

Diversidad de especies de agave en San Miguel Tilquiapam, Ocotlán, Oaxaca*

Diversity of agave species from San Miguel Tilquiapam, Ocotlán, Oaxaca

Nitzia Indira León Vázquez¹, Gisela Virginia Campos Ángeles¹, José Raymundo Enríquez-del Valle¹, Vicente Arturo Velasco Velasco¹, Francisco Marini Zúñiga¹ y Gerardo Rodríguez Ortiz^{1§}

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex hacienda de Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca. C. P. 73230. Tel: (951) 5 17 04 44. (ikaro_indira@hotmail.com; jenriquezdelvalle@yahoo.com; vicevel5@hotmail.com; marini@prodigy.net.mx; grodriguezortiz@hotmail.com). [§]Autora para correspondencia: giscampos@hotmail.com).

Resumen

Se evaluó la diversidad de especies de agave y su distribución en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, Ocotlán, en Oaxaca, México, que es uno de los distritos reconocidos por la elaboración de mezcal. Primero, se evaluaron características cuantitativas y cualitativas de las especies de agave. En recorridos de campo se ubicaron sitios de 700 m² en donde se trazaron cinco cuadrantes de 140 m² para evaluar la frecuencia y densidad de especies vegetales. En cada sitio, se tomaron datos de altitud, pendiente, tipo de suelo e identificaron los posibles factores de riesgo para las plantas de agave presentes (presencia de plagas, pastoreo, susceptibilidad por arrastre de suelo y susceptibilidad por corrientes de agua). Se identificaron cinco especies silvestres, *Agave convallis* Trel., *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry, *A. marmorata* Roez., *A. potatorum* y *A. karwinskii*. Las poblaciones de *A. karwinskii* y de *A. potatorum* tuvieron los mayores valores de densidad y frecuencia en rangos altitudinales de 1 600 a 1 648 y de 1 900 a 2 035 msnm, respectivamente. En la zona de estudio se localizaron *Agave convallis* Trel. y *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry que no habían sido reportadas en estudios anteriores.

Palabras clave: *Agave convallis* Trel., *Agave americana*, diversidad de agaves, San Miguel Tilquiapam.

Abstract

It was evaluated the diversity of agave species and distribution in the community of San Miguel Tilquiapam, Ocotlán, Oaxaca, Mexico, which is one of the districts known for mezcal elaboration. First, it was evaluated quantitative and qualitative characteristics of the species of agave. On field trips were located sites of 700 m² and traced five quadrants 140 m² to evaluate the frequency and density of plant species. At each site the data collected was elevation, slope, soil type and identified potential risk factors for agave plants (presence of pests, grazing, soil susceptibility by drag and susceptibility by flowing water). Were identified five wild species, *Agave convallis* Trel., *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry, *A. marmorata* Roez., *A. potatorum* and *A. karwinskii*. Populations of *A. karwinskii* and *A. potatorum* had the highest values of density and altitudinal frequency in ranges of 1 600 to 1 648 and of 1 900 to 2 035 masl, respectively. In the study area was located *Agave convallis* Trel. and *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry that had not been reported in previous studies.

Key words: *Agave convallis* Trel., *Agave americana*, diversity of agave, San Miguel Tilquiapam.

* Recibido: diciembre de 2012
Aceptado: marzo de 2013

Introducción

Las zonas áridas y semiáridas ocupan la mitad de los 1.9 millones de km² del territorio mexicano, y los tipos de vegetación en estas zonas se caracterizan por presentar menor productividad y diversidad florística que las selvas del trópico húmedo y bosques de clima templado frío, aunque son centros de alto endemismo (Challenger, 1998). Por otra parte, la plasticidad de la familia Agavaceae es evidente al estar presente en al menos 75% del territorio mexicano (García-Mendoza, 2007). Dentro de la supuesta diversidad limitada que existe en ecosistemas de zonas áridas, esta familia es particularmente exitosa ya que muestra una serie de adaptaciones morfológicas, reproductivas y ecológicas y algunas de sus especies son importantes en los ecosistemas, principalmente por los abundantes recursos que ofrecen en la época de reproducción (Álvarez de Zayas, 1989).

La riqueza de especies endémicas del género *Agave* en México se debe principalmente a los hábitats tan heterogéneos que presenta el país, los cuales difieren en clima, geología, suelos, topografía, altitud, entre otros factores ambientales. Pero también se debe a las propiedades intrínsecas del género como la plasticidad genética, la tolerancia ecológica, la capacidad de dispersión y germinación de sus semillas y las interacciones bióticas con otros organismos como los polinizadores (García-Mendoza, 2002).

