



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE AGRONOMÍA



DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE CABUCHES EN

***Ferocactus pilosus* (GALEOTTI)**

Por:

Carolina del Rocío Martínez Rosales

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniera Agroecóloga

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P

Junio de 2011



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

FACULTAD DE AGRONOMÍA



DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE CABUCHES EN

***Ferocactus pilosus* (GALEOTTI)**

Por:

Carolina del Rocío Martínez Rosales

Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de

Ingeniera Agroecóloga

Asesores:

M.C. José Carmen Soria Colunga
M.C. Andrés Delgadillo Pasquali
Dr. Hugo Magdaleno Ramírez Tobías

Asesor externo

Ing. Francisco René Sánchez Barra

El trabajo titulado **“DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE CABUCHES EN *Ferocactus pilosus* (GALEOTTI)”** fue realizado por: Carolina Del Rocio Martinez Rosales como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniera Agroecóloga” y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

M.C. José Carmen Soria Colunga

Asesor

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JCS', written over a horizontal line.

M.C. Andrés Delgadillo Pasquali

Asesor

A complex handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

Dr. Hugo Magdaleno Ramírez Tobias

Asesor

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'HMR', written over a horizontal line.

Ejido Palma de Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 24 días del mes de mayo de 2011.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Por estar siempre conmigo para apoyarme y brindarme su amor a lo largo de mi vida.

A MI HERMANA

Por acompañarme a lo largo de esta vida y por compartir conmigo su amor y el de nuestros padres, gracias Mónica.

A MIS FAMILIARES

Por el apoyo a lo largo de mi vida, su amor y enseñanzas. A mi abuelo Juan Manuel Rosales, por su ayuda a lo largo del tiempo.

A MI ASESOR PRINCIPAL, MAESTRO Y AMIGO

M.C. José C. Soria C. por la confianza, apoyo, enseñanzas, amistad y buenos momentos a lo largo de esta etapa universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por la oportunidad del día a día.

A MIS PADRES

Por la educación y principios dados a lo largo de mi vida, por el apoyo y compañía en todo lo que me he propuesto y por el amor que me han regalado siempre.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Por la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura y por las experiencias vividas.

A MIS MAESTROS

A MIS ASESORES

M.C. José Carmen Soria Colunga, M.C. Andrés Delgadillo Pasquali y Dr. Hugo Magdaleno Ramírez Tobías, por su apoyo, paciencia, enseñanzas y aportaciones durante la realización de este trabajo.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Que compartieron a lo largo de este tiempo los momentos del día a día dentro y fuera de la facultad, los cuales han enriquecido mi vida universitaria.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis.....	2
Objetivo.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Las Zonas Áridas y Semiáridas.....	3
Flora de Zonas Áridas.....	3
Las Cactáceas.....	5
Usos de Las Cactáceas.....	5
El Género <i>Ferocactus</i>	6
La Especie <i>F. Pilosus</i> , Distribución y Situación.....	7
Los Cabuches de <i>F. pilosus</i>	9
Sistemas de Captación de Agua en <i>Opuntia spp.</i>	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Localización del Área de Estudio.....	10
Obtención del Material Vegetal.....	10
Labores Culturales.....	10
Tratamientos.....	11
Muestreo.....	12
Variables Evaluadas.....	14
Análisis de Datos.....	14

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
Efecto de los Tratamientos	15
Análisis de Varianza y Prueba de Comparación de Medias de Tukey.....	15
Diámetro.....	15
Altura.....	16
Producción de cabuches	17
Prueba de t.....	19
Diámetro.....	19
Altura.....	20
Producción de cabuches	21
Número de Costillas.....	23
Asociación de Variables.....	23
Plagas y Enfermedades.....	25
Reproducción	26
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES	28
LITERATURA CITADA.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Valores de reacción del suelo y carbonatos en los sustratos de cada uno de los tratamientos.....	12
2	Incremento en altura, diámetro y producción de cabuches durante el periodo comprendido entre los años 2006 y 2010	15
3	Prueba de t para tratamientos de cuenca elevada con sustrato normal (T2) y cuenca elevada con CaCO ₃ (T4).	19
4	Número de costillas después de 10 años de crecimiento de las biznagas.....	23
5	Correlaciones entre variables indicadoras de crecimiento y producción en cada tratamiento.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Tratamientos bajo los cuales se establecieron las biznagas de <i>F. pilosus</i>	11
2	Mediciones del crecimiento de las biznagas, (a) altura (b) diámetro.....	13
3	Corte de cabuches.	13
4	Incremento en el diámetro de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos con un sustrato sin ningún tipo de mezcla. Cada símbolo representa la media de 21(T1), 2 (T2) y 11 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.	16
5	Incremento en la altura de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos con un sustrato sin ningún tipo de mezcla. Cada símbolo representa la media de 21(T1), 2 (T2) y 11 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.	17
6	Producción de cabuches durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos con un sustrato sin ningún tipo mezcla. Cada símbolo representa la media de 21(T1), 2 (T2) y 11 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.....	18
7	Incremento en el diámetro de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos elevados con y sin mezcla de sustrato (T2 y T4 respectivamente). Cada símbolo representa la media de 2 (T2) y 3 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.	20
8	Incremento en la altura de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos elevados con y sin mezcla de sustrato (T2 y T4 respectivamente). Cada símbolo representa la media de 2 (T2) y 3 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.....	21

9	Producción de cabuches durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos elevados con y sin mezcla de sustrato (T2 y T4 respectivamente). Cada símbolo representa la media de 2 (T2) y 3 (T3) y la barra vertical indica el error estándar... ..	22
10	Entomofauna asociada a la biznaga cabuchera (a) chinche gris (b) hormigas negras.	25
11	Secreciones de la biznaga cabuchera.	25

RESUMEN

Las zonas áridas y semiáridas de México poseen una gran cantidad de recursos naturales, los cuales son aprovechados por sus habitantes y la familia de las cactáceas no está exenta. Los botones florales de la biznaga roja (*Ferocactus pilosus*) “cabuches”, son consumidos regionalmente en el altiplano potosino durante la época de cuaresma e incluso son industrializados. La extracción con fines ornamentales de esta biznaga y la recolecta de cabuches en poblaciones naturales ha provocado que la especie se encuentre protegida. Sin embargo, no existe suficiente información sobre el desarrollo de esta especie. El objetivo de este trabajo fue determinar bajo qué condiciones de captación de agua y sustrato la biznaga cabuchera (*F. pilosus*) presenta un mayor crecimiento y producción de cabuches. Se establecieron cuatro tratamientos: con y sin microcuenca, además de sin mezcla del sustrato y con una mezcla de CaCO_3 . El muestreo fue realizado del año 2006 al 2010 y la producción fue evaluada durante los meses en que se presentaron los botones florales. Se realizó un ANAVA, prueba de comparación de medias Tukey (T1, T2 y T3) y una prueba de t (T2 y T4) además de un análisis de correlación entre variables. Las biznagas establecidas bajo el tratamiento con condiciones de cuenca elevada, sin ninguna mezcla en su sustrato (con valores promedio de pH: 7.29 y de 1 % de carbonatos), con 2 individuos y bajo el tratamiento de condición de cuenca elevada y con una mezcla de CaCO_3 (con valores promedio de pH: 7.53 y de 5 % de carbonatos) y con 3 individuos resultaron significativamente iguales por lo que ambos presentaron mayor crecimiento en diámetro y altura, un mayor número de costillas a los 10 años y una mayor producción de cabuches, el tiempo de aparición de botones florales fue de los meses de febrero a abril. Durante el trabajo se encontraron insectos asociados a la biznaga colorada pertenecientes a las familias Hemíptera e Himenóptera cuya interacción aún no está descrita, además de una secreción azucarada no referenciada. Por lo que es conveniente un seguimiento al desarrollo de esta biznaga.

