

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Diversidad Florística en Seis Poblaciones de *Pinus johannis* M. -F. Robert., en el
Noreste de México

Por:

EVERILDO JOSE FELIPE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad Florística en Seis Poblaciones de *Pinus johannis* M. - F. Robert., en el
Noreste de México

Por:

EVERILDO JOSE FELIPE

TESIS

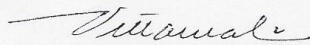
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada

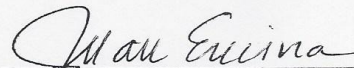

Dr. Celestino Flores López
Asesor Principal





Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Coasesor



M.C. Juan Antonio Encina Domínguez

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinación
División de Agronomía
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2015

Esta tesis fue apoyada por el proyecto de investigación “Aproximación molecular para la evaluación genética de áreas productoras de semilla y de conservación de especies del género *Pinus*” Clave 176167, aprobado por el fondo sectorial CONAFOR-CONACYT 2012.

También fue apoyada por el proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 38.111.3613.2122, como responsable el Dr. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

A mis padres:

Elena Felipe Jacinto y Manuel Jose Tomas, con todo mi cariño a ustedes que me dieron la vida y darme los mejores consejos para terminar una carrera, de la misma manera agradezco sus apoyos de todo tipo y el gran esfuerzo que hicieron para que este sueño se hiciera realidad.

Mis hermanos:

Elfida Jose Felipe, Flavio Jose Felipe, y Eréndira Jose Felipe, por ser las personas para seguir adelante y me apoyaron en el momento adecuado que lo necesitaba durante mi paso por la universidad, la cual me siento orgulloso para seguir adelante.

A mis abuelos:

Juana, Francisco, Lucia, y Mateo que son los más grandes pilares de la familia.

A mis sobrinos:

Caren Moncerrat Herrera Jose, Francisco Emanuel Bernabé Jose, Gabriel, Samuel y Rafael.

A mis tíos:

César Jose, Rolando Jose, Artemio Jose, María Velázquez, Candelaria Jose, Marcos Jose, Carmelina Salas, Alfonzo Felipe, Andrés Felipe, Wuilmar García, María Felipe, y Roberto Domínguez, por animarme en todo momento.

A mis primos:

Samuel, Antonio, Vicente, Daniel, María Ángela, Manuel, Reynaldo, Víctor, Francisco, Mateo, Miguel, Amílcar, Juan Carlos, Eralda Fabiola, Yodena, Victoria.

A la familia Monzón por ser parte de la convivencia de mi infancia y que aún permanecen con sus buenos consejos de la vida en el ranchito “Rancho Las Maravillas” donde día a día se forjan para un mejor futuro.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a dios por haberme permitido la existencia y darme fortaleza, fe y paciencia para salir adelante para alcanzar una meta más.

A mi ALMA TERRA MATER la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de ser parte de la institución y terminar una formación de ser ING. FORESTAL.

A los profesores del Departamento Forestal: por darme las herramientas necesarias y sobresalir en muchos aspectos.

Al Dr. Celestino Flores López, por haberme apoyado como profesor de clase y asesor de tesis, por una gran paciencia, dedicación y confianza por este trabajo.

Al Dr. José Ángel Villareal Quintanilla, por su valioso tiempo dedicado a este trabajo.

Al M.C. Juan Antonio Encina Domínguez, por su dedicación y apoyo brindado y revisión de este trabajo.

Al Ing. Gil Cabrera por apoyar en las prácticas que fueron de mayor provecho en todas las materias cursadas.

A los compañeros y futuros ingenieros: José Luis Cárdenas, Sergio Aroldo Trujillo, Leticia Jiménez, Marino García, Manuel Alfredo Pérez, por haberme ayudado en los muestreos de campo y Alejandra Jiménez por su valiosa ayuda por darnos alojamiento en un humilde hogar que fue parte de la convivencia.

A mis amigos: M.C. Carlos Eduardo Díaz, M.C. Elder Osvaldo Díaz, Ing. José Antonio Alfaro, Juan Bernardo Díaz, M.C. Luis Alejandro Ochoa, Osvaldo de Jesús Pérez, Ing. Néstor Alejandro Martínez López, Ing. Manuel de Jesús Vázquez, José Luis Antonio Elías, por los buenos tratos recibidos.

A la familia Ramírez Camacho por haberme brindado el apoyo en mis prácticas profesionales, en la cual me dedicaron su apoyo, buen trato y buenos consejos en la consultoría COFORES. S. C., en el lindo estado de Chiapas.