Actualmente se encuentran identificadas las especies de agaves mezcaleros que se usan en México, y particularmente las especies presentes en el estado de Oaxaca, que está dentro de la denominación de origen del mezcal. Pero es importante contribuir al conocimiento más detallado de las especies silvestres que son colectadas sin plan de manejo y son usadas por las comunidades campesinas dedicadas a la elaboración artesanal de mezcal. El objetivo de este estudio fue determinar las especies de agaves silvestres presentes en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, Ocotlán en Oaxaca, su distribución espacial y las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se realizó durante los años 2010 y 2011 en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, que tiene un área de 39.55 km², en el distrito de Ocotlán de Morelos, Oaxaca, entre

Introduction

Arid and semi-arid areas occupy half of the 1.9 million km² of Mexico, and the types of vegetation in these areas are characterized by having low productivity and floristic diversity than humid and tropical forests and cold temperate forests, although are centers of high endemism (Challenger, 1998). Moreover, the plasticity of the Agavaceae family is evident by being present in at least 75% of Mexico (García-Mendoza, 2007). Among the alleged limited diversity that exists in arid ecosystems, this family is particularly successful because it shows a number of morphological, reproductive and ecological adaptations and some species are important in ecosystems, mainly for the abundant resources offered in the breeding season (Álvarez de Zayas, 1989).

The richness of endemic species of the genus *Agave* in Mexico is mainly due to the heterogeneous habitats that the country has, which differ in climate, geology, soils, topography, altitude, and other environmental factors. But also is due to the intrinsic properties of the genus as genetic plasticity, ecological tolerance, dispersal ability and seed germination and biotic interactions with other organisms such as pollinators (García-Mendoza, 2002).

Currently are identified the species of agave mezcal that are used in Mexico and particularly the species in the state of Oaxaca, which are within the denomination of origin of mezcal. But it is important to contribute to more detailed knowledge of wild species that are collected without a management plan and are used by rural communities devoted to the craftsmanship of mezcal. The objective of this study was to determine the species of wild agaves in the community of San Miguel Tilquiapam, Ocotlán in Oaxaca, spatial distribution and environmental conditions under which develop.

Materials and methods

Location

The study was conducted during 2010 and 2011 in the community of San Miguel Tilquiapam, which has an area of 39.55 km², in the district of Ocotlán de Morelos, Oaxaca, entre

los paralelos 16° 43' y 16° 51' de latitud norte y los meridianos 96° 30' y 96° 37' de longitud oeste; a una altitud entre 1 400 y 2 600 m. El clima de la zona ubicada a menor altitud es semiseco semicálido, con rango de temperatura entre 14 a 22 °C, con precipitación de 600 a 800 mm, mientras que en la zona de mayor altura el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano. La vegetación comprende una asociación de pastizal con plantas semidesérticas y chaparral bajo (INEGI, 2008).

Metodología

La investigación se realizó en dos fases: 1) recorridos de campo, en donde mediante un muestreo dirigido a las zonas en donde se encuentran las poblaciones de agave, se ubicaron ocho sitios de 700 m² en los que se colectaron ejemplares vegetales y tomaron datos del sitio; y 2) gabinete (determinación de las especies).

En cada sitio se marcaron cinco cuadrantes de 14 por 10 m, tomando para el análisis de las características de las plantas de Agave una muestra representativa por sitio de 60 individuos de las especies *Agave convallis*, *A. potatorum* Zucc., *A. marmorata* Roehl., y *A. karwinskii* Zucc. En el caso de *Agave karwinskii* forma amatengo se seleccionaron 40 y de *Agave americana* L. sólo 6 individuos, debido a que no se encontraron más individuos de estas especies en los sitios de muestreo. Se analizaron en total 286 individuos adultos (5-10 años), a los cuáles se les midió la altura, (desde la base de la planta hasta la punta de la espina de las hojas más largas); ancho de la copa en la parte media de la planta.

Los campesinos de la localidad que participaron en los recorridos de campo realizaron una estimación de la edad de las plantas de acuerdo al avance de la emergencia del escapo floral. Para registrar la longitud de las hojas se tomó desde su base hasta la espina distal, mientras que el ancho se tomó en la parte media de la hoja. En cada sitio en que se registró la presencia de agaves, se georeferenció mediante un GPS marca Garmin modelo Etrex 30c. Además se registraron la altitud (msnm) y la pendiente del terreno. Durante la fase de gabinete se realizó la identificación botánica de los ejemplares. Para calcular la densidad de las poblaciones se determinó el número de individuos por unidad de área. La densidad relativa se calculó dividiendo el número de individuos de la especie entre el número de individuos de todas las especies y el resultado se multiplicó por 100 (Smith, 2001).

between parallels 16° 43' and 16° 51' N and meridians 96° 30' and 96° 37' W, at an altitude between 1 400 and 2 600 m. The climate of the area located at a lower altitude is semi dry-hot, with temperature range between 14-22 °C, with precipitation of 600-800 mm, while at higher altitude the climate is temperate humid with summer rains. The vegetation comprises an association of grass with semi desert plants and low chaparral (INEGI, 2008).

