo de suelo, pero diferente pendiente, edad del agave 1.5 años. Antes maíz y frijol
Agroportof	5	Parcela con suelo homogéneo, edad agave 2.5 años. Antes vegetación
Agroportoca	3	Parcela con suelo homogéneo, edad agave 2.5 años. Antes maíz y frijol
Saavedra	4	Parcela con suelo homogéneo, edad agave 4 años.
Cultivos	3	Parcela con suelo homogéneo, con preparación para siembra (rastra). Actualmente (hasta 2022) Maíz y frijol
Forestal	1	Terreno con suelo homogéneo vegetación de matorral y pastos.
Mercado	3	Parcela con suelo homogéneo. Recién cosechada de agave de 8 años en el terreno.

Fuente: Quezada, 2022.

El análisis de laboratorio así como la interpretación de los resultados se realizaron tomando en cuenta las técnicas de la Norma Oficial Mexicana NOM021_REC NAT-2000_DO2280 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Se analizaron cada una de las muestras de suelos y de acuerdo a una revisión de los resultados, se obtuvieron promedios por parcelas los cuales se muestran posteriormente en un análisis de propiedades de suelos con relación a las parcelas. Antes de mostrar los resultados se hace una pequeña descripción de cada parcela que describe las características y criterios mencionados.

Parcela de Lucas: Es una parcela sembrada por un particular sin ninguna relación con empresa tequilera. Parcela donde anteriormente se sembraban cultivos tradicionales de maíz y frijol, actualmente tiene agave con edad aproximada de año y medio. El suelo está libre de malezas, por lo que

no hay competencia para la planta, sin embargo tiene huellas de erosión hídrica de leve a moderada. Es una parcela que posee un tipo de suelo homogéneo pero que manifiesta diferente relieve.

De acuerdo a la cartografía temática en edafológica (1974), geología (1973), uso del suelo y vegetación (1975), escala 1:50000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), presenta suelo de tipo Feozem con textura fina y grava (Hh/3 fase gravosa), además, de roca Ígnea extrusiva básica (Basalto) y una vegetación asociada de matorral subinermes con elementos de nopalera en pastizal de tipo natural (Ms-No-Pn). En la Figura 3 se observa y una parte de la parcela con agave, la pendiente del terreno y en la que el suelo presenta erosión hídrica, así como el tamaño del agave en un manejo de poca maleza.

Figura 3
Erosión Hídrica



Fuente: Quezada, 2021.

Parcela Agroportof, anteriormente con vegetación. Es un área que fue desmontada para la siembra de agave por la empresa agrícola Agroportof, esta vegetación se usaba para el pastoreo de ganado. La parcela es homogénea en tipo de suelo y pendiente de alrededor de 10 a 20 %, con erosión hídrica leve y moderada predregosidad superficial, se encuentra limpia de malezas, o sea que tiene manejo con agroquímicos. El agave tiene una edad de 2.5 años aproximadamente.

De acuerdo a la cartografía temática de INEGI, tiene una asociación de suelo Feozem luvico y Luvisol férrico con una textura de tipo media o arenosa, además con cantidades de grava (Hl+Lf/2 fase gravosa), roca de tipo ígnea extrusiva básica (basalto) y una vegetación de matorral subinermes asociada a nopalera y pastizal natural (Ms-No-Pn). En la Figura 4 corresponde a la parcela en la que se recogieron piedras para facilitar las labores agrícolas antes y durante el cultivo.

Figura 4
Recolección de piedras



Fuente: Quezada, 2021.

Agroportoca con anteriores cultivos tradicionales. Es una área en la que se sembraba maíz y frijol de temporal y fueron sustituidos por el agave; colinda con una parcela donde actualmente se siembra maíz y frijol, con suelo homogéneo y pendiente relativamente plana, el agave de esta superficie tiene una edad aproximada de 2.5 años.

De acuerdo a la carta edafológica de INEGI, el suelo es Feozem luvico, asociado con Luvisol férrico, el cual tiene una textura arenosa, con cantidades importantes de grava que corresponden a una fase gravosa (Hl+Lf/2), roca de tipo ígnea extrusiva básica (basalto) y una vegetación de pastizal inducido asociado a matorral espinoso (Pi-Me). El agave de esta parcela tiene mayor edad que el de las parcelas anteriores, y antes de este cultivo se había sembrado maíz (Figura 5).