SUMMARY

The arid and semiarid regions of Mexico have a lot of natural resources, which are used by its inhabitants and the cactus family is not exempt. Flower buds of red barrel cactus (*Ferocactus pilosus*) "cabuches" are consumed regionally in the highlands of San Luis during the season of Lent, and even are industrialized. The removal for ornamental purposes and the status biznaga cabuches in natural populations has led to the species under protected. However, there is insufficient information on the development of this species. The objective of this study was to determine under what conditions water uptake and substrates of the biznaga cabuchera (*F. pilosus*) showing greater growth and cabuches production. Four treatments were evaluated: with and without micro basin, along with no mixing of the substrate and with a mixture of CaCO_3 . Sampling was conducted from 2006 to 2010 and production was evaluated during the months when the flower buds appeared. ANOVA was performed, test Tukey mean comparison (T1, T2 y T3) and a t test (T2 y T4) and correlation analysis between variables. The biznagas established under treatment with watershed without any mixture as a substrate (with average values of pH: 7.29 and 1% carbonate), with 2 individuals and under the treatment of high watershed condition and with a mixture of CaCO_3 (with average values of pH: 7.53 and 5% carbonate) and 3 individuals were significantly equal at both showed greater growth in diameter and height, a greater number of ribs at 10 years and greater production of cabuches, time of appearance of floral buds was from February to April. While working insects were found associated with red barrel cactus belonging to the Hemiptera and Hymenoptera families whose interaction is not yet described, plus a honeydew unreferenced. So it is convenient monitoring the development of this biznaga.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas ocupan aproximadamente el 56% de la superficie total de México (CONABIO, 1998). La variedad de recursos naturales presentes en estas zonas, representan para sus pobladores una forma de vida, pues los aprovechan de forma directa o a través de sus productos derivados (Alanís y Velazco, 2008). La familia Cactaceae destaca en estas zonas debido a la gran cantidad de géneros, con más o menos 1500 especies (Hernández, 2006).

La especie *Ferocactus pilosus* (Galeotti ex Salm-Dyck), también llamada Biznaga colorada o cabuchera es un recurso natural de las zonas áridas, sus individuos presentan tallos columnares que pueden medir hasta 3 m de altura, con espinas rojas o amarillas, flores pequeñas de unos 4 cm de longitud, amarillas o rojas y frutos ovoides amarillos con paredes carnosas y suculentas. Esta especie pertenece a la familia Cactaceae y se distribuye en los estados del Norte del altiplano: Zacatecas, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nuevo León (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991), además del estado de Coahuila (Hernández y Godínez, 1994). En la actualidad *F. pilosus* se encuentra bajo la categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010). La disminución de sus poblaciones, principalmente se debe a factores tales como el cambio de uso de suelo, la extracción con fines ornamentales y la limitación de su propagación sexual debido al uso de sus botones florales como un alimento regional llamado “cabuche” (Arredondo et al., 2007), a través de su recolecta en las poblaciones naturales.

Existe poca información sobre esta especie y su manejo con fines de aprovechamiento racional, pues si bien, se dice que crece sobre suelos de origen calcáreo (Arredondo et al., 2007), y que sus botones florales son recolectados para su posterior comercialización como verdura o son procesados de alguna forma y envasados por los pobladores de las regiones áridas y semiáridas del país (Hernández, 2006); no se encuentran definidas las condiciones de establecimiento y manejo, bajo las cuales esta especie se desarrolle y alcance un buen rendimiento. Sin embargo, en el caso de *Opuntia spp.*, los sistemas de captación de agua han propiciado su desarrollo y rendimientos óptimos (García, s/f). Por lo que con el presente trabajo se pretenden describir estas condiciones y el rendimiento de las biznagas bajo las mismas.

Hipótesis

El crecimiento y producción de cabuches de *F. pilosus* está relacionado con las condiciones edáficas sobre las cuales se desarrolle así como las condiciones para la captación de agua proporcionadas en el sitio de establecimiento de la especie.

Objetivos

Evaluar el crecimiento de la biznaga cabuchera bajo diferentes condiciones edáficas y de captación de agua.

Evaluar la producción de botones florales (cabuches) en la biznaga cabuchera.

Describir aspectos relacionados con el establecimiento de la biznaga cabuchera, tales como época de floración e insectos asociados a ésta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las Zonas Áridas y Semiáridas

El Trópico de Cáncer marca en forma aproximada la franja de transición entre el clima árido y el semiárido que se presenta hacia el norte, y el clima húmedo y semihúmedo influido hacia el sur. Es muy probable que, de no contar con un litoral tan extenso y de no reducirse tanto la anchura del continente en las latitudes de México, la extensión de sus zonas áridas y el grado de aridez fueran mayores. Por su humedad, 56% del territorio nacional corresponde a zonas muy áridas, áridas y semiáridas que dominan el norte y las áreas del centro del país (CONABIO, 1998).

A pesar de las difíciles condiciones en las que se desarrolla el desierto, éste no ha quedado exento de la actividad del hombre y sus zonas áridas y semiáridas, que ofrecen una cantidad de recursos con potencial de aprovechamiento para el hombre. Que desde tiempos remotos ha habitado estas regiones y que a través de la observación y la experimentación ha obtenido un amplio conocimiento, no solo de las especies presentes en él, sino de cómo cada elemento presente en la región podría proporcionar alimento, medicina, abrigo y/o herramientas de uso cotidiano (Hernández, 2006).

En las zonas áridas y semiáridas de México se encuentran una gran variedad de recursos naturales, de los cuales destacan las cactáceas, las cuales deben valorarse y conservarse. Pues algunos son aprovechados de forma directa o de sus productos derivados, tales como dulces (*Echinocactus platyacanthus*, *Ferocactus histrix*) bebidas y conservas. Además de algunas poseen un alto valor étnico, como el peyote (*Lophophora williamsii*) aprovechado por grupos de las culturas del desierto (Alanís y Velasco, 2008).

Flora de Zonas Áridas

En las zonas áridas y semiáridas de México existen varias familias de plantas que se adaptaron a estas condiciones a través de la succulencia, las familias más comunes son las Cactaceae, Agavaceae, Nolinaceae y Crassulaceae (Hernández, 2006).

Los tipos vegetativos formados bajo climas desérticos y semidesérticos de la república mexicana son conformados por el Matorral Desértico Micrófilo, formado por elementos

arbustivos de hoja o foliolo pequeño que se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales de las zonas áridas y semiáridas del país. Este a la vez está subdividido en tres categorías de acuerdo a su fisionomía: el matorral inerme: comunidad formada en más del 70% por plantas sin espinas, como los matorrales de *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Flourensia cernua* (Hojasén), *Cordia greggi* (Nagua blanca o trompillo), *Ambrosia dumosa* (Hierba de burro); el matorral subinerme: comunidad compuesta por plantas espinosas e inermes con proporción, entre unas y otras, mayor de 30% y menor de 70% y el matorral espinoso: comunidad formada en más del 70% por plantas espinosas, son frecuentes los de *Prosopis spp.* (Mezquite), *Mimosa spp.* (Uña de gato), *Acacia amentacea*, *Acacia vernicosa* (Chaparro prieto). El Matorral con Izotes: comunidad formada por la asociación de palmas o izotes, en terrenos aluviales principalmente, siendo más frecuentes las de *Yucca filifera* (Palma china). El Matorral Desértico Rosetófilo caracterizado por el dominio de especies con hojas en roseta, con o sin espinas; generalmente acaulescentes (sin tallo aparente), aunque con frecuencia son características las especies arrosetadas con troncos bien definidos; desarrollado principalmente sobre suelos someros de laderas de cerros bajos, en las partes altas de los abanicos aluviales o bien sobre conglomerados. Su distribución es amplia en zonas áridas y semiáridas. Finalmente el Matorral Crasicaule, dominado fisonómicamente por cactáceas grandes con tallos aplanados o cilíndricos; incluye a las comunidades conocidas como nopaleras y cardonales (Velasco- Molina, 1991).

La zona árida de San Luis Potosí, al norte, formando el “Desierto Chihuahuense”, hacia el noroeste el “Desierto Sonorense” y hacia el sur formando parte de las zonas áridas queretana e hidalguense; principalmente de los 2 primeros, presenta numerosas especies en común: *Acacia constricta*, *Atriplex canescens*, *Bahia absintifolia*, *Calliandra eriophylla*, *Coldenia canescens*, *Condalia lycioides*, *C. spathulata*, *Ephedra aspera*, *Lycium berlandieri*, *Opuntia leptocaulis*, *Perezia nana*. Casi toda la totalidad de los elementos florísticos propios de las partes áridas de San Luis Potosí extienden su área de distribución más hacia el norte, una buena parte de ellos se encuentra aparentemente su limitante hacia el sur en este Estado: *Agave asperrima*, *Aralia regeliana*, *Berberis pinifolia*, *Buddleia marrubiiifolia*, *Condalia lycioides*, *Dalea berlandieri*, *Dalea lloydii*, *Ephedra aspera*, *E. pedunculata*, *Eysenhardtia parvifolia*,

Ferocactus pilosus, *Hesperaloe funifera*, *Holocantha emory*, *Peganum mexicanum*, *Yucca carnerosana*, *Zinnia juniperifolia*, *Zinnia pumila* (Rzedowski, 1961).

Las Cactáceas

Las cactáceas son un grupo de plantas suculentas que abarca más o menos 1500 especies, casi todas nativas del Continente Americano. En México se han descubierto más de 550 especies, lo que hace a este país el más rico del mundo en riqueza de esta familia de plantas. Además, casi el 78% de las especies de cactáceas mexicanas es endémico (Hernández y Godínez, 1994).