A mis compañeros de generación y futuros ingenieros forestales: Sergio Aroldo Trujillo, Josué Agustín López, Oliver Rodríguez, Xóchitl Guadalupe Cervantes, por quienes me brindaron su apoyo, sinceridad pura, dentro y fuera de las aulas de clases para poder realizar mis estudios con mayor éxito, los traeré siempre como mis hermanos.

A los que tuve la dicha de convivir con ellos en algún momento: Claudia E. Moreno, Gustavo Mérida, Jonathan Trujillo, Ing. Cecilia Guadalupe Ruíz, Juan Carlos Montoya, Fabiola Mondragón, Rosalinda Mondragón, Godofredo Martínez, María del Rocío Ramírez, Cecilia Pérez, Gabriela Estefanía Ramos, Mario Cisneros.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página.

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis	4
1.2 Objetivo general	4
1.3 Objetivos específicos	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Ecología de <i>Pinus johannis</i>	5
2.1.2 Clasificación taxonómica y estatus de <i>Pinus johannis</i>	6
2.1.3. Características de sexualidad de <i>Pinus johannis</i>	6
2.1.4 Capacidad adaptativa de <i>Pinus johannis</i>	7
2.1.5 Manejo, función y aprovechamiento de recursos naturales en bosques de <i>Pinus johannis</i>	7
2.2. Clasificación de diversidad	8
2.2.1 Concepto de diversidad	8
2.2.2 Importancia de los índices de diversidad	9
2.2.3. Medición de la diversidad de especies	9
2.2.4 Riqueza de especie	10
2.2.5 Heterogeneidad	10
2.2.6 Índice de equitatividad	11
2.3 Medición de la diversidad beta (β)	12
2.3.1 Índice de similaridad	13
2.3.2 Índice de diversidad utilizados en estudios afines	16
3 MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Descripción del área de estudio	17
3.1.1 Aspectos ecológicos	21
3.1.2 Diseño y establecimiento de sitio de muestreo	24

3.1.3 Variables evaluadas y muestreo de vegetación	26
3.2 Análisis de datos	27
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Riqueza de especies	31
4.2 Heterogeneidad	36
4.3 Equitatividad	38
4.4 índice de similitud	40
5 CONCLUSIONES	45
6 RECOMENDACIONES	46
7 LITERATURA CITADA	47
ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1	Índice de diversidad e índices de similitud más utilizadas	16
2	Características generales de seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> M.-Robert	17
3	Localización y variables del medio físico de las poblaciones de <i>Pinus johannis</i>	19
4	Variables climáticas de los sitios donde se localizan las poblaciones de <i>Pinus johannis</i>	21
5	Características edafológicas	22
6	Características de vegetación	23
7	Riqueza de género y especies por familias en poblaciones de <i>Pinus johannis</i> en el noreste de México	35
8	Valores de índices de diversidad de seis poblaciones de <i>Pinus</i> <i>johannis</i> en el noreste de México	36
9	Valores de equitatividad de seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> en el noreste de México	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Ubicación de seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> en el noreste de México	18
2	Representación de las parcelas de muestreo	26
3	Curva acumulada de especies en seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> M.-F.Robert en el noreste de México	32
4	Valores de índices de diversidad de seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> en el noreste de México	37
5	Valores de equitatividad de seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> en el noreste de México	40
6	Dendrograma de seis poblaciones de <i>Pinus johannis</i> , en el noreste de México	42

RESUMEN

En el presente estudio se comparó la diversidad de especies asociadas con poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México. Para lo cual se realizaron seis sitios de muestreos por población. En los 36 sitios establecidos se evaluaron los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se realizaron parcelas circulares de 500 m² donde se cuantificaron los árboles, y las arbustivas en un sitio concéntrico de 100 m², al centro de estas parcelas se ubicó una parcela de 1 m² y cuatro en orientaciones diferentes para registrar las especies herbáceas.

Para la diversidad se utilizaron los índices de Shannon-Wiener. Índice de equitatividad de Shannon para los valores de equitatividad. Se compararon los índices de heterogeneidad y los valores de equitatividad con un ANOVA de Tukey. Se utilizó el índice de Jaccard para comparar la similitud entre poblaciones.