Methodology

The research was conducted in two phases: 1) field trips, where by a directed sampling to areas where populations of agave are, eight sites were located of 700 m² in which plant specimens were collected and took data from the site; and 2) cabinet (determining the species).

At each site five quadrants were marked of 14 by 10 m, taking for the analysis of the characteristics of Agave plants a representative sample per site of 60 individuals of the species *Agave convallis*, *A. potatorum* Zucc., *A. marmorata* Roehl., and *A. karwinskii* Zucc. In the case of *Agave karwinskii* Amatengo form were selected 40 and of *Agave americana* L. only 6 individuals, because there were no more individuals of these species in the sampling sites. In total were analyzed 286 adult individuals (5-10 years), to which was measured the height (from the base of the plant to the tip of the spine of the longest leaves); crown width in the middle part of the plant.

The farmers of the village who participated in the field trips made an estimate of the age of the plants according to the advancement of emergency of the scape. To record the length of the leaves were measured from the base to the distal spine, whereas the width is measured in the middle of the leaf. At each site was recorded the presence of agaves, it was georeferenciate using a Garmin GPS Etrex model 30c. In addition the altitude (masl) and the slope were recorded. During the cabinet phase was made the botanical identification of the specimens. To calculate population densities determined the number of individuals per unit area. The relative density was calculated by dividing the number of individuals of the species divided by the number of individuals of all species and the result is multiplied by 100 (Smith, 2001).

Análisis de los datos

Con los datos registrados se estructuraron bases de datos en el programa Microsoft Excel, para cada una de las variables cuantitativas evaluadas se calcularon la media, como medida de tendencia central y la desviación estándar, como medida de dispersión. Para analizar las variables cualitativas se utilizaron las claves de Conzatti (1988) y el catálogo de la diversidad de agaves (Espinosa *et al.*, 2002).

Resultados y discusión

La comunidad de San Miguel Tilquiapam presenta ecosistemas frágiles con áreas considerables de terrenos erosionados y sin cubierta vegetal, expuesto a diversos factores erosivos en donde los agaves funcionan como especies de protección y conservación. Se identificaron diferencias marcadas entre la zona sur y la norte de la comunidad. (Cuadro 1). La primera se ubica entre 1 610 y 1 648 msnm, los terrenos son de lomerío con pendientes de 5 a 10% que se usan para actividades agrícolas, aunque algunos terrenos han sido abandonados por su fertilidad reducida o debido a la falta de agua.

Cuadro 1. Características de los sitios en donde crecen los agaves en San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.
Table 1. Characteristics of sites where agave grows in San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Zona	Sitio	ASNM (m)	Pendiente (%)	Tipo de vegetación
Sur	1	1643-1648	8	secundaria sin cultivos
Sur	2	1620 -1629	6-8	secundaria sin cultivos
Sur	3	1643-1648	5	secundaria con 30% SC
Sur	4	1610-1620	6	secundaria con 10% SC
Sur	5	1620-1630	8	Vegetación secundaria sin cultivos
Sur	6	1600-1610	10	Vegetación secundaria sin cultivos
Norte	7	1913-1930	20-25	Bosque de encino, sin cultivos
Norte	8	2004-2035	30	Bosque de encino, sin cultivos

SC= superficie cultivada.

Especies de agave de la comunidad de San Miguel Tilquiapam, Ocotlán

En la comunidad se identificaron cinco especies de agave silvestres y semisilvestre (Cuadro 2), además del maguey espadín (*A. angustifolia* Haw.) que es cultivado. Algunos de ellos son utilizados como cerco vivo para protección y delimitación de los terrenos de cultivo.

En terrenos de San Miguel Tilquiapan se encontraron ejemplares de *Agave convallis* Trel. que León- Vázquez (2009), no localizó en la comunidad vecina, de Santa

Data analysis

With the recorded data were structured databases on the Microsoft Excel program, for each of the quantitative variables were calculated the average assessed, as a measure of central tendency and standard deviation as a measure of dispersion. To analyze qualitative variables were used keys of Conzatti (1988) and the catalog of the diversity of agaves (Espinosa *et al.*, 2002).

Results and discussion

The community of San Miguel Tilquiapam has a fragile ecosystem with significant areas of eroded land and without vegetative cover, exposed to various factors of erosion where agaves work as species of protection and conservation. Were identified marked differences between the south and north areas of the community (Table 1). The first is located between 1 610 and 1 648 masl, the land is hilly with slopes of 5-10% that are used for agricultural activities, although some areas have been abandoned by their reduced fertility or due to lack of water.

Agave species of the community of San Miguel Tilquiapam, Ocotlán

In the community were identified five species of wild and semi-wild agave (Table 2), and sprat agave (*A. angustifolia* Haw.) that is cultivated. Some of them are used as hedge for protection and demarcation of agricultural land.