Figura 5
Agave con 3 años de edad en edad avanzada



Fuente: Quezada, 2021.

Parcela Saavedra. Es un predio con plantas de aproximadamente 4 años de edad en plena producción de hijuelos; el suelo es homogéneo y el relieve plano. De acuerdo a INEGI el suelo Feozem luvico asociado a Luvisol férrico, con textura arenosa y grava en la matriz del suelo que corresponde a una face gravosa (Hl+Lf/2), su geología es de tipo residual. La agricultura es de temporal anual. Actualmente tiene agave en etapa avanzada de maduración de aproximadamente 3 años de edad (Figura 6).

Figura 6
Parcelas con agave de 3 años



Fuente: Quezada, 2021.

Parcela con cultivos. Es una parcela en la que tradicionalmente se han sembrado y cosechado maíz y frijol. Para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas así como la fertilidad, después de cosechar y que el ganado a pastoreado; los residuos de las planta de maíz y de frijol se incorporan al suelo. El suelo de esta parcela de acuerdo con el INEGI, es Feozem haplico asociado a Litosol con textura arenosa (Hh+I/2) con bastante pedregosidad que dificulta las labores agrícolas, el material fino del suelo está sobre roca basáltica. En la Figura 7 se observa la parcela con residuos de la planta de maíz incorporados al suelo, esta actividad se realizó con tractor y un implemento llamado rastra.

Figura 7
Residuos de la planta de maíz



Fuente: Quezada, 2021.

Parcela Forestal. Esta superficie se muestreo para tener un punto de referencia de las condiciones ambientales con respecto a las parcelas más cercanas con un mismo suelo, relieve y vegetación de selva baja caducifolia en la que dominan especies las especies arbóreas de *Acacia spp.* y *Opuntia spp* la cual presenta una fuerte degradación por el pastoreo de bovinos que deambulan libremente asociada con pastizal. La descripción cualitativa del perfil del suelo en campo, indica que las características físicas como la textura que es de franca a franca arcillosa y el color ocre corresponden a un Luviso (Figura 8), el cual está asociado con un Feozem luvico y Luvisol férrico, este último con una textura de tipo arenosa, una fase gravosa (Hl+Lf/2), roca de tipo ígnea extrusiva básica (basalto) según la carta edafológica de INEGI; y una vegetación de matorral subinorme asociada a nopalera y pastizal natural (Ms-No-Pn).

Figura 8

Cavando un pozo para caracterizar el suelo



Fuente: Quezada, 2021.

Parcela mercado. Se trata de una parcela de la que recientemente se cosecho de agave, la cual es un referente de las condiciones de fertilidad del suelo, después de varios años de un monocultivo (agave). De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, el suelo es de tipo Luvisol férrico con textura fina (franca arcillosa), sin ninguna restricción para labores agrícolas; y una vegetación de matorral espinoso y pastizal natural. En la Figura 9 se muestra el suelo de la parcela mercado después de su preparación para la siembra.

Figura 9

Suelo preparado para la siembra de la parcelas Mercado



Fuente: Quezada, 2021.