Dentro de los valores de heterogeneidad se presentaron diferencias y con los valores de equitatividad no existieron diferencias significativas. La población que presentó la mayor riqueza de especies es La Siberia y con el menor número de especies es Cerro el Coahuilón. El mayor índice de heterogeneidad, lo presenta La Siberia y con menor valor es Concepción del Oro. En los valores de equitatividad la población con mayor equitatividad es Mesa del Rosario y con menor valor es Cerro el Coahuilón. De acuerdo con el índice de similitud de Jaccard se presentaron dos grupos y una población aislada de todas las otras poblaciones.

Palabras clave: Diversidad florística, equitatividad, heterogeneidad, *Pinus johannis*.
Correo Electrónico; Everildo Jose Felipe, forestemc@hotmail.com

ABSTRACT

In the following study the diversity of species associated with *Pinus johannis* populations in northeastern Mexico was compared. For which six sites of samples per population were conducted. With a total of 36 sites, evaluating the tree, shrub and herbaceous layers. 500 m² circular plots where trees and shrubs were measured in a concentric site 100 m², the center of these plots a plot of 1 m² is located and four different orientations to record the herbaceous species were performed.

The Shannon- Wiener diversity indices was used to analyze the diversity. The Shannon evenness index was also used. The heterogeneity and evenness index were compared whit ANOVA of Tukey. The Jaccard index was used to compare the similarity.

Within the heterogeneity values showed significant differences, on the contrary evenness values, have not significant differences. The population whit higher is the Siberia and the one fewer species is Cerro el Coahuilón. The higher heterogeneity index is present in the La Siberia and with lower value for Concepcion del Oro. The whit greater evenness is Mesa del Rosario, while the lower value is the Cerro el Coahuilón. According to the Jaccard index two groups of similarity were presented and an isolated population.

Key words: evenness, floristic diversity, heterogeneity, *Pinus johannis*.

1 INTRODUCCIÓN

México es un país que presenta en su territorio una diversidad biológica excepcional, expresada en diversos ecosistemas y numerosas especies, se ubica entre los cinco primeros países llamados megadiversos, que alberga entre 60 y 70 % de la diversidad biológica conocida del planeta. Además destaca entre los países con mayor riqueza de plantas vasculares, con 23,522 especies aunque se estima que esta cifra podría acercarse a 31,000 (CONABIO, 2006).

Posee una gran variabilidad ecológica, resultado de una compleja topografía y geología, en diversos climas y microclima, lo que produce infinidad de hábitats. Todos estos factores propician que la diversidad biológica no se distribuya en el territorio de forma homogénea (Rickards y Piquerón, 2003).

La diversidad biológica comprende diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en los organismos y los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (diversidad genética), entre las especies (diversidad de especies) y de los ecosistemas (diversidad ecológica). Para su cuantificación existen diversos métodos y estimadores, ya que es una propiedad y es cuantificable, se puede presentar en cada clase de entidad (gen, célula, individuo, población, comunidad o ecosistema) que tiene más de una manifestación. Esta diversidad hace referencia a la variedad de especies que se presentan en una dimensión espacio-temporal definida, por el conjunto de la interacción entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución en un medio ambiente (Ñique, 2010).

La condición de México, como un país megadiverso, es bien conocida en el mundo. Aunque su alta diversidad biológica suele asociarse de manera importante con las selvas tropicales, y los ecosistemas de regiones templadas, también contribuyen en la formación de la diversidad biológica del país (Sánchez, 2003). La diversidad biológica es un punto central de estudio de la conservación (Monroy, 2003).

Se considera que los bosques de pino son característicos de las montañas de México, se presentan en las principales sierras como: Sierra Madre Oriental, Occidental y en el Eje Volcánico Transversal, donde prevalece clima templado frío y semihúmedo, en altitud de 150 a 4,000 m.s.n.m. o bien a 3,100 m.s.n.m. En México existen 35 especies del género *Pinus*, representando el 37% del total de las especies para climas

semiáridos, los pinares más típicos son los de la especie piñoneras (Rzedowski, 2006), además se considera que México es el segundo centro de diversidad de piñoneros (Lanner, 1981).

Se presentan entre ocho y 15 especies de pinos piñoneros, las cuales están distribuidas en los estados del norte y centro del país. Se distribuyen desde Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, hasta Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz (Eguiluz, 1982; Perry, 1991).