In San Miguel Tilquiapan were found specimens of *Agave convallis* Trel. that León-Vázquez (2009), did not locate in the neighboring community of Santa Catarina Minas were recorded the presence of wild *Agave americana* L. var.

Catarina Minas en si registró la presencia silvestre de *Agave americana* L. var. *oaxacensis* Gentry y un ecotipo de *A. karwinskii* denominado “maguey tripón” que no se localizaron en la zona de este estudio, aunque ambas comunidades pertenecen al distrito de Ocotlán.

Con éstos resultados se tiene el registro de una especie más para este distrito de Ocotlán, pues además de las registradas por León- Vázquez (2009), para la comunidad de Santa Catarina Minas, *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry, *A. marmorata* Roezl., *A. karwinskii*, *A. potatorum*, son un total de seis especies incluyendo al *Agave angustifolia*. Del *A. karwinskii* se distinguieron dos variantes, *A. karwinskii* forma amatengo y un ecotipo denominado “maguey tripón” por los habitantes de la localidad Este reporte para el distrito de Ocotlán, incluye dos especies más que las cuatro especies (*A. marmorata* Roezl., *A. karwinskii*, *A. potatorum* y *A. angustifolia*) reportadas por Torres-Colín, citado por García-Mendoza *et al.* (2004).

Características morfológicas de los agaves existentes en San Miguel Tilquiapam

En cuanto a las características de las hojas (Cuadro 3) las especies que presentaron una mayor variación en longitud de la hoja fueron *Agave potatorum* Zucc. (maguey tobalá), *Agave karwinskii* Zucc. (maguey largo) y *Agave convallis* Trel. (maguey Jabalí). En la característica del ancho de la hoja fueron el *Agave karwinskii* forma amatengo, *Agave potatorum* Zucc. y *Agave karwinskii* Zucc., mientras que el *A. potatorum* y *A. marmorata* presentaron la mayor variación en el espacio entre espinas. El *A. marmorata* presentó mayor densidad de espinas en el borde de las hojas, por lo que se tomó el espacio que existe entre éstas.

Cuadro 3. Características cuantitativas de las hojas de las especies de agave en San Miguel Tilquiapam, Ocotlán. Table 3. Quantitative characteristics of leaves from Agave species in San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Especie (nombre regional)	NI	Largo (cm)	Ancho (cm)	EED (cm)	ND
<i>A. karwinskii</i> Zucc. (M. largo)	60	43.62 ± 10.78 ^y	4.97 ± 1.24	1.40 ± 0.68	23 ± 6
<i>A. karwinskii</i> , forma amatengo (M. barril)	40	57.13 ± 5.13	6.77 ± 1.30	1.63 ± 0.80	31 ± 14
<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	60	31.92 ± 10.78	9.91 ± 1.90	2.15 ± 1.30	12 ± 4
<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	60	142 ± 31	32.3 ± 2.3	1.5 ± 1.05	45 ± 10
<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	6	38.47 ± 9.36	7.11 ± 0.66	1.16 ± 0.52	24 ± 5
<i>Agave convallis</i> Trel. (maguey jabalí)	60	41.48 ± 12.25	6.8 ± 1.09	1.60 ± 0.80	20 ± 6

EED= espacio entre dientes (espinas laterales). ND= número de dientes. ^y $\bar{X} \pm Sx$ = valor de la media más - menos el valor de la desviación estándar.

oaxacensis Gentry and an ecotype of *A. karwinskii* called "maguey Tripon" that is not located in the area of this study, although both communities belong to the district of Ocotlan.

Cuadro 2. Especies de Agave en San Miguel Tilquiapam, Ocotlán. Table 2. Species of Agave in San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Nombre común	Nombre científico
Maguey largo	<i>Agave karwinskii</i> Zucc.
Maguey barril	<i>Agave karwinskii</i> forma amatengo
Maguey tobalá	<i>Agavepotatorum</i> Zucc.
Maguey becuela	<i>Agave marmorata</i> Roezl.
Maguey coyote	<i>Agave americana</i> L.
Maguey jabalí	<i>Agave convallis</i> Trel.

With these results, there is registered one more species for this district of Ocotlan, as well as those reported by León-Vázquez (2009) for the community of Santa Catarina Minas, *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry, *A. marmorata* Roezl., *A. karwinskii*, *A. potatorum* are a total of six species including *Agave angustifolia*. From *A. karwinskii* are distinguished two variants, *A. karwinskii* Amatengo form and an ecotype called "maguey Tripon" by the locals. This report for the District of Ocotlan, includes two more species than the four species (*A. marmorata* Roezl., *A. karwinskii*, *A. potatorum* and *A. angustifolia*) reported by Torres-Colin, cited by García-Mendoza *et al.* (2004).