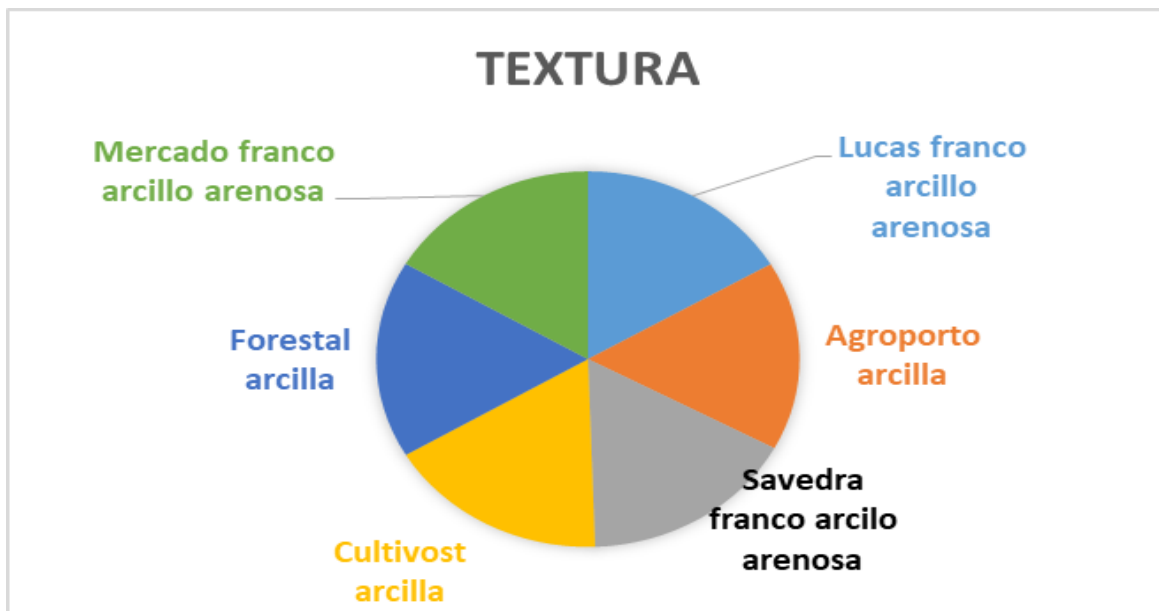
Discusión de resultados

Este apartado es la exposición de resultados y su discusión con base en la norma oficial mexicana NOM021_REC NAT-2000_DO2280 (DIARIO OFICIAL, 2002) que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.

En las parcelas de Agroportof y Agroportoca se hizo un ajuste de los resultados, los cuales se exponen como Agroporto. Se unificaron porque ambas presentan valores de laboratorio promedio similares, y presentan las mismas características ambientales de suelo, geología y vegetación, pertenecen a la misma empresa, tienen el cultivo con la misma edad, pero con manejo y un cultivo anterior diferente.

De acuerdo con los resultados de clase textural, esta no se alteró con el cultivo del agave en ninguna de las parcelas: suelo cultivado y con vegetación; solo se observó un grado moderado de erosión hídrica en parcela de Lucas, la cual no representa un problema grave, aunque la pendiente no es muy inclinada, pero la limpieza maleza en los callejones si fue la causa (Figura 10).

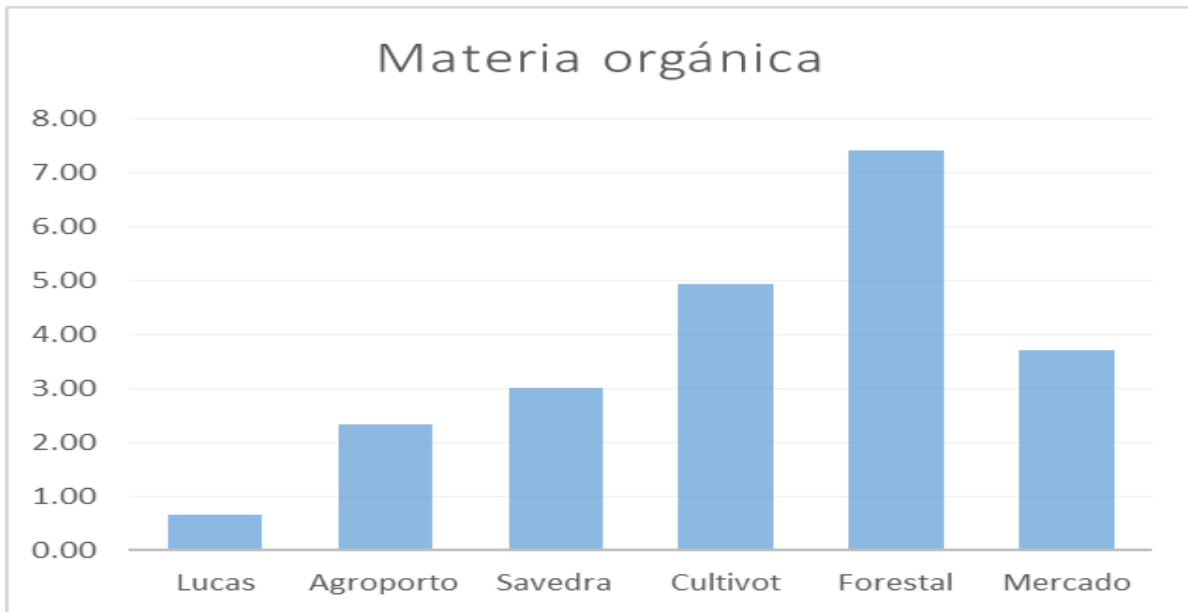
Figura 10
Clases de textura, de acuerdo a los resultados del laboratorio, 2022



Fuente: investigación directa.