Quizá las más conocidas en México son los nopales (*Opuntia*) con sus tallos aplanados en forma de raqueta, o las enormes columnares (*Stenocereus*, *Pachycereus*, etc.). También las hay con otras formas de crecimiento como las biznagas en forma de barril: *Echinocactus platyacanthus* o *Ferocactus histrix*, que llegan a medir dos metros de altura por uno de diámetro. Otras formas de crecimiento son las especies de tallos esféricos o cilíndricos (*Mamillaria*, *Coryphanta*, *Echinocereus*, etc.), en ocasiones de no más de dos centímetros de diámetro (Hernández, 2006).

Usos de las Cactáceas

Las cactáceas en general y sus frutos en particular, han jugado un papel importante en la vida diaria de los indoamericanos. Los frutos se consumían ya sea frescos o después de cocerlos en hornos de piso, método parecido al usado para tostar las inflorescencias de los agaves. Los frutos cocidos los almacenaban o algunas veces los hervían, salaban y mezclaban con harina de maíz. Los indoamericanos, además de los frutos y las flores, también consumían los tallos de los cactus. Los artículos jóvenes, denominados nopalitos los consumían como verdura, algunas veces con huevo y carne de animales silvestres. Las biznagas como la *Echinocactus platyacanthus* y la *Ferocactus histrix* proveían de agua, se utilizaban como materia prima para dulces, recipientes para alimentos y plataformas para sacrificios humanos. Además del uso de espinas de varias especies como anzuelos, y los aztecas, como palillos de dientes (Nobel, 1998).

Tal ha sido su aprovechamiento, que, Hernández y Godinez, (1994), mencionan que por la gran riqueza de especies de cactáceas en México, sus altos índices de endemismo, sus peculiares patrones de distribución, su fragilidad determinada por factores biológicos y ecológicos intrínsecos, así como las fuertes presiones antropogénicas a las que se han visto sujetas por décadas, es urgente que se implementen medidas orientadas a su conservación.

El Género *Ferocactus*

Ferocactus Britton & Rose 1922. También llamados cactus de barril o biznaga pertenecientes a la subfamilia Cactoideae y a la tribu Cactae. Son plantas solitarias o agrupadas, de tallos globosos deprimidos a globosos cilíndricos. Costillas pocas a muchas, algunas veces grandes y prominentes. Aréolas usualmente grandes, produciendo flores solo cuando son jóvenes, con glándulas secretoras de néctar. Espinas variables, usualmente fuertes, algunas veces con forma de gancho. Las flores nacen cerca de la punta del tallo, solitarias, ambos órganos (femenino y masculino) presentes, simétricas radialmente, con forma de embudo o campana, aréolas de pericarpios y tubos florales desnudos; partes de perianto y estambres separados por un anillo de pelos. Frutos globosos a oblongos, con paredes engrosadas, secos o jugosos a la madurez, dehiscentes por poros basales o rendijas irregulares. Semillas ovales, pardo negruzcas brillantes, planas a ligeramente cóncavas, de 1.4 a 2.4 mm de largo. Se encuentra distribuido en las regiones áridas y semiáridas del suroeste de los Estados Unidos y Norte y centro de México, particularmente bien representadas en la Península de Baja California. Este género a menudo es dividido en la sección *Ferocactus*, con frutos secos basalmente dehiscentes, y sección *Bisnaga*, con jugosos e indehiscentes o dehiscentes irregulares frutos (Anderson, 2001).

La Especie *F. pilosus*, Distribución y Situación

Taxonomía:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Subfamilia: Cactoideae

Tribu: Cacteeae

Género: *Ferocactus*

Especie: *pilosus* (Galeotti ex Salm-Dyck) Werdermann 1933.

Plantas solitarias o formando grupos masivos de varios tallos, tallos de 3 m de alto y 50 cm de diámetro. De 3 a 20 costillas, agudas en plantas jóvenes, redondeadas en adultos, no tuberculadas con areolas casi confluentes. Espinas rojas brillosas, amarillas o una mezcla de ambas, con bandas y ligeramente curvadas en forma de punzón, no fuertemente diferenciadas como centrales o radiales. 6 a 12 espinas centrales o principales usualmente rojas de 5 cm de largo. Espinas radiales usualmente reducidas a muchas cerdas blanquecinas o ausentes. Las flores son producidas en círculos alrededor de la punta del tallo; tienen las partes del perianto erectas, amarillas o rojas de 4cm de largo y 2.5cm de diámetro. Frutos ovoides, amarillos, de 2 a 4 cm de largo (Anderson, 2001).

Bravo y Sánchez-Mejorada (1991a), describen a la especie *Ferocactus pilosus*, también llamada “vznaga de lima”; como plantas simples o cespitosas. Tallos columnares, hasta de 3 m de altura y 50 cm de diámetro. Costillas 13 a 20, no tuberculadas en las plantas adultas, algo agudas. Aréolas ovaladas, hasta de 20 mm de longitud y 8mm de anchura, densamente tomentosas cuando son jóvenes, distantes entre sí cerca de 25 mm en los tallos jóvenes, confluentes en las plantas adultas. Espinas no diferenciadas en radiales y centrales; cuatro más centrales de 5 cm de longitud, dispuestas en cruz, la superior y la inferior frecuentemente aplanadas dorsiventralmente, dos a cinco subcentrales algo más cortas que las principales y varias más apicales y basales aún más pequeñas todas ellas subuladas, anuladas, ligeramente curvas,

extendidas, de color rojo a amarillo o de ambos colores, cerdas marginales radiales en torno de la aréola, a veces ausentes, cuando presentes de 2 a 4 cm de longitud, torcidas, blancas. Espinas glandulares persistentes. Flores numerosas, dispuestas en corona cerca del ápice del tallo, pequeñas de unos 4 cm de longitud, amarillas o rojas, incluidas entre las espinas y no abriendo ampliamente; pericarpelo corto, ovoide, cubierto con escamas cortas, circulares, en transición con las del tubo receptacular y éstas con los segmentos exteriores del perianto; segmentos exteriores del perianto lanceolados, con el margen aserrado hacia el ápice, de color amarillo claro o rojo; estambres amarillos, filamentos de 1 cm de longitud; anteras amarillas; estilo amarillo; con 15 lóbulos del estigma y amarillos. Fruto ovoide, de 3 a 4 cm de longitud, amarillo, con paredes carnosas y succulentas, cubierto por escamas circulares, conservando adheridos los restos secos del perianto. Semillas de 1.5 a 2 mm de longitud, testa faveolada, negra o de color castaño oscuro, hilo basal, algo largo, pequeño.

En cuanto a su desarrollo, Pizzetti (1987), menciona que esta especie, alcanza 1.5 m de altura, con un diámetro de casi 60 cm, haciéndose columnar después de su forma globular inicial; y que a partir de una determinada edad se amacolla en la base, pero el crecimiento es lento.

Hernández y Godinez (1994), mencionan que a pesar de ser plantas conspicuas y relativamente fáciles de localizar, las densidades de individuos de cactáceas se han visto seriamente reducidas en la mayoría de sus poblaciones a niveles críticos debido a factores antropogénicos. Además de estas causas, los botones florales y los frutos de *F. hystrix* y *F. pilosus* son consumidos por los pobladores locales por lo que probablemente la práctica de la extracción de botones florales (cabuches) y frutos esté teniendo consecuencias negativas en la demografía de estas especies. Aunque el efecto de ésta última actividad no ha sido estudiado.

Esta especie se distribuye en los estados del Norte del altiplano, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Tamaulipas y Nuevo León, crece en suelos calizos o aluviales tanto en las faldas de los cerros como en planicies, formando parte del matorral de *Larrea tridentata*, *Flouorensia cernua*, etcétera, como del matorral desértico rosetófilo con *Agave stricta*, *Hechtia glomerata*, *Dasylyrion spp.*, *Yucca carnerosana*, y entre otras cactáceas, *Astrophytum myriostigma*, *Echinocactus platyacanthus* forma *palmieri*,

Leuchtenbergia principis, *Lophophora williamsii*, *Mammillaria candida*, etcétera. (Bravo et al., 1991a). Además de estos estados, Hernández y Godínez (1994), mencionan que se encuentra también en el estado de Coahuila.