El grupo de pinos piñoneros está conformado por *Pinus cembroides* Zucc, *P. culminicola* Andresen & Beaman, *P. maximartinezii* Rzedowski, *P. monophylla* Torr. & Frém, *P. nelsonii* Shaw, *P. pinceana* Gordon, *P. quadrifolia* Parl , *P. remota* (Little) Bailey et Hawksworth, *P. catarinae* Robert. - Passini, *P. discolor* Bailey & Hawksworth, *P. edulis* Engelm., *P. johannis* M. - F. Robert, *P. juarezensis* Lanner y *P. lagunae* Passini (Passini, 1985; García y Passini, 1993).

Las comunidades de piñoneros son de climas semiáridos, y presentan una limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que tienen impacto decisivo en la supervivencia de los poblados rurales (García, 1985).

El manejo y aprovechamiento irracional de los recursos es la causa de pérdida de la biodiversidad, además de la fragmentación y pérdida de hábitat, ya sea por ganadería o agricultura que limita las superficies de muchas especies (Monroy, 2003). Considerando que no solo es un factor que afecta a las poblaciones en su crecimiento si no también es vulnerable a su reducción por la disminución de la variabilidad genética (Monroy, 2003; Flores *et al.*, 1998). Este es un factor por la cual poblaciones de *Pinus johannis* se encuentra catalogado como una especie con la categoría de riesgo (protección especial (Pr)) (SEMARNAT, 2010).

Dentro de los bosques de piñoneros se pueden clasificar algunas funciones en general que pueden otorgar dichas especies como *Pinus johannis* en el lugar donde se encuentran establecidos, la cual provee servicios como: función de protección de cuencas, producción de agua, madera, sostén de la fauna silvestre, forraje, alimento, formador y protector del suelo, y regulador del medio ambiente (Mondragón y Olayo, 1985; Caballero y Ávila, 1989).

Las especies están desapareciendo debido a la perturbación por las actividades humanas, es necesario poseer herramientas fiables para medir la variación de la biodiversidad en el espacio y en el tiempo. Los parámetros y valores de índices dan idea de cómo está el estado de un sistema ecológico, para fines de conservación manejo y monitoreo ambiental, el análisis y síntesis de la información de inventarios permite mostrar una fotografía de la biodiversidad más clara y precisa posible. El propósito de los índices es comparar diferentes localidades, o evaluar el reparto de recursos entre las distintas especies de lo que suele denominarse una comunidad (Moreno, 2001).

Por ser México un país megadiverso implica la responsabilidad de garantizar la permanencia de especies y sus hábitats, no solo por el endemismo que contiene, si no por los servicios que la biodiversidad en general provee (Benítez y Bellot, 2003). Para esto se generan regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad de México, dentro de unas de las 152 regiones prioritarias terrestres se localizan las poblaciones de *Pinus johannis* que requiere conservación por la presencia de amenaza. Además se consideran como áreas que cuyas características físicas y bióticas, favorecen particularmente desde el punto de vista de la biodiversidad y se destacan por la presencia de riqueza ecosistémica, y específica de una presencia de especies endémicas, cuya integridad biológica es muy significativa (Arriaga *et al.*, 2000).

El estudio de la biodiversidad es una disciplina comparativa, aparentemente la riqueza de especies es su expresión más simple (Badii *et al.*, 2007), determinando que la riqueza de especies, es el número de especies diferentes que convive en un área geográfico determinado (Neyra y Durand, 1998).

La proporción de la información acerca de la certeza de la presencia de especies existentes en un determinado lugar y tiempo, así como la riqueza de especies dentro de una población y en un recambio a lo largo de un gradiente fisiográfico (Benítez y Bellot, 2003), es una de las funciones de este trabajo que pretende dar a conocer los valores de los índices de diversidad por la composición florística que alberga dentro las poblaciones de *Pinus johannis* y la similitud que existen entre ellas con base a los distanciamiento donde presentan gradientes fisiográficos en la ubicación de cada población.

1.1. Hipótesis.

Ho: no existe diferencia en la composición florística entre las poblaciones de *Pinus johannis*.

Ha: existe diferencia en la composición florística entre las poblaciones de *Pinus johannis*.