Morphological characteristics of existing agaves in San Miguel Tilquiapam

Regarding the characteristics of the leaves (Table 3) the species with a greater variation in length of the leaf were *Agave potatorum* Zucc. (Maguey Tobalá),

En el *A. karwinskii* sus hojas mostraron gran variación en la longitud de la espina terminal, con valores desde 1.81 cm a 3.49 cm en longitud, en general el ancho de la hoja de todas las especies tuvo una variación que va de 0.5 cm a 1 cm (Cuadro 4). De acuerdo con los resultados obtenidos la especie *A. karwinskii* fue la que presentó mayor variación en todas las características cuantitativas evaluadas.

Agave karwinskii Zucc. (Maguey largo) and *Agave convallis* Trel. (Maguey Jabalí). In the characteristic of width of the leaf was *Agave karwinskii* Amatengo form, *Agave potatorum* Zucc. and *Agave karwinskii* Zucc. while *A. potatorum* and *A. marmorata* showed the greatest variation in the space between spines. *A. marmorata* showed greater density of spines on the edge of the leaves, so it was measured the space between them.

Cuadro 4. Características cuantitativas de la espina terminal en hojas de las especies de agave San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Table 4. Quantitative characteristics of terminal spine in leaves of agave species from San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Especie	Núm. de individuos	Largo (cm)	Ancho (mm)
<i>Agave karwinskii</i> Zucc. (maguey largo)	60	2.65 ± 0.84 ^y	5 ± 1
<i>Agave karwinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	40	2.80 ± 0.52	4 ± 0.4
<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	60	3.11 ± 0.40	5 ± 0.8
<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	60	3.5 ± 0.47	4 ± 1
<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	6	3.15 ± 0.40	6 ± 1
<i>Agave convallis</i> Trel. (maguey jabalí)	60	2.82 ± 0.50	4 ± 0.5

^y $\bar{X} \pm Sx$ = valor de la media más - menos el valor de la desviación estándar.

Distribución de las especies de Agave en San Miguel Tilquiapam

Las poblaciones de *A. karwinskii* se encontraron en mayores densidades (Cuadro 5) en los sitios ubicados entre 1 600 msnm y 1 648 msnm, en donde ocupan de 88% a 90% de la extensión. En el cerro del Gavilán a una altitud que va de los 1 900 a los 2 035 msnm la densidad mayor es para *A. potatorum* ocupando de 77% a 82% de la superficie. Comparando los valores de densidad con los valores registrados por Martínez- Salvador *et al.* (2004), para *Agave salmiana* ssp. *Crassispina* en el Altiplano Potosino - Zacatecano, los valores de densidad en los cuadrantes fueron mayores ya que se contabilizaron desde 167 hasta 1 837 magueyes por ha⁻¹, esto puede deberse a que no son las mismas especies por lo tanto no tienen el mismo hábito de crecimiento. El *A. karwinskii* forma colonias rizomatozas, es caulescente (forma un tallo) y se pueden encontrar magueyes desde un año hasta más de siete años en un mismo sitio.

Las especies más frecuentemente encontradas fueron, el maguey "largo" (*A. karwinskii*), seguido del maguey "jabalí" (*A. convallis*) y "becuela" (*A. marmorata*); por último, en sitios que se ubican desde los 1 400 a los 1 600 msnm, se encontraron el maguey "tobalá" (*A. potatorum*) y "coyote" (*A. americana*) (Cuadro 6). En los terrenos de propiedad comunal, alejadas de las zonas habitadas, en cerros con altura desde 1 700 a 2 000 msnm, las especies más frecuentes

In *A. karwinskii* leaves showed considerable variation in the length of the terminal spine with values from 1.81 cm to 3.49 cm in length, overall width of the leaf of all species had a variation ranging from 0.5 cm to 1 cm (Table 4). According to the results the species *A. karwinskii* was the one with greater variation in all quantitative characteristics evaluated.

Distribution of Agave species in San Miguel Tilquiapam

Had close values of density and frequency, sharing environments with similar characteristics and can be said that there is no competition since the use of resources such as solar radiation, nutrients, water, space, etc. (Grime, 1982).

In the northern area *A. potatorum* and *A. marmorata* show a similar situation to that described above, since are sharing the same site, although *A. marmorata* can be in ranges of height of 1 600 to 2000 masl but its optimal condition are 1 640 to 1 900 masl. Based on the above it is possible to note that the altitude above sea level, that influences temperature, rainfall and wind speed is a determining factor for the type of vegetation and the distribution of species (Krebs, 1985).