En cuanto al contenido de materia orgánica, en la Figura 11 se observa que en los suelos sembrados de agave los valores son de bajos a medios (0.6 a 3.5), en comparación con los suelos Cultivados y Forestal que presentan cantidades de moderadas a muy altas (>3.6), esto se debe probablemente a que incorporan los residuos del cultivo de maíz y a las aportaciones estiércol por el ganado durante el pastoreo.

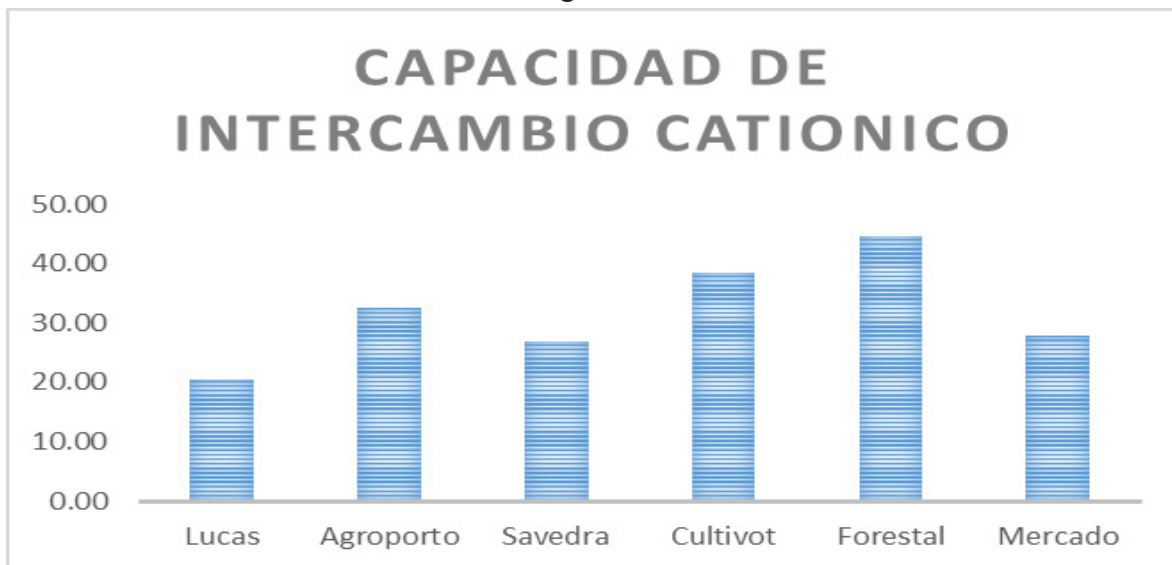
Figura 11
Contenido de materia orgánica en las diferentes parcelas analizadas



Fuente: investigación directa.

Con respecto a la CIC cationes, los análisis de las muestras arrojaron valores entre 20 y 30 meq/100 gramos de suelo, los cuales se pueden considerar como altos, si consideramos que la mayoría de los suelos tienen texturas arcillosas; sin embargo, no se puede decir lo mismo con respecto al contenido de materia orgánica, ya que solo dos muestras presentan un valor alto (Figura 12).