La especie *F. pilosus* se encuentra bajo la categoría de Protección y distribución: no endémica en el listado de especies en riesgo, es decir, dentro de aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, o la recuperación y conservación de sus poblaciones de especies asociadas (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Los Cabuches de *Ferocactus pilosus*

Los cabuches son los botones florales jóvenes que se recolectan de la biznaga colorada para consumirse en guisado o en escabeche, ser hervidos y fritos con huevo o encurtidos con vinagre, cebolla, orégano y chile. Incluso son envasados y comercializados de esta manera (Casas (2002), Nobel (1998)), en el norte de San Luis Potosí principalmente en la región de Matehuala (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1991b). Un inconveniente de lo anterior es que al ser recolectados y consumidos, el ciclo reproductivo y su propagación en la naturaleza son alterados (Alanís y Velazco, 2008).

Por ello, Hernández (2006) señala que el producto de *F. pilosus* más cotizado en la actualidad tal vez sean los “cabuches”.

Sistemas de Captación de Agua en *Opuntia spp.*

Los sistemas de captación de agua en cactáceas, como el nopal tunero (*Opuntia spp.*) han ayudado al establecimiento de huertos, propiciar su desarrollo y rendimientos óptimos, a través de la formación de terrazas individuales, bordos o cajetes de media luna (García, s/f). Lo que permite una reducción del escurrimiento y una mejor infiltración del agua de lluvia (INIFAP-PRODUCE, s/f).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Huerto Familiar de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí ubicada en el km. 14.5 de la Carretera San Luis-Matehuala, en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. Bajo las coordenadas: N 22 ° 14 ' 03'', W 100 ° 53' 03'', con una altitud de 1835 msnm.

Su clima corresponde a la fórmula $BS_0 kw'' (w) (e')$, el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (2004) y corresponde a un clima seco o árido, templado, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 17.3 °C, la temperatura cálida comprende los meses de marzo a octubre y el periodo frío de noviembre a febrero. Su precipitación pluvial (incluidas lloviznas, nieve, aguanieve y granizo) es de 362 mm anuales (Salas, 2009).

Obtención del Material Vegetal

Se utilizaron biznagas de la especie *Ferocactus pilosus*, cuya semilla fue colectada en ambientes propios de la especie, en el Municipio de Guadalcázar SLP, en el año 2000, mismo en el que se efectuó la siembra y en el año 2002 se realizó el trasplante.

Labores Culturales

Durante el periodo de evaluación, sólo se realizaron deshierbes y rehabilitación de cuencas para la captación de agua en los tratamientos que así lo requirieron.

Si la sequía fue muy fuerte, al menos se aplicó un riego al año, considerando aplicar 12 l de agua por planta, en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos:

Tratamiento 1: biznagas establecidas en una microcuenca de un surco en forma de espiral con un diámetro de 3.9 m (11.9 m^2) y con una distancia entre plantas de 0.6m, bajo condiciones edáficas sin modificar, n= 21 (Figura 1 (a)).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 1. Tratamientos bajo los cuales se establecieron las biznagas de *F. pilosus*.

Tratamiento 2: biznagas establecidas en una microcuenca circular elevada con un diámetro de 1.2 m (1.13 m^2) y con una distancia entre plantas de 0.45m bajo condiciones edáficas sin modificar, n= 2 (Figura 1 (b)).

Tratamiento 3: biznagas establecidas sin cuenca para captación de agua en un área rectangular de 3.4 m por 1.2 m (4.08 m^2), con una distancia entre plantas de 0.6 m y condiciones edáficas sin modificar, n= 11 (Figura 1 (c)).

Tratamiento 4: biznagas establecidas en una microcuenca circular elevada con un diámetro de 1.2 m (1.13 m²) y con una distancia entre plantas de 0.45m bajo condiciones edáficas distintas en porcentaje de CaCO₃ (Cuadro 1). Condición logada por una mezcla de 1 kg/ m² de cal agrícola y 1 kg/ m² de grava de caliza, n= 3 (Figura 1 (d)).

Cuadro 1. Valores de reacción del suelo y carbonatos en los sustratos de cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	pH en agua	pH en KCl	Carbonatos CaCO₃ (%)	Interpretación
Cuenca en espiral	7.43	7.22	1.0	Ligeramente calcáreo
Cuenca elevada	7.53	7.05	1.0	Ligeramente calcáreo
Sin cuenca	7.87	7.22	1.0	Ligeramente calcáreo
Cuenca elevada con CaCO₃	7.81	7.26	5.0	Calcáreo

Muestreo

Se realizaron mediciones de altura, con la ayuda de una regla métrica graduada en cm, desde la base hasta la parte superior de cada una de las biznagas pertenecientes a cada tratamiento, tomando en cuenta las espigas (Figura 2 (a)).



(a)



(b)

Figura 2. Mediciones del crecimiento de las biznagas (a) altura (b) diámetro.

El diámetro fue cuantificado con la ayuda de una forcípula de madera, tomando la lectura a media altura de la (Figura 2b). Ambas lecturas fueron realizadas de forma anual, durante el periodo de floración de la biznaga.

La producción fue cuantificada en gramos por planta a través de la cosecha de los cabuches, de acuerdo a las condiciones presentes en el mercado (de un tamaño promedio y antes de que comience a abrir el botón). Los cabuches fueron colocados en bolsas de papel etiquetadas, para luego cuantificar su peso con ayuda de una balanza analítica. Arredondo *et al.* (2007), mencionan la utilización de navajas y cuchillos para el corte de los cabuches, en este caso, se utilizaron navajas y tallos de carrizo con un corte transversal para la recolecta (Figura 3), pues lo que se buscó fue un material rígido para la obtención de los botones florales.



Figura 3. Corte de cabuches.

Los muestreos de diámetro, altura y producción de cabuches, fueron realizados a partir de las primeras floraciones de las biznagas tomando en cuenta el tiempo de desarrollo de la especie luego de su establecimiento. El primer muestreo se efectuó en el

año 2006, a partir del cual de forma anual se recolectaron datos consecutivamente hasta el año 2010.

Variables Evaluadas

- Longitud del tallo
- Diámetro del tallo
- Producción de botones florales (cabuches) en peso fresco.
- Número de costillas al final de los 5 años

Análisis de Datos

Se compararon los tratamientos que tuvieron la misma condición del sustrato, siendo la diferencia entre éstos la el establecimiento o no de una microcuenca:

- Cuenca en espiral (tratamiento 1).
- Con una elevación (formando un montículo) (tratamiento 2).
- Sin ningún tipo de cuenca (tratamiento 3).

El efecto de los tratamientos en el crecimiento y producción de cabuches de la *F. pilosus* se analizó con un análisis de varianza (ANAVA). Cuando se encontró un efecto significativo se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey con valores de α de 0.06 para diámetro, 0.05 para altura y 0.05 para producción de cabuches.

El efecto del sustrato en los tratamientos elevados (montículos) se realizó una prueba de t. Así, se compararon las siguientes condiciones:

- 1) Con una elevación (formando un montículo) (tratamiento 2).
- 2) Con una elevación (formando un montículo) y con CaCO_3 molido y grava de caliza molida (tratamiento 4).

Además se realizó una prueba de correlación de Pearson entre las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los Tratamientos

Análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey

Diámetro

Luego de realizar el ANAVA, no se encontraron diferencias entre los tratamientos que tuvieron iguales condiciones de sustratos (Cuadro 2). Lo que indica crecimientos estadísticamente iguales (Figura 4).

Cuadro 2. Incremento en altura, diámetro y producción de cabuches durante el periodo comprendido entre los años 2006 y 2010.

Tratamiento	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Producción (g planta⁻¹)
Cuenca en espiral (tratamiento 1)	15.75a	18.845 b	252.52 a
Cuenca elevada (tratamiento 2)	22.1a	27.15 a	308.45 a
Sin cuenca (tratamiento 3)	18.05a	21.418 ab	126.31 b
Significación estadística	0.712	0.039	< 0.0001

* Letras iguales en las columnas altura y producción, indican que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de Tukey con $\alpha= 0.06, 0.05$ y 0.05 respectivamente.