1.2. Objetivo general.

Comparar la flora asociada en las poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

1.3. Objetivos específicos.

- a) Analizar la riqueza de especies en las seis poblaciones de *Pinus johannis*.
- b) Elaborar un listado florístico de las especies asociadas a cada población.
- c) Analizar los valores de índices de heterogeneidad en las seis poblaciones de *Pinus johannis*.
- d) Analizar los valores de índices de equitatividad en las seis poblaciones de *Pinus johannis*.
- e) Comparar la similitud entre cada una de una de las poblaciones por su composición florística.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Ecología de *Pinus johannis*

México es un centro de diversificación de piñoneros, los bosques de pinos piñoneros constituyen en nuestro país un grupo bien definido, propio de la región árida y semiárida, con una ubicación que se enmarca dentro de los 18°00' y 42°15' latitud Norte y 97°00' y 120°15' longitud Oeste. Los piñoneros muestran una distribución geográfica muy restringida (Luna-Cavazos *et al.*, 2008).

Las distribuciones limitadas de las poblaciones dentro de las regiones de pinos piñoneros, se encuentran poblaciones conocidas como endémicas como es en el caso de *Pinus johannis*.

Las formas arbustivas del grupo de especies piñoneras aún tienen rango de distribución limitada, y se registran pocas poblaciones dentro del territorio mexicano (SEMARNAT, 2010; García y Passini, 1993; Perry, 1991).

Pinus johannis es un pino piñonero semiarbustivo, catalogado en peligro de extinción y nativo de norte américa. Se encuentran en poblaciones fragmentadas y aisladas en una altitud de 1,900-3,000 m.s.n.m. Los piñonares colindan en su límite inferior con pastizales y matorrales y en el límite superior con encinares arbustivos o chaparrales, formando amplias e intrincadas ecotonías con este tipo de vegetación (Delgado *et al.*, 2013; Rzedowski, 1983).

Además del valor comercial real de las semillas de estas especies, tienen un valor potencial en la conservación del suelo y la mejora del medio ambiente, la mayoría de las especies de zonas áridas y semiáridas, presentan un grado de potencialidad ecológica y económica, que exige se le preste una mayor atención, para rescatarlas de la extinción (Campos, 1994).

2.1.1 Distribución de *Pinus johannis*

P. johannis aparentemente se restringe en el municipio de Mazapil al norte de Zacatecas (Robert, 1978). Se extiende al norte de Zacatecas, oeste y sureste de Coahuila, sur de Nuevo León (Perry, 1991; Robert, 1978; García y Passini, 1993).

Las comunidades de *Pinus johannis* forman un grupo compacto, pero en la mayoría de los casos se asociaron con las de *P. cembroides*, lo que resulta en una alta semejanza florística entre ambas comunidades, principalmente porque ambos piñonares habitan en simpatía (Romero *et al.*, 1996). Dentro de los parámetros que se obtienen para determinar si una especie tiene una distribución restringida, *Pinus johannis*, ocupa un hábitat muy reducido limitándose, en montañas y en ocasiones en un cerro o colina (Campos, 1994), de las poblaciones más conocidos, se encuentran cinco poblaciones registradas de poblaciones naturales, en los estados de (Coahuila, zacatecas y Nuevo León) (Delgado *et al.*, 2013; Flores *et al.*, 1998).

2.1.2 Clasificación taxonómica y estatus de protección de *Pinus johannis*

Pinus johannis, es un pino piñonero endémico en el noreste de México, es una especie catalogada en estatus sujeta a protección especial (Pr) (SEMARNAT, 2010). La clasificación taxonómica de esta especie pertenece al reino: Plantae, clase: Pinopsida, orden: Pinales, familia: Pinaceae, género: *Pinus*, especie: *johannis* (Gernandt y Pérez - de la Rosa, 2014).

Las especies del grupo piñonero se distinguen, por el número de agujas por fascículo. La cual *Pinus johannis* pertenece al grupo de piñones de México semillas sin ala, las características taxonómicas que distinguen a *P. johannis*, es por tener una forma arbustiva, tallo ramificado desde la base, agujas de grupos de 3 a 2, mayormente 3; de 3 a 5 cm de longitud, gruesas, flexibles, superficie dorsal verde azulosa y glauca la ventral, bicolores, 2 canales de resina, sin estomas en el lado dorsal, semillas con la almendra blanca, número medio de cotiledones 8 a 7; conos oblongos de 2.5 a 4 cm de longitud y hasta 3.5 cm de diámetro; muy resinosos (Robert, 1978).

2.1.3 Características de sexualidad de *Pinus johannis*

Estudios realizados determina que la disposición de los conos de *Pinus johannis* sirvieron para inferir el origen de la evolución de la bisexualidad, debido que un 99% de

los individuos de esta especie tuvieron un comportamiento dioico, ya que las estructuras reproductivas femeninas y masculinas se producen en diferentes individuos (Flores-Rentería *et al.*, 2011; García, 2013).