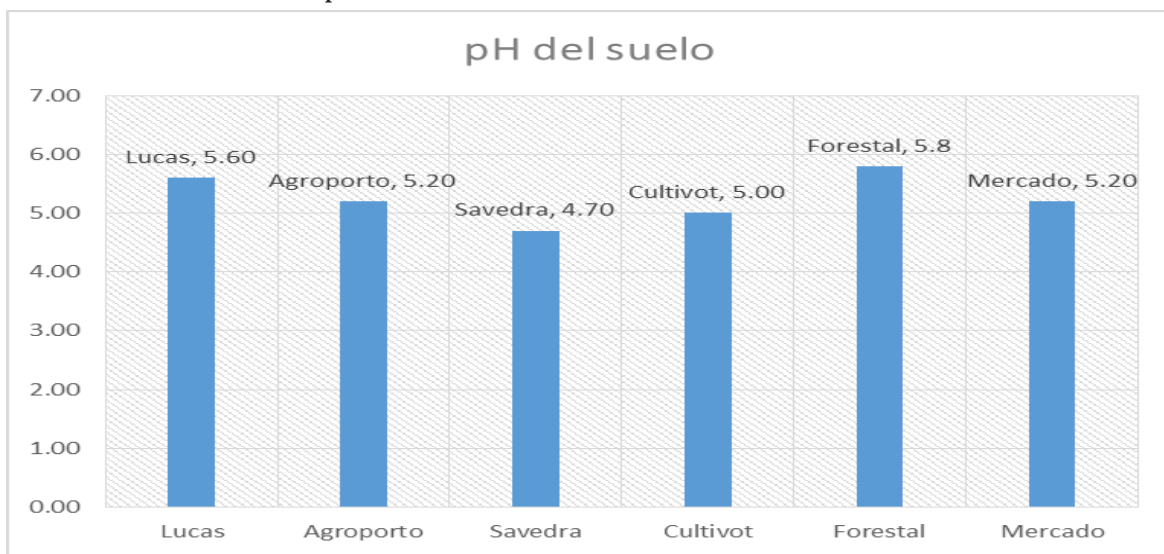
Figura 12



Fuente: investigación directa,

En cuanto al pH, los resultados indican que en dos de las seis parcelas analizadas (Lucas y Forestal) se encuentra en el rango (5.5- 5.8) de ácido a ligeramente ácido. Por lo tanto, con un pH por debajo de 6 la disponibilidad tanto del nitrógeno como del potasio, el calcio y el azufre es significativamente baja, mientras que el fósforo y el magnesio ya no están disponibles para el cultivo. Asimismo, en las unidades de análisis (Agroporto, Mercado, Cultivot y Saavedra) el pH es muy ácido a ácido, esto significa que todos los nutrientes esenciales no están disponibles para el cultivo; y sin embargo, la solubilidad y disponibilidad de micronutrientes, como el zinc, cobre, manganeso, hierro, aluminio, principalmente los dos últimos aumentan significativamente y pueden volverse tóxicos para el cultivo (Figura 13).

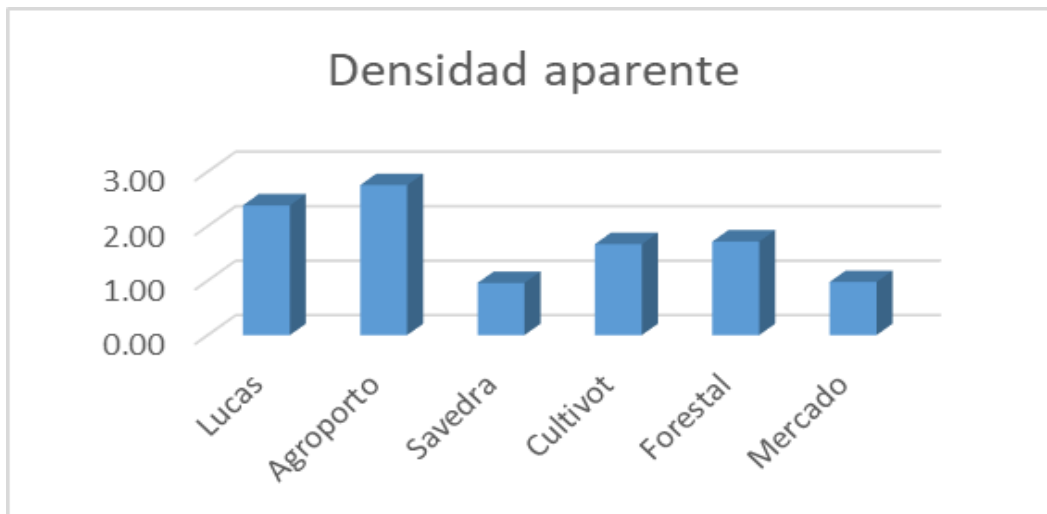
Figura 13
Valores de pH del suelo en las diferentes unidades de análisis



Fuente: investigación directa.

Por otra parte, la densidad aparente en cuatro de las diferentes parcelas presenta una tendencia a la baja a medida que la textura es más fina y con un contenido de materia orgánica alto. Sin embargo, en dos de las parcelas la densidad aparente es alta, esto se debe principalmente a que el porcentaje de materia orgánica es muy bajo y la textura es de fina a ligera, es el caso de las parcelas de Lucas y Agroporto, esta última con una densidad de 2.6 gr/cm³ aproximadamente. Un valor alto de densidad aparente indicaría que el suelo, además de tener una textura fina a ligera y materia orgánica baja, también presenta una fuerte compactación, esto se traduce en una baja circulación de aire y una lenta infiltración del agua; afectando significativamente el crecimiento y el desarrollo del cultivo (Figura 14).