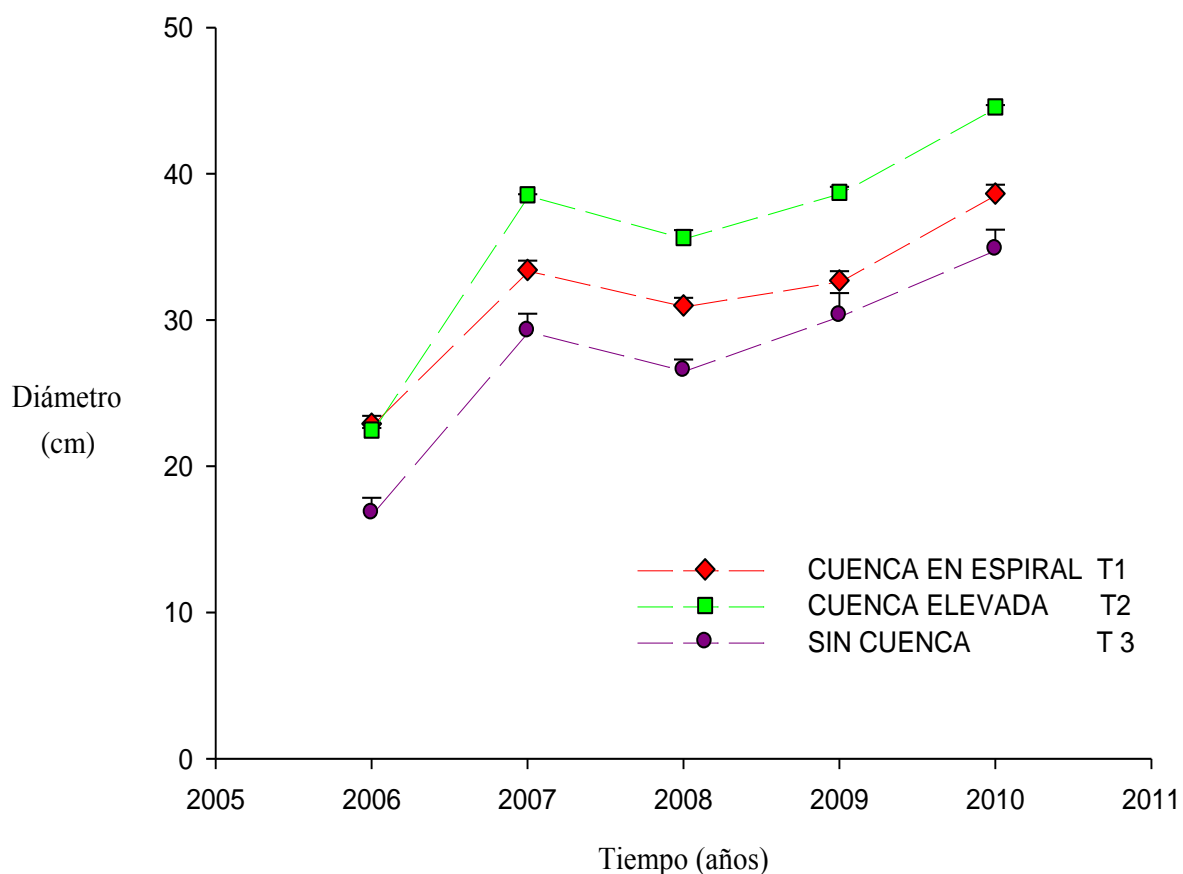


Figura 4. Incremento en el diámetro de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos con un sustrato sin ningún tipo de mezcla. Cada símbolo representa la media de 21(T1), 2 (T2) y 11 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.

Altura

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y tras la prueba de medias, se encontró que el tratamiento sin cuenca (tratamiento 3) resultó igual que los tratamientos de cuenca en espiral (tratamiento 1) y de cuenca en espiral (tratamiento 2), pero la media del tratamiento 2 resultó ser la mayor de los tratamientos (Figura 5).

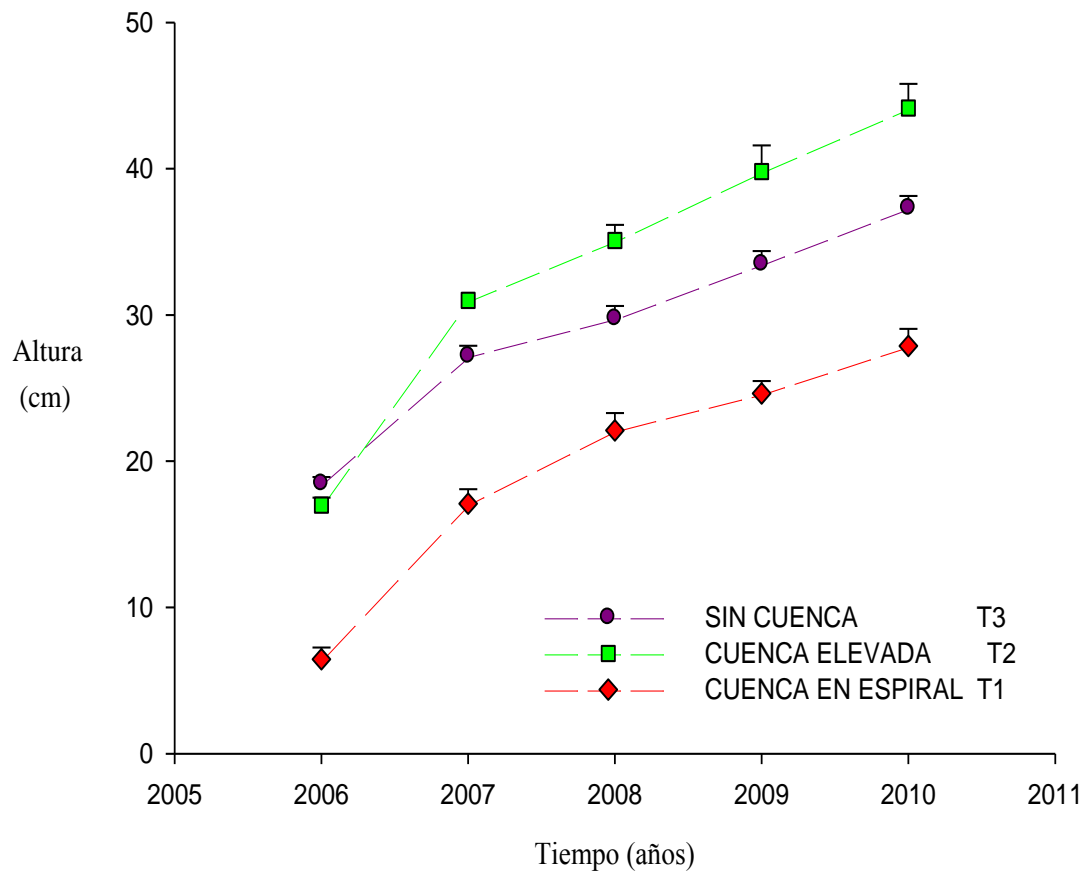


Figura 5. Incremento en la altura de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos con un sustrato sin ningún tipo de mezcla. Cada símbolo representa la media de 21(T1), 2 (T2) y 11 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.

Producción de cabuches

Para esta variable, la media de los tratamientos cuenca en espiral y cuenca elevada (tratamiento 1 y tratamiento 2 respectivamente) resultó estadísticamente igual, pero se encontró diferencia con el tratamiento sin cuenca (tratamiento 3), el cual tuvo una media menor a los tratamientos 1 y 2, siendo el tratamiento de cuenca elevada (tratamiento 2), el que presentó una mayor producción de cabuches (Figura 6).

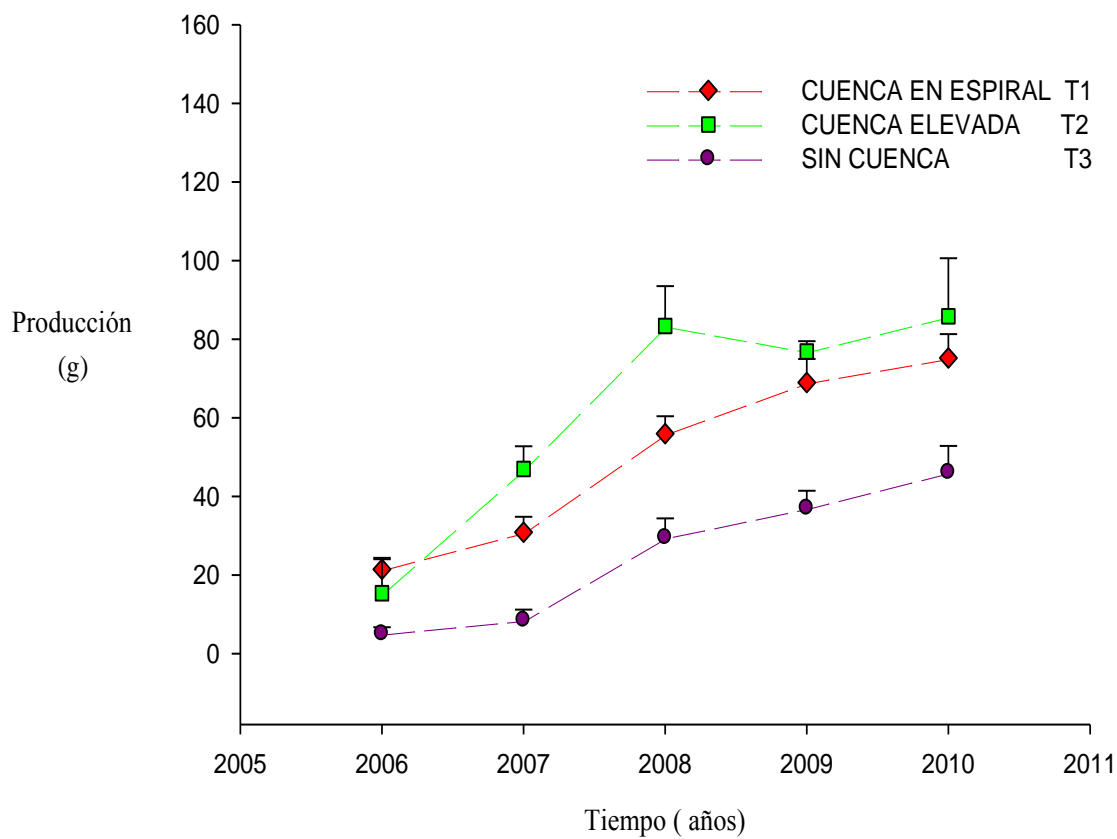


Figura 6. Producción de cabuches durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos con un sustrato sin ningún tipo mezcla. Cada símbolo representa la media de 21(T1), 2 (T2) y 11 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.