Espinosa *et al.* (2002) mention that in the state of Oaxaca, *Agave karwinskii* is located at 1 780 masl, *Agave karwinskii* Amatengo form at 1 510 masl, *Agave potatorum* at 1910 masl, *Agave marmorata* at 1 760 masl, *Agave americana* at

fueron el “tobalá” (*A. potatorum*) seguidos del “becuela” (*A. marmorata*) y por último a una altura menor a 1 900 msnm se encuentran los magueyes largos.

1 560 masl and *Agave convallis* at 1 750 masl. The results of this study complement previous studies since it determines higher range of altitudinal distribution for each species.

Cuadro 5. Valor de la densidad por sitio de las especies de agave en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.
Table 5. Value site density agave species in the community of San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Sitio (msnm)	Especie	Densidad en 700 m ²	Densidad relativa (%)
1 1643-1648	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	400	88.30
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	51	11.25
	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	2	0.44
2 1620-1629	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	1055	94.19
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	42	3.75
	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	2	0.17
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	2	0.17
	<i>Agave karwiinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	19	1.69
3 1643-1648	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	485	89.98
	<i>Agave convallis</i> Trel. (maguey jabalí)	51	9.46
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	3	0.55
4 1610-1620	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	327	90.08
	<i>Agave convallis</i> (maguey jabalí)	36	9.92
5 1620-1630	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	119	46.30
	<i>Agave convallis</i> (maguey jabalí)	135	52.52
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	3	1.17
6 1600-1610	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	175	88.83
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	1	0.50
	<i>Agave karwiinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	21	10.65
7	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	70	82.35

Cuadro 6. Valor de la frecuencia por sitio de las especies de agave en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.
Table 6. Frequency value for site agave species in the community of San Miguel Tilquiapam, Ocotlán.

Sitio (msnm)	Especie	Densidad en 700 m ²	Densidad relativa (%)
1 1643-1648	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	400	88.30
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	51	11.25
	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	2	0.44
2 1620-1629	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	1055	94.19
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	42	3.75
	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	2	0.17
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	2	0.17
	<i>Agave karwiinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	19	1.69
3 1643-1648	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	485	89.98
	<i>Agave convallis</i> Trel. (maguey jabalí)	51	9.46
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	3	0.55
4 1610-1620	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	327	90.08
	<i>Agave convallis</i> (maguey jabalí)	36	9.92

Cuadro 6. Valor de la frecuencia por sitio de las especies de agave en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, Ocotlán (Continuación).**Table 6. Frequency value for site agave species in the community of San Miguel Tilquiapam, Ocotlán (Continuation).**

Sitio (msnm)	Especie	Densidad en 700 m ²	Densidad relativa (%)
5 1620-1630	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	119	46.30
	<i>Agave convallis</i> (maguey jabalí)	135	52.52
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	3	1.17
6 1600-1610	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	175	88.83
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	1	0.50
	<i>Agave karwiinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	21	10.65
7 1913-1930	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	70	82.35
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	12	14.11
	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	3	3.52
8 2004-2035	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	58	77.33
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	5	6.66
	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	12	16
1 1643-1648	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	400	88.30
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	51	11.25
	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	2	0.44
2 1620-1629	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	1055	94.19
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	42	3.75
	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	2	0.17
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	2	0.17
	<i>Agave karwiinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	19	1.69
3 1643-1648	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	485	89.98
	<i>Agave convallis</i> Trel. (maguey jabalí)	51	9.46
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	3	0.55
4 1610-1620	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	327	90.08
	<i>Agave convallis</i> (maguey jabalí)	36	9.92
5 1620-1630	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	119	46.30
	<i>Agave convallis</i> (maguey jabalí)	135	52.52
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	3	1.17
6 1600-1610	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	175	88.83
	<i>Agave americana</i> L. (maguey coyote)	1	0.50
	<i>Agave karwiinskii</i> , forma amatengo (maguey barril)	21	10.65
7 1913-1930	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	70	82.35
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	12	14.11
	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	3	3.52
8 2004-2035	<i>Agave potatorum</i> Zucc. (maguey tobalá)	58	77.33
	<i>Agave marmorata</i> Roezl. (maguey becuela)	5	6.66
	<i>Agave karwiinskii</i> Zucc. (maguey largo)	12	16

Las especies *A. marmorata* y *A. karwinskii*, así como el ecotipo de *A. karwinskii* forma amatengo tuvieron valores cercanos de densidad y frecuencia, compartiendo ambientes con características similares y se puede decir que no existe ningún tipo de competencia ya que por el uso de recursos tales como la radiación solar, nutrientes, agua, espacio, etc. (Grime, 1982).

En la zona norte *A. potatorum* y *A. marmorata* presentan una situación similar a la descrita anteriormente ya que se encontraron compartiendo el mismo sitio, aunque *A. marmorata* puede estar en rangos de altura de 1 600 a 2 000 msnm sus condiciones óptimas están de 1 640 a 1 900 msnm. Con base en lo anterior es posible señalar que la altitud sobre el nivel del mar, que influye en la temperatura, precipitación pluvial y velocidad de viento, es un factor determinante para el tipo de vegetación y la distribución de las especies (Krebs, 1985).