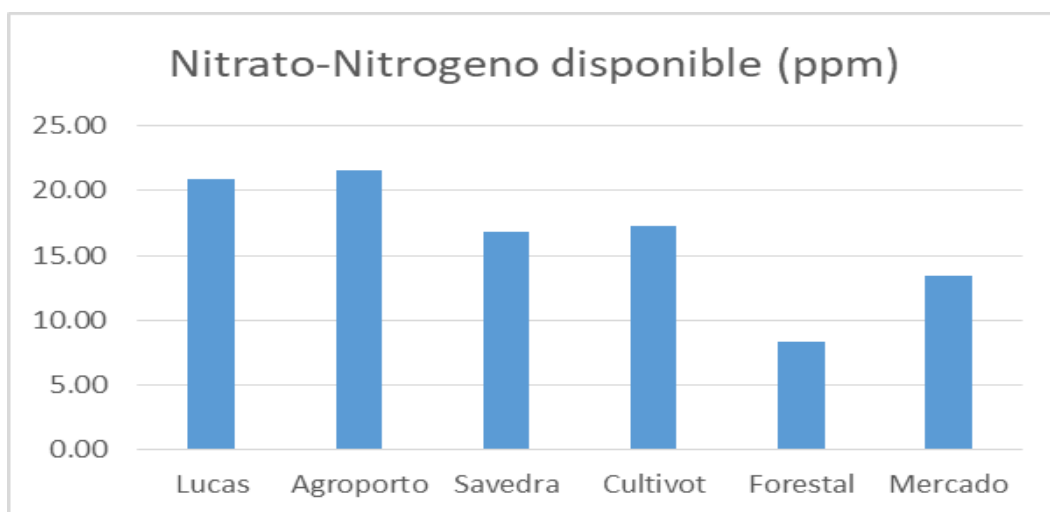
Figura 14
Densidad del suelo en cada una de las parcelas



Fuente: investigación directa.

Con respecto a los nutrientes de mayor demanda por el cultivo, y de acuerdo con la norma (NOM-021 SEMARNAT-2000), el nitrógeno se encuentra en niveles muy bajos a medios. Aunque el cultivo tiene alta resistencia a la sequía y no es muy exigente en cuanto a la cantidad de nutrientes, si es muy importante que por lo menos se cultive en suelos que tengan un máximo de 20% arcilla para que haya una CIC alta, y así, el agave tenga una reserva de nutrimentos y además no sufra por estrés hídrico.

Figura 15
Contenido de Nitrógeno en el suelo

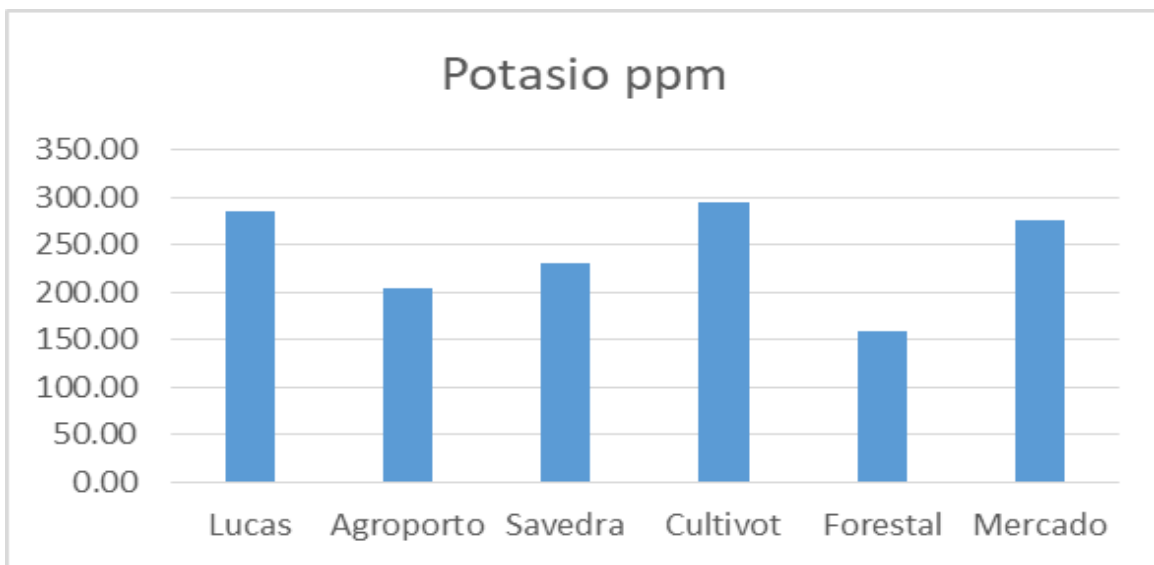


Fuente: investigación directa.