2.1.4 Capacidad adaptativa de *Pinus johannis*

P. johannis tienen un crecimiento lento y hábito arbustivo con rama extendidas sobre la superficie del suelo (Campos, 1994). La sobrevivencia de plantas producidas en viveros y plantadas en campo logran adaptarse más del 50% de acuerdo trabajos realizados para analizar la sobrevivencia y crecimiento de esta especie (Sánchez, 2013). Es necesario establecer un programa técnico-científico y social, que asegure la permanencia de todas las especies en peligro de extinción dentro de nuestro territorio (Campos, 1992).

2.1.5 Manejo, función y aprovechamiento de recursos naturales en bosques de *Pinus johannis*

La diversidad vegetal es un recurso esencial para el ser humano, las plantas han proporcionado alimentos, fibras, materiales de construcción, medicinas, combustibles y muchos otros productos para satisfacer múltiples necesidades de las poblaciones rurales y urbanas (CONABIO, CONANP y SEMARNAT, 2008).

Los piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de servicios de materiales y servicios ambientales que a su vez tiene impacto decisivo en la supervivencia de los poblados rurales. De los piñoneros se obtienen semillas comestibles o piñones, leña, poste u ornamentales, madera para la construcción de vivienda y muebles rústicos, por lo tanto dentro de los bosques piñoneros es un abrigo a la fauna silvestre y ecológicamente tiene una capacidad de adaptación a lugares secos, perturbados y hasta erosionados (Rzedowski, 1983; Fonseca, 2003).

Dentro de los bosques de pino piñoneros albergan una gama de especies en los cuales muchas de ellas se comparten con otros bosques, el estudio de eso ha llevado la clasificación de las especies, de tal forma asignarle un valor de importancia y conocer número de especies que habitan actualmente, ya sea en poblaciones pequeñas o grandes, ya que es de suma importancia conocer la forma estructural de un bosque y

que alberga, para un buen análisis y evitar el deterioro del mismo, tomando en cuenta que el sotobosque es un indicador de la salud ambiental del bosque (Romero-Manzanares *et al.*, 2012).

Analizar la diversidad es una buena forma de reconocer la función de un bosque o ecosistema y conocer su riqueza de especie mediante métodos básicos en ecología y el estado en el que se encuentra, generando información en los tres tipos de diversidades que existen (Halffter *et al.*, 2001).

2.2 Clasificación de diversidad

Existen tres tipos de diversidad clasificados como: Alpha (α), Beta (β) y Gamma (γ). El primero conocido como número de especies o diversidad alfa como se menciona, está referida a un nivel local y refleja la coexistencia de las especies en una comunidad. La segunda clasificación es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en una región; refleja la respuesta de los organismos a la heterogeneidad espacial. La tercera clasificación es la riqueza total de especies en una región en la cual se incluye varias comunidades o el recambio existentes entre regiones; refleja fundamentalmente los procesos históricos (evolutivos) que han actuado en un nivel geográfico mayor (Villarreal *et al.*, 2006).

El estudio de la diversidad a diferentes escalas de análisis se ha venido desarrollando hace tiempo, el objetivo de estudio de la biogeografía ha sido la variación en la riqueza de especies entre grandes unidades biogeográficas y los procesos sobre todos históricos, que explican el porqué de esta variación.

A su vez, los estudios de ecología originalmente se concentran en analizar la composición de especies en las comunidades y tratar de entender su proceso (Halffter y Ezcurra, 1992).

2.2.1 Concepto de diversidad

El concepto de diversidad hace referencia a la variedad de especies que se presenta en una dimensión espacio-temporal definida, resultante de conjuntos de interacciones entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación

mutua y evolución, dentro de un marco histórico de variaciones medioambientales locales (Ñique, 2010).

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto el número de especies, como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. Comprende la variabilidad de especies en un determinado espacio y comprende dos criterios: riqueza de especies: referida en número de especies existentes en un área determinada y a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, mamíferos y árboles, etc.), como segundo criterio, heterogeneidad: involucra a la riqueza de especie y la respectiva abundancia de cada especie de un área determinada (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Ñique, 2010).

Dentro de los estudios ecológicos realizados existen tres conceptos de la cuales se pueden describir y medir la diversidad de especies, las cuales son riqueza de especies, heterogeneidad y equitatividad (Krebs, 1985).