La influencia de la cuenca elevada (tratamiento 2) en una mayor altura y una mayor producción de cabuches pueden relacionarse con las condiciones bajo las cuales fue establecido:

Condición elevada y de buen drenaje respecto al tratamiento 3 (sin cuenca) que resultó ser el de menor producción, pues si bien De Kock (s/f) menciona que los nopales se desarrollan bien en suelos profundos con texturas suaves, pero la arcilla aunada a condiciones de encharcamiento por drenaje deficiente puede ser un limitante para la producción. Además Orona et al.2003, mencionan que, en el cultivo del nopal, hay un escaso requerimiento de agua para sus funciones metabólicas y advierten una mayor productividad promedio del agua a menor aplicación de ésta. De la Rosa y Santamaría,

1998, añaden que con una aplicación excesiva de agua, la planta es afectada por hongos y bacterias, que además de clorosis y pudriciones, originan deficiente desarrollo vegetativo. Lo anterior pudiese aplicarse a las biznagas de cabuches, pertenecientes también la familia Cactaceae.

Condición de competencia entre biznagas en el tratamiento de cuenca en espiral y con un mayor número de individuos (tratamiento 1), pues si bien Bravo et al. (1999) c, mencionan que en algunas cactáceas las raíces secundarias, aunque muy superficiales, son muy largas, de varios metros de longitud, y están dispuestas horizontalmente bajo el suelo, lo cual puede significar una mayor competencia entre individuos. Además Nobel (1998), menciona que debido al incremento de tamaño y altura, la morfología de los cactus, puede influir en el flujo de fotones fotosintéticos (PPF), es decir, con la luz disponible para la fotosíntesis, de la cual algunos productos resultantes se distribuyen en los órganos aéreos como flores, frutos y semillas y en algunos casos raíces.

Prueba de t

Diámetro

El incremento en diámetro fue estadísticamente igual para los tratamientos de cuenca elevada (tratamiento 2) y cuenca elevada con CaCO₃ (tratamiento 4) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de la prueba de t para los tratamientos de cuenca elevada con sustrato normal (T2) y cuenca elevada con CaCO₃ (T4).

VARIABLE	T2	T4	VALOR DE t	VALOR DE P
Diámetro	22.095	18.19	1.36	0.2655 NS
Altura	27.15	21.6	2.36	0.2655 NS
Producción	308.445	267.97	0.67	0.5497 NS

*NS diferencia no significativa

Por lo que las distintas condiciones del sustrato no marcaron diferencia significativa entre ambos tratamientos (Fig. 7).

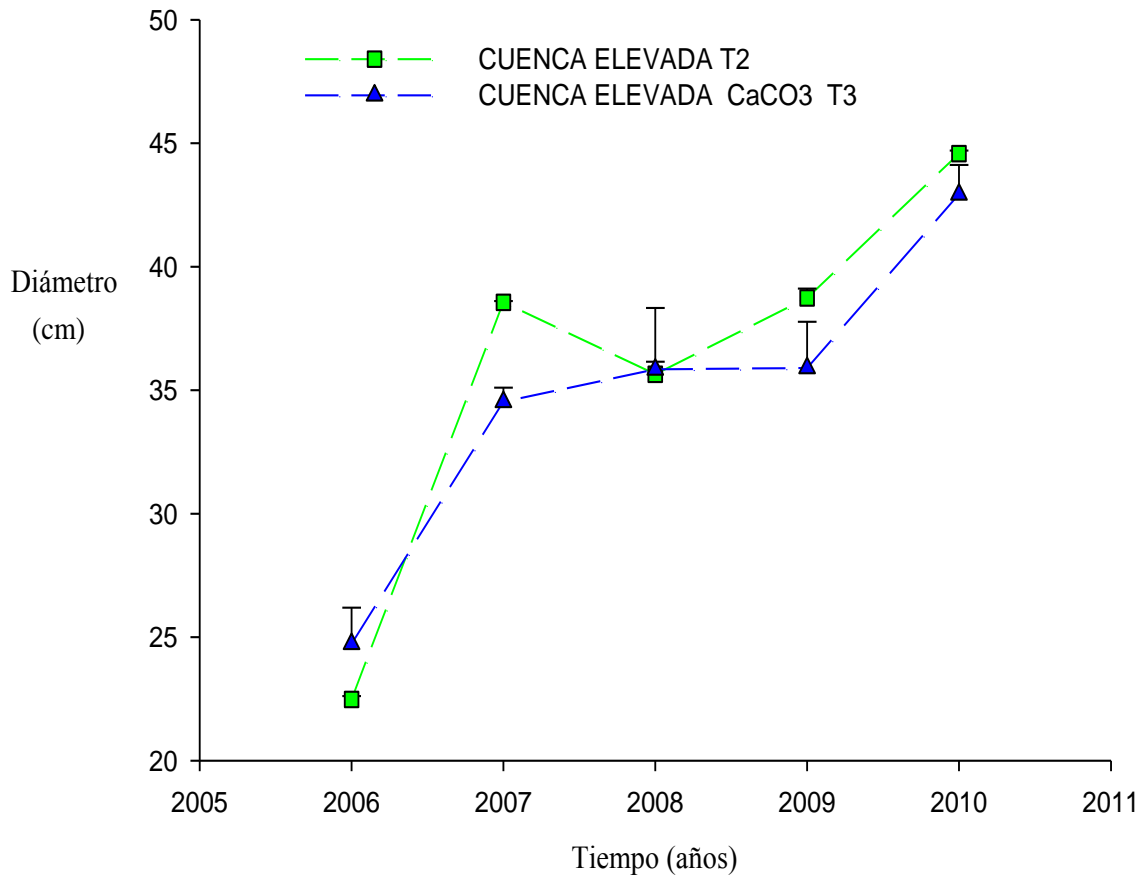


Figura 7. Incremento en el diámetro de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos elevados con y sin mezcla de sustrato (T2 y T4 respectivamente). Cada símbolo representa la media de 2 (T2) y 3 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.

Altura

El mayor porcentaje de carbonatos del sustrato enriquecido con CaCO_3 (tratamiento 4) (Cuadro 1) no marcó diferencia sobre el incremento en altura (Figura 8).