En la figura 16 se muestran los contenidos de potasio en el suelo; su disponibilidad para el cultivo depende del estado en que se encuentre, ya que existen cuatro formas: en la solución, intercambiable, fijado en las estructuras de las arcillas y formando parte de los minerales primarios. Por tal motivo no siempre se debe dar por hecho que todo el potasio que arroje un análisis de suelo puede estar disponible, y de que no se encuentra en condiciones de ser absorbido por las raíces de las plantas. Por otra parte, si es verdad que un análisis sirve como una guía y siempre se debe considerar aplicar el potasio ya que se trata de un macronutriente de alta demanda por la mayoría de los cultivos.

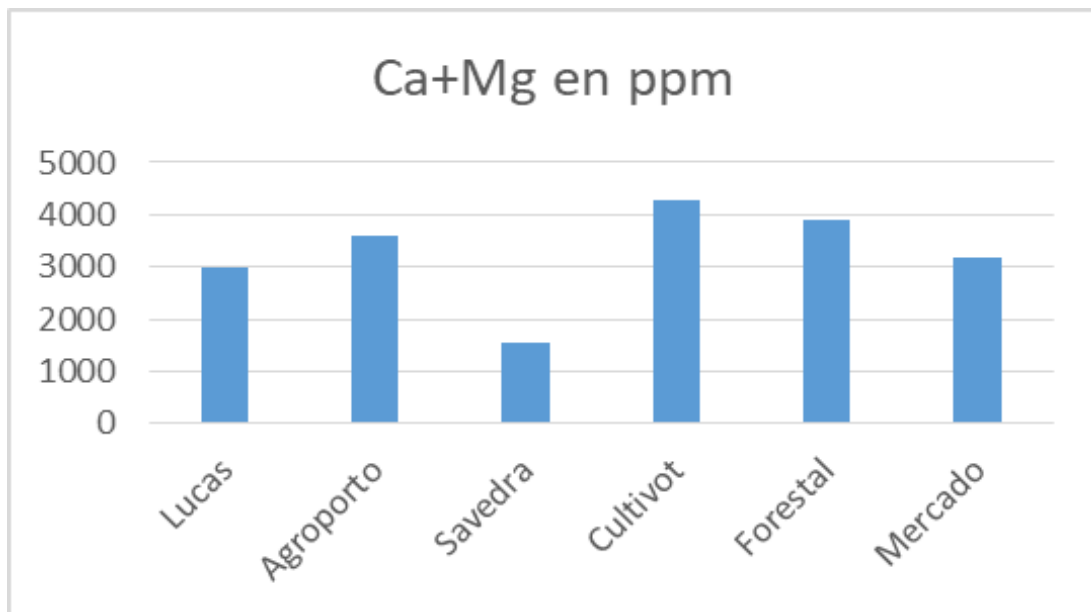
De acuerdo con el documento de Fertilización y Enmienda, la textura tiene una influencia directa en la disponibilidad del potasio, y menciona que la textura franca puede tener valores entre 177 y 389 mg/kg (ppm), de este modo, en la figura 16 se muestran los valores del análisis del laboratorio, en ellos se puede apreciar que de acuerdo con los valores del documento antes mencionado, solo en una parcela (forestal) presenta un nivel bajo de potasio, en el resto de las parcelas el contenido está en niveles normales.

Figura 16
Contenido de potasio en el suelo



Fuente: investigación directa.

Figura 17
Valores de calcio más magnesio



Fuente: investigación directa.

En el caso del Calcio y el magnesio, los valores que se muestran en la figura 17 presentan un fuerte contraste, el 72% de las parcelas tuvieron en promedio 3737 ppm, que representan 11.7 meq/100g de suelo, y el 28% de las parcelas en promedio 2300 ppm esto es igual a menos de 8 meq/100g de suelo; estos números revelan que en los suelos existen cantidades insuficientes de calcio y magnesio para un buen crecimiento y desarrollo de las plantas y que es necesario la aplicación de enmiendas.