Dentro de esto se utilizan diferentes índices, el cual los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.2.2 Importancia de los índices de diversidad

Los índices son útiles para medir la vegetación. Muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son los únicos medios para analizar la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El uso de los índices de diversidad ha sido esencial; son simples abstracciones de la estructura altamente compleja de la comunidades, útiles para hacer comparaciones, la cual los estudios se hacen mediante datos cuantificables, los tipos de estudios con índices de diversidad son muy importantes y útiles para conocer el estado del ecosistema y abordar su seguimiento de conservación (García *et al.*, 2010).

2.2.3 Medición de la diversidad de especies

La diversidad de especies analiza con base a la riqueza de especies, se puede llevar a cabo a diferentes niveles de diversidad alfa, beta o gama la cual es representado por un valor con base a los índices de diversidad aplicado, ya sea para su dominancia, y por el número de especies presentes en un lugar, tomando en cuenta la proporción que representa en un área pequeña y la ausencia o presencia de especies entre una localidad por la diferencia de una gradiente fisiográfica (Moreno *et al.*, 2011).

2.2.4 Riqueza de especie

La riqueza de especie es el concepto principal y uno de los más utilizados en las medidas de diversidad de un hábitat. Se refiere al número de especies que se encuentran en una comunidad. Unos de los métodos más utilizados es la gráfica de acumulación de especies (Krebs, 1985), y el otro índice de rarefacción el cual sirve para estimar el número de especies en una muestra aleatoria de individuos tomada de una población. La gráfica de especies acumuladas proporciona el número de especies presentes, a pesar de que sea más grande o con mayor presencia de especies una de otra, además es el gráfica del número de especies observadas está en función de alguna medidas de esfuerzo de muestreo requerido para observarlas (Colwell *et al.*, 2004).

2.2.5 Heterogeneidad

La heterogeneidad es el concepto más popular en ecología, su evaluación es relativamente fácil de medir. Con éste se determina la abundancia relativa que existe en una población o comunidad biótica, a partir de esta se obtiene su diversidad. La medición de los índices de diversidad por medio de la heterogeneidad se ha desarrollado a lo largo de dos caminos distintos, por un lado, el uso de la teoría de muestreo estadístico, para la estructura de comunidades (series logarítmicas y distribución lognormal) y el otro caso es el índice de Shannon, conocido como modelos no paramétricos (Moreno, 2001), que mide la heterogeneidad considerando sitios con las más altas muestras de especies raras o el índice de Simpson que determina aquellos sitios con más especies en común (Krebs, 1985).

Índice de Shannon-Wiener, es de los más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un área. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben de estar presentes en la muestra (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

El índice Shannon-Wiener se representa por la siguiente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de especies.

S = número de especies.

p_i = proporción de muestras totales pertenecientes a i especie.

\log_2 = logaritmo en base dos.

El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea por logaritmo natural (\ln) o con el logaritmo de base 10 (\log_{10}), pero al momento de interpretar y escribir los informes, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Los resultados se expresan en unidades llamadas *nats*, cuando es empleado el \ln ; en *bits* cuando la base es 2; o en *dicits*, cuando la base es 10 (Ñique, 2010).

El índice de Simpson es otro método utilizado, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal, es uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Se describe que a medida que la dominancia de ciertas especies aumenta la diversidad disminuye, y su rango es de 0 a 1 (Krebs, 1985).

2.2.6 Índice de equitatividad

La equitatividad estima el grado en que se encuentra una población respecto a una comunidad hipotética; esto indica la desviación que tiene una comunidad bajo estudio con pocas especies dominantes y muchas especies no comunes, respecto a una comunidad establece donde todas las especies son igualmente comunes. La medida de equitatividad en una población se evalúa por el índice de Simpson, éste es una medida de dominancia de especies; es decir, a medida que el índice aumenta la diversidad disminuye. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes (Krebs, 1985).

El índice de equitatividad de Shannon utiliza la máxima diversidad Posible (H'_{max}) que es el resultado de una situación donde todas las especies tienen abundancias iguales. La proporción resultante de dividir el índice de Shannon-Wiener (H') entre la máxima diversidad posible (H'_{max}) puede usarse como una medida de equitatividad (Franco *et al.*, 1989). Es representado con la siguiente formula:

$$E' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

E' = índice de equitatividad de Shannon.

H' = índice de Shannon-Wiener.

Max H' = máxima diversidad posible = $\log_2 s$.