Espinosa *et al.* (2002) mencionan que en el estado de Oaxaca, *Agave karwinskii* se encuentra a los 1 780 msnm, *Agave karwinskii* forma amatengo a los 1 510 msnm, *Agave potatorum* a los 1 910 msnm, *Agave marmorata* a los 1 760 msnm, *Agave americana* a los 1 560 msnm y *Agave convallis* a los 1 750 msnm. Los resultados del presente trabajo se complementan a los anteriores pues se determina mayor rango de distribución altitudinal para cada especie.

León-Vázquez (2009), en la comunidad de Santa Catarina Minas, registró rangos de altitud similares y menciona que al *A. karwinskii*, se le encuentra a pie de monte, tanto los individuos de hábito silvestre como los utilizadas como cerco, y al *Agave marmorata* (maguey becuela), *Agave potatorum* Zucc. (maguey tobala), *Agave americana* L. (maguey coyote), se les encuentran a una mayor altura sobre el nivel del mar (asnm) desde los 1 500 hasta los 2 000 m y se ubican en laderas. Lo que concuerda con lo observado en este estudio, sin embargo en la comunidad de San Miguel Tilquiapam, el *A. potatorum* se encontró formando parte de la vegetación silvestre con menor grado de perturbación y *A. karwinskii* se encontró en tipo de vegetación secundaria de matorral.

En comunidades del distrito de Ocotlán, la fabricación de mezcal es una actividad productiva en la que se colectan plantas maduras de Agave, que hayan llegado a su etapa reproductiva e inicien el desarrollo de la inflorescencia. El *A. angustifolia* cultivado tarda de seis a nueve años para llegar a su madurez y cuando esto ocurre el campesino impide cortando (capar) la inflorescencia desde sus primeras etapas el desarrollo. Esta práctica de capar estimula que la

León-Vázquez (2009), in the community of Santa Catarina Minas, recorded similar altitude ranges and mentions that *A. karwinskii*, is situated at the foot of mount, both wild individuals as the used as hedge, and *Agave marmorata* (maguey becuela), *Agave potatorum* Zucc. (Maguey Tobala), *Agave americana* L. (Maguey coyote), are found at a greater height above sea level (asl) from 1 500 up to 2 000 m and are located on hillsides. This is consistent with what was observed in this study, but in the community of San Miguel Tilquiapam, *A. potatorum* was found forming part of the wild vegetation with a lower degree of disturbance and *A. karwinskii* was found in secondary vegetation type of scrub.

In communities from the district of Ocotlan, the elaboration of mezcal is a productive activity in which mature plants of Agave are harvested, which has reached its reproductive stage and initiates the development of inflorescence. *A. angustifolia* takes six to nine years to reach maturity and when this happens the farmer keeps from cutting (castrate) the inflorescence from its early development stages. This practice of castrating stimulates the plant to build up in the piña higher amounts of sugar, which is harvested from three to six months after their gelding (Antonio and Ramírez, 2008).

There is no data published on the time it take wild species of agave to reach their sexual reproductive stage, therefore it is recommended that its use be complemented by planting programs that encourage conservation of these species, encouraging the cultivation of more than one kind because today the species that is predominantly asexually propagated and cultivated is sprat *A. angustifolia*. The above would allow reducing the impacts on soil (García - Herrera *et al.*, 2010). In order to have this type of use is necessary to know the condition of agave populations that exist in the community.

Conclusions

In total were found five species of wild and semi-wild Agave: *Agave karwinskii* Zucc. (maguey largo), *A. potatorum* Zucc. (maguey Tobala), *A. marmorata* Roehl. (maguey becuela), *A. americana* L. (maguey coyote) and *A. convallis* Trel. (maguey jabali). From *A. karwinskii* was found an ecotype “Amatengo form” (maguey barril).

planta acumule en la piña mayor cantidad de azúcares, la que se cosecha de tres a seis meses posteriores a su capado (Antonio y Ramírez, 2008).

No hay datos publicados sobre el tiempo que tardan las especies silvestres de agave en llegar a su etapa de reproducción sexual, por lo tanto es recomendable que su aprovechamiento se complemente con programas de plantación que propicien la conservación estas especies, motivando el cultivo de más de una especie ya que en la actualidad la especie que es predominantemente propagada asexualmente y cultivada es el espadín *A. angustifolia*. Lo anterior también permitiría disminuir los impactos sobre el suelo (García-Herrera *et al.*, 2010). Para poder tener este tipo de aprovechamiento es necesario conocer cuál es la condición de las poblaciones de agave que existen en la comunidad.