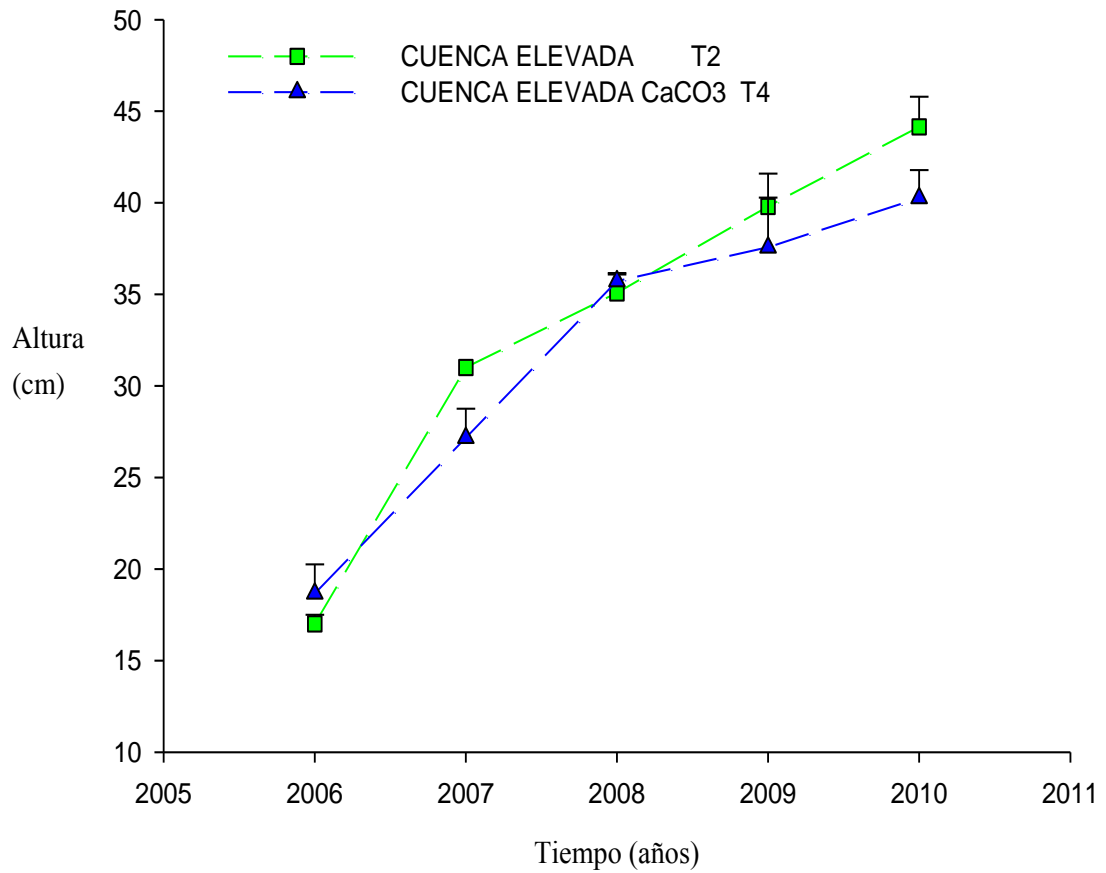


Figura 8. Incremento en la altura de las biznagas durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos elevados con y sin mezcla de sustrato (T2 y T4 respectivamente). Cada símbolo representa la media de 2 (T2) y 3 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.

Producción de cabuches

Para esta variable, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de cuenca elevada (tratamiento 2) y cuenca elevada con CaCO_3 (tratamiento 4) (Figura 9).

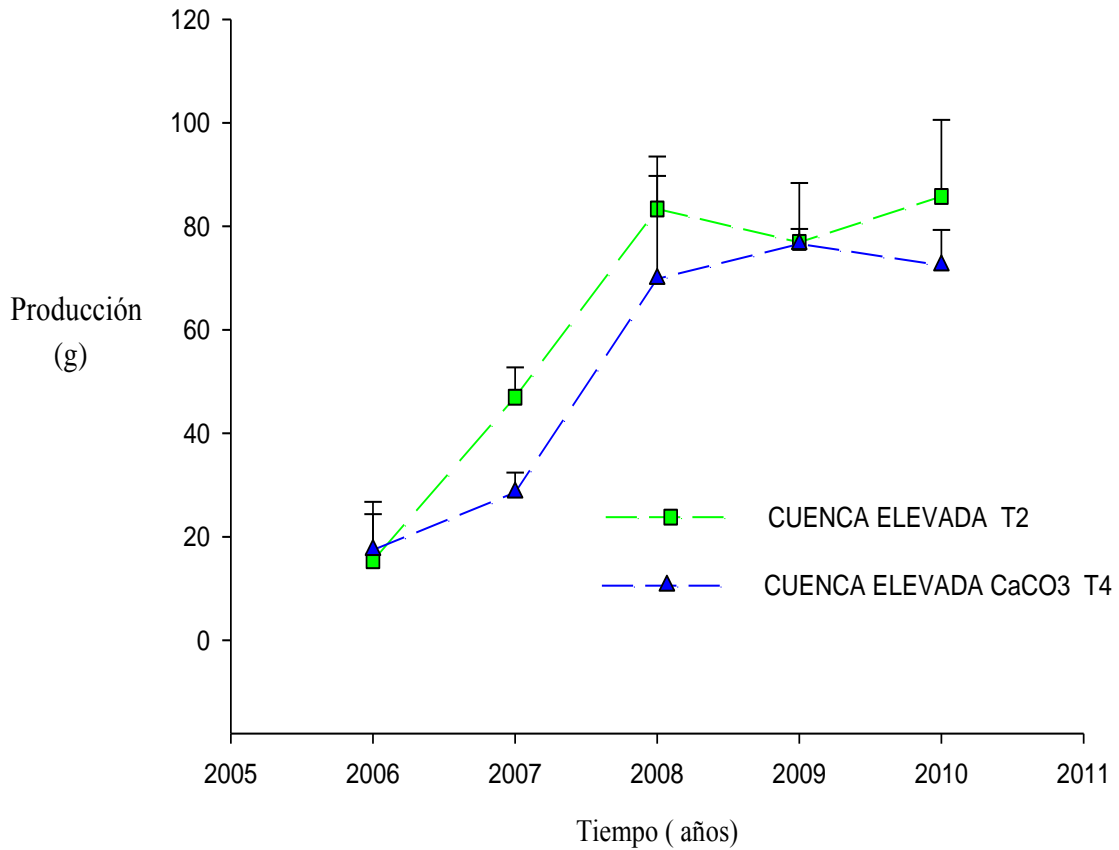


Figura 9. Producción de cabuches durante el periodo comprendido entre el 2006 y el 2010 de los tratamientos elevados con y sin mezcla de sustrato (T2 y T4 respectivamente). Cada símbolo representa la media de 2 (T2) y 3 (T3) y la barra vertical indica el error estándar.

Lo anterior puede deberse a que el suelo sin ninguna mezcla bajo el cual se desarrolló el tratamiento 2 (cuenca elevada) pertenece a los suelos de las zonas áridas que también contienen carbonato de calcio (INE, 2007).

Además *F. wislizenii*, muestra una alta tolerancia al CaCO_3 (Wildflower center, 2009). Así es probable que el género *Ferocactus* sea tolerante a concentraciones altas CaCO_3 , lo cual puede explicar que no se encontrara diferencia significativa con el tratamiento que no contenía CaCO_3 .

El grado de acidez del suelo, no marcó diferencia significativa entre los tratamientos contrastados. El pH del suelo debe ser neutro o levemente ácido (pH 6 a 7) se indica

para las cactáceas, aunque algunas la especies prefieren suelos alcalinos (Kiesling y Ferrari, 2005).

Número de Costillas

El número de costillas de las biznagas bajo cada uno de los tratamientos fue cuantificado luego de transcurridos 10 años desde su germinación y trasplante (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de costillas luego de 10 años de crecimiento de las biznagas.

Tratamiento	Número de costillas promedio
Cuenca en espiral (tratamiento 1)	19
Cuenca elevada(tratamiento 2)	21
Sin cuenca (tratamiento 3)	18
Cuenca elevada con CaCO₃ (tratamiento 4)	21

Los tratamientos con mayor número de costillas promedio fueron los de cuenca elevada (tratamiento 2) y cuenca elevada con CaCO₃ (tratamiento 4), ambos con 21 costillas, lo que es mayor respecto a lo dicho por Anderson (2001) y Bravo y Sánchez-Mejorada (1991), quienes refieren como máximo 20 costillas en la biznaga colorada.

Asociación de Variables

Tras una prueba de correlación, en el tratamiento de cuenca en espiral (tratamiento 1), no se encontró una relación entre el incremento del diámetro y la altura, así como tampoco se encontró asociación entre el la producción de cabuches con la altura ni con el diámetro. Lo mismo para la producción de cabuches y el número de costillas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlaciones entre variables indicadoras de crecimiento y producción en cada tratamiento.

VARIABLES	T 1 Cuenca en espiral n=21	T3 Sin cuenca n=11	T4 Cuenca elevada CaCO₃ n=3
Diámetro vs altura	0.288	0.722	0.930
Producción vs altura	-0.194	0.674	- 0.805
Producción vs diámetro	0.396	0.297	- 0.966
No. de costillas vs producción	0.306	0.499	-0.960

En el tratamiento sin ningún tipo de cuenca o condición para captar agua (tratamiento 3), se encontró una asociación significativa entre el diámetro y la altura (0.722), lo mismo para el caso de la altura respecto a la producción (0.674), pero no se encontró una relación entre la producción y el diámetro de la biznaga (0.297), lo mismo para el número de costillas y la producción de cabuches (0.499).