Conclusiones

Uno de los efectos ambientales principales del cultivo del agave azul es el incremento sustancial del uso de pesticidas. Por ser un monocultivo, la planta es más vulnerable a enfermedades y plagas, y esto obliga a los agricultores a emplearlos desmesuradamente.

Se observa un fuerte grado de erosión, y en algunos sitios esta se ha maximizado debido al establecimiento de las plantaciones de forma extensiva e intensiva del cultivo de agave azul (*Agave tequilana* Weber), así como también por la explotación de aquellos cultivos (maíz) que debido a su manejo inadecuado han acelerado este proceso, aunado a la reducción de áreas forestales como lo es el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) como respuesta al proceso de cambio de uso del suelo.

Con respecto a las propiedades físicas, la textura no cambia con el establecimiento del cultivo, sin embargo, es probable que las propiedades químicas y biológicas si se hayan alterado, como por ejemplo el pH, que es el más dinámico junto con el contenido de materia orgánica. Las pruebas de laboratorio que se realizaron, si demuestran cambios y en algunos casos muy significativos en

estos rubros en todas las parcelas. La aplicación de fertilizantes químicos en cantidades excesivas y por periodos de tiempo largos si puede modificar el pH, y en estas parcelas en las que solo se ha cultivado agave existe la plena seguridad de que es el origen de la acidez que presentan los suelos. En cambio en el área forestal la materia orgánica se mantiene con valor alto, se debe principalmente al aporte constante de residuos por parte de la vegetación y al casi nulo movimiento del suelo.

Dado que algunos elementos como el N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes son la base de una buena nutrición; su contenido si se ve reflejado en los análisis de las muestras de suelo, sobre todo por la pérdida de materia orgánica en las parcelas con mayor erosión, a la poca adición de residuos orgánicos y particularmente por tratarse de un monocultivo, el cual a largo plazo con mal manejo empobrece los suelos.

Finalmente, la capacidad de intercambio de cationes está reducida de manera muy importante en todas las parcelas, su reducción está relacionada con el tipo de mineral de arcilla, contenido de materia orgánica y el pH del suelo. En todos los casos tanto el contenido de materia orgánica como los valores de pH, no favorecen a la CIC del suelo.

Referencias bibliográficas

- Becerra Ríos, M. (junio de 2011). *Simposio Mundial sobre Indicaciones Geográficas. Consejo Regulador del Tequila*. https://www.wipo.int/edocs/mdocs/geoind/es/wipo_geo_lim_11/wipo_geo_lim_11_16.pdf
- Contreras Cruz, A. (agosto de 2016). *Generación de 3 medidas de ganancias para la producción de Agave Tequilana Weber en la Región de Amatitán, Jalisco. Presentación de avances de tesis*. http://www.colpos.mx/wb_pdf/Montecillo/Economia/IIseminario/Mae/04_Ing_Ana_Leticia_Contreras.pdf
- DIARIO OFICIAL. (diciembre de 2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Segunda sección*. Obtenido de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- Fertilización y Enmienda*. (S/F). Obtenido de 2. Requerimiento nutricionales del cultivo. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a292bf14-0e84-4ddc-ab1b-e354ec4d545a/content>
- Gobierno del estado de Jalisco. (enero de 2019_ Consultada 2022). *Municipios de Jalisco*. <https://www.jalisco.gob.mx/jalisco/municipios>
- IIEG. (diciembre 2019). *Cuquío Diagnóstico Municipal*. Zapopan, Jalisco, México: Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco.
- INEGI. (1973). Carta Geológica escala 1:50000. Aguascalientes, Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. (1974). Carta Edafológica escala 1:50000. Aguascalientes, Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. (1975). Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:50000. . Aguascalientes, , Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

- INEGI. (2021). *Conjunto de datos vectoriales de información topográfica F13d56 escala 1:50 000, 2019*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?t=186&esc=1>
- Rodríguez Gómez, G. (mayo de 2007). *Denominación de origen del tequila: Pugna de poder y la construcción de la especificidad sociocultural del Agave Azul*. Obtenido de Scielo. Nueva Antropología Vol 20 no.67. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-06362007000100007
- SIAP. (2022). *Avance de siembras y cosechas*. O<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