Conclusiones

En total se localizaron cinco especies de *Agave* silvestres y semisilvestre: *Agave karwinskii* Zucc. (maguey largo), *A. potatorum* Zucc. (maguey tobalá), *A. marmorata* Roez. (maguey becuela), *A. americana* L. (maguey coyote) y *A. convallis* Trel. (maguey jabalí). Del *A. karwinskii* se encontró el ecotipo “forma amatengo” (maguey barril).

El *A. karwinskii* fue el que presentó mayor variación en la mayoría de las variables dentro y entre los sitios, aunque fueron más notorias entre sitios, siendo la diferencia más notable el tamaño de la planta entre los sitios y más homogénea dentro de cada sitio.

La altitud sobre el nivel del mar es uno de los factores más importantes que influyen en la distribución de las especies de agave.

En la zona de estudio se encontraron *Agave americana* L. (maguey coyote) y *Agave convallis* Trel. (maguey jabalí) que no habían sido reportadas para la zona.

Literatura citada

Aguirre, C.; Charcas, J. y Flores, J. 2001. El maguey mezcalero potosino. Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Gobierno del estado de San Luis Potosí, Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 82 pp.

A. karwinskii had the highest variation in most variables within and between sites, but were more notorious between sites, being the most notable difference the size of the plant between sites and more homogeneous within each site.

The altitude above sea level is one of the most important factors that influence the distribution of species of agave.

In the study area were found *Agave americana* L. (maguey coyote) and *Agave convallis* Trel. (maguey jabalí) that had not been reported in the area.

End of the English version



- Álvarez de Zayas, A. 1989. Distribución geográfica y posible origen de las Agavaceas. La Habana, Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional. 10(3):25-36.
- Antonio, B. J. y Ramírez, J. J. 2008. Agricultura y pluriactividad de los pequeños productores de agave en la región del mezcal, Oaxaca, México. Agric. Téc. Méx. 4(34):443-451.
- Arzate, K. M. 2009. Distribución de cinco especies de *Agave* y su relación con algunos parámetros ambientales en Metztlán, Hidalgo. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 92 pp.
- Bautista, F.; Delfin, H.; Palacio, J. L. y Delgado, M. del C. 2004. Técnicas de muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Instituto Nacional de Ecología. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 507 pp.
- Begon, M.; Harper, J. L. and Townsend, C. R. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell science, Oxford. 1068 pp.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Agrupación Sierra Madre S. C., México. 847 pp.
- Eguiarte, F. y González, A. 2007. De genes y magueyes estudio y conservación de los recursos genéticos del tequila y el mezcal. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Distrito Federal, México. Ciencias 87:28-35.
- Espinosa, H.; Arredondo, C.; Cano, A. M. y Canseco, V. F. 2002. La materia prima para producir el mezcal oaxaqueño. Catálogo de la diversidad de agaves. INIFAP. SAGARPA. Folleto técnico Núm. 8. Oaxaca. 68 pp.
- García-Herrera, E. J.; Méndez-Gallegos, S. de J. y Talavera-Magaña, D. 2010. El género *Agave* spp. en México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Texcoco, Estado de México. Rev. Salud Pùb. Nut. 1(5):109-129.
- García-Mendoza, A. 1998. Con sabor a maguey. Guía de la colección nacional de Agavaceas y Nolinaceas del Jardín Botánico del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 114 pp.
- García-Mendoza, A. 2002. Distribution of *Agave* (Agavaceae) in México. México. Cactus and Succulent Journal. 74:177-186.
- García-Mendoza, A. J.; Ordóñez, M. J. y Briones, S. M. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Ed. Redacta, S. A. de C. V. México. 605 pp.

- Granados, D. 1993. Los agaves de México. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 252 pp.
- Grime, J. P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Ed. Limusa. México, D. F. 291 pp.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI). 2008. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Miguel Tilquiapam, Oaxaca. Clave geoestadística 20284.
- Krebs, Ch. J. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. 2ª Ed. Harla. México. 753 pp.
- León-Vázquez, N. 2009. Descripción de las especies de agave mezcalero utilizadas en Santa Catarina Minas, Ocotlán. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). 88 pp.
- Martínez-Salvador M.; Alarcón, M. P.; Juárez, O.A. y Valdez, R. D. 2004. Atributos ecológicos de las comunidades vegetales en las que habita el "maguey verde" (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick ssp. *crassispina* (Trel) Gentry) en el sureste de Zacatecas, México. Memorias. IV Simposio Internacional Sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. UACH-UNISON. Delicias, Chihuahua. 12-22 pp.
- Smith, R. L. 2001. Ecología. 4ª edición. Adison Wesley. Pearson Educación. S. A. Madrid. 664 p.
- Torres- Colín, R. Tipos de vegetación. In: García-Mendoza, A. J.; Ordóñez, M. J. y Briones, S. M. (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. REDACTA, S. A. de C. V. México. 105-109.