Los valores anteriores coinciden con lo dicho por Arredondo et al. (2007), con relaciones no significativas entre el diámetro y producción, significativas entre altura y diámetro, pero a diferencia de los estos autores, la relación entre altura y producción resultó significativa además de que mencionan que la producción de cabuches está relacionada con el número de costillas de la biznaga y en este trabajo no se encontró asociación alguna en ninguno de los tratamientos. Cabe mencionar que el estudio desarrollado por éstos fue sobre biznagas establecidas con un sistema de captación de agua en forma de media luna.

Plagas y Enfermedades

A pesar de no indicarse plagas y enfermedades en esta especie, durante el periodo de evaluación se encontraron insectos asociados a la biznaga además de secreciones posiblemente asociadas con enfermedades. Los insectos fueron un hemíptero (chinche grisácea) localizado principalmente en la parte apical de la biznaga. (Figura 10 (a)) y un himenóptero (hormigas negras) localizados principalmente en la flor (Figura 10 (b)).



(a) (b)

Figura 10. Entomofauna asociada a la biznaga cabuchera (a) chinche gris (b) hormigas negras.

La secreción observada consistió en una resina de sabor dulce secretada por la biznaga cerca de las areolas y en la parte superior de la misma (Figura 11).

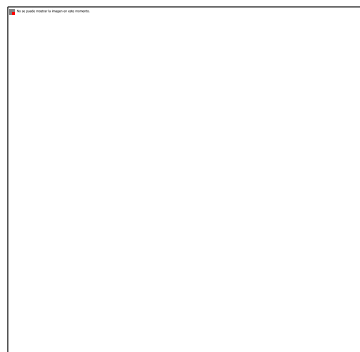


Figura 11. Secreciones de la biznaga cabuchera.

Reproducción

Contrario a lo dicho por Hernández (2006), quien menciona que la especie *F. pilosus* sólo se reproduce de forma sexual en condiciones naturales, la biznaga colorada o cabuchera realiza tanto reproducción sexual como asexual tanto en el medio natural como bajo plantación, pues Arredondo et al. (2007) mencionan la utilización de hijuelos colectados en campo para la propagación de la especie.

Durante esta investigación, el primer ensayo de floración hecho por las biznagas ocurrió a los 6 años después de su germinación y trasplante. Esto coincide con lo dicho por Arredondo et al. (2007) quienes mencionan que este hecho sucede entre los 6 y 8 años de edad, en los meses de marzo y abril. A diferencia de lo indicado por estos autores, durante la realización de este trabajo se observó el inicio de la producción de botones florales desde el mes de febrero hasta el mes de mayo, observándose en algunos casos en el mes de julio. El periodo de floración observado en este trabajo coincide con lo que sucede en las poblaciones naturales, esto en el municipio de Guadalcázar, S.L.P. (Soria, comunicación personal, 2010).

CONCLUSIONES

Las condiciones de pH y porcentaje de CaCO₃ modificadas, no influyeron en el crecimiento y producción de cabuches.

La condición para captación de agua, en su modalidad de cuenca elevada y de 2 individuos (proporcionando un mejor drenaje), determinó un mayor crecimiento y una mayor producción de botones florales en la biznaga *F. pilosus*.

La floración de la biznaga cabuchera ocurre desde el mes de febrero hasta el mes de mayo, presentándose incluso en el mes de julio. Además de que se propaga también por medios asexuales.

Existen insectos asociados a la biznaga cabuchera, los cuales hasta el momento, no ejercen un efecto negativo en ésta.

RECOMENDACIONES

Debido a las características de crecimiento de la biznaga *F. pilosus*, un seguimiento continuo del crecimiento de la especie, ayudaría a tener referencias para los individuos en campo en aspectos tales como:

- Edad de los individuos
- Época de floración
- Entomofauna asociada y sus efectos sobre la biznaga
- Vida productiva de cabuches de la biznaga

Además que con una buena descripción del establecimiento de la especie, bajo condiciones de UMA, el impacto sobre las poblaciones de la biznaga cabuchera se vería reducido y los cabuches seguirán siendo un recurso natural aprovechado por los pobladores de las zonas áridas y semiáridas de México.

LITERATURA CITADA

- Alanís F. G. J. y Velazco M. C. G. 2008. Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. Ciencia UANL/Vol.11. pp. 5-11 [Online] <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/402/40211102.pdf> [23/04/10].
- Anderson E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. USA. pp. 326-334.
- Arredondo G. A., Sánchez B. F. R. y Martínez M. M. 2007. Ensayo de plantación de *Ferocactus pilosus* (biznaga roja o cabuchera) en San Luis Potosí. CE. San Luis. CIRNE-INIFAP. San Luis Potosí. México. Folleto para productores. No.48.19 p.
- Bravo H. H. y Sánchez-Mejorada H. 1991 a. Las Cactáceas de México. Vol. II. Ed. UNAM. México. pp. 275-312.
- Bravo H. H. y Sánchez-Mejorada H. 1991 b. Las Cactáceas de México. Vol. III, Ed. UNAM. México. p. 504.
- Bravo H. H. y Scheinvar L. 1999. El interesante mundo de las cactáceas. Ed. FCE. México. p. 40.
- Casas A. 2002. Uso y manejo de cactáceas columnares mesoamericanas. CONABIO. Biodiversitas 40:1823 [Online]:<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv40art5.pdf> [04/01/11].
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [Online]www.conabio.gob.mx/conocimiento/.../CAP1_Contexto_fisico.pdf [19/04/10].
- De Kock C. G. s/f. El uso del nopal como forraje en las zonas áridas de Sudáfrica. FAO [Online]<http://www.fao.org/docrep/007/y2808s/y2808s0e.htm> [02/03/11].
- De la Rosa H. P. y D. Santamaría A. 1998. El Nopal. Usos, manejo agronómico y costos de producción en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 182 p.
- Fichas suculentas. Ficha No. 103 [Online]<http://www.fichas.suculentas.es/Almacenfichas/103/103.html> [14/05/10].
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). UNAM. México. 90 p.
- García H. Manejo agronómico de plantaciones de nopal tunero (*Opuntia* spp.) en Pinos, Zacatecas. Oficina Estatal de información para el desarrollo rural sustentable. [Online] http://oeidrus.zacatecas.gob.mx/oeidrus_zac/zacatecas/revista/VA5/ManejoAgronomico.htm [30/04/10].

- Guzmán U., Arias S. y Dávila P. 2003. Catálogo de cactáceas Mexicanas. UNAM.CONABIO.1ª Edición, México. p. 98
- Hernández M. H. y Godinez A. H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. Acta Botánica Mexicana. Abril, número 026, Instituto de Ecología A.C. México. pp. 33-52 [Online] <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/574/57402606.pdf> [04/01/11].
- Hernández M. H. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Ed. FCE. México. pp.36, 136.
- INE. s/f. Instituto Nacional de Ecología. [Online] <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/345/reven.html> [30/04/10].
- INIFAP-PRODUCE (s/f).Tecnología de Producción para el Cultivo de Nopal Tunero con Maíz Intercalado en el Altiplano de San Luis Potosí Tecnología No. 32. [Online] <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=45> [12/01/11].
- Kiesling R. y Ferrari E.O. 2009. 100 Cactus. Ed. Albatros. Argentina. p. 122.
- Nobel P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. México. pp. 59, 60,67.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 [Online] <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/SEMARNAT%20DOF/Norma%20Oficial%20Mexicana%20NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf> [18/04/10].
- Orona C.I., Flores H.A., Rivera G.M., Guillermo M.J. y Espinoza A.J. 2003. Productividad del agua en el cultivo de nopal con riego por goteo en la comarca lagunera. Terra Latinoamericana. México.Vol. 21, p. 195-201. [Online] <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57315595006> [28/04/11].
- Pizzetti M. 1987. Guía de cactus. Ed. Grijalbo. España. Ficha 111. 383p.
- Romero C. I. 1988. Influencia nutricional de las soluciones de dos suelos, ígneo y calcáreo, en el desarrollo de plántulas de nopal cardón (*O. streptacantha*). Tesis de licenciatura. México. 66 p.
- Rzedowski J. 1961. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Tesis doctoral. UNAM. México. pp. 82-84.
- Salas L. E. 2009. Atlas municipal de riesgo del municipio de Soledad de Graciano Sánchez. p.12 [Online]<http://www.municipiosoledad.gob.mx/pdf/transparencia/Articulo%2018%20fraccion%20V/Atlas%20Municipal%20de%20Riesgo.pdf>[03/03/11].

Velasco–Molina H. A. 1991. Las zonas áridas y semiáridas, sus características y manejo. Ed. Limusa. México. pp. 149,150.

Wildflowercenter. 2009. NativePlantDatabase. [Online] http://www.wildflower.org/mobileplants/result.php?id_plant=FEWI .[07/o3/11].