$\log_2 s$ = \log_2 de número de especies.

Además la equitatividad se puede estimar por medio del índice de equitatividad de Simpson, tiene un valor de 0 a 1 y es sensible a la riqueza de especie. Representada por la siguiente formula:

$$E_{1/D} = \frac{(1/D)}{s}$$

Dónde:

$E_{1/D}$ = índice de equitatividad de Simpson.

$1/D$ = inverso del índice de Simpson.

S = número de especies en la muestra.

2.3 Medición de la diversidad beta (β)

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Wittaker, 1972). Los datos de proporciones que se genera en el análisis de la diversidad beta (β) se pueden evaluar con base a coeficiente de similitud o disimilitud, o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (Presencia / ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie, medida como número de individuo, biomasa, densidad, cobertura, etc.)(Moreno, 2001).

2.3.1 Índice de similaridad

Los coeficientes o índices de similitud o semejanza se han utilizado para problemas ecológicos, taxonómicos, o geográficos, en especial para medir el parecido entre grupos de objetos con una serie de variables (Hernández y Sainz, 1984).

Los coeficientes de similaridad han sido utilizados, para comparar comunidades con atributos similares (diversidad beta). Existen muchos índices de similaridad, pero los índices más antiguos siguen siendo los más utilizados, entre estos están los índices de Sorensen, índice de Jaccard, Índice de Morisita-Horn. Los índices de similaridad pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) o datos cuantitativos (abundancia) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Índice de Sorensen: Es más utilizado para análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas, trabajando con datos cualitativos (Moreno, 2001).

Representado por la siguiente formula:

Índice de similitud de Sorensen:

$$I_s = \frac{2C}{a+b}$$

Dónde:

I_s = índice de Sorensen

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies comunes en ambos sitios, (A y B).

Índice de Jaccard: es otro índice que utiliza datos cualitativos. Es similar al de Sorensen, el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tiene las mismas composición de especies (Moreno, 2001). El índice relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies distintas entre dos comunidades (Becerra y Cruz, 2000).

Se representa por la siguiente formula:

Coficiente de similaridad de Jaccard:

$$I_j = \frac{C}{a + b - c}$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Las medidas de similaridad hacen la combinación del tipo de clasificación y la medida de distancias que genera una variedad de posibilidades para establecer relaciones numéricas entre parcelas de vegetación y hacer agrupaciones respectivos (Lozada, 2010).

El ordenamiento se basa en la existencia de gradientes ambientales. Estos son tan complejos que se consideran dimensiones abstractas de un espacio ecológico. La composición florística es un reflejo de estos gradientes, cuando se hace un ordenamiento y determina la posición relativa de un sitio (Austin, 1985), mediante el análisis de cluster es uno de los dos tipos de análisis multivariados en la literatura ecológica, donde las especies se agrupan de acuerdo a valores semejantes (Klein, 2004), teniendo una importante tradición de aplicación en muchas áreas de la investigación (De la Fuente, 2011).

La ordenación de los cluster se hace a base de métodos jerárquicos teniendo como objetivo ordenar los clusters para formar un nuevo o bien separar ya existentes para dar origen a otros dos, de tal forma que, si sucesivamente se va efectuando este proceso de aglomeración o división, se minimice algunas distancias o bien se maximice

alguna medida de similitud, permitiendo la construcción de un árbol de clasificación, que recibe el nombre de dendrograma (Lozada, 2010).

Dentro del dendrograma se toman ciertos criterios para poder agrupar los conglomerados o grupos creados de acuerdo con la semejanza que existe entre ellos. Donde los procedimientos jerárquicos es más que nada la construcción de la estructura del árbol o dendrograma, ya sea por método de aglomeración o divisivo, donde el método de aglomeración inicia suponiendo que cada uno de los elementos que se pretende agrupar constituye un grupo, es decir se tiene tanto grupos como objetos o personas a agrupar. Con base en la semejanza que son los objetos se fusionan hasta unir todos los elementos en un solo grupo. El método divisivo trabaja a la inversa, supone que existe en un principio un solo grupo que contiene a todos los objetos y basándose en las diferencias los separa hasta terminar con tantos grupos como objetos se tiene (De la Garza *et al.*, 2013).

Uno más de los criterios que se debe de describir dentro del conglomerado es acerca del eslabonamiento o la unión de otro conglomerado a una que ya está establecida. Para ello el eslabonamiento o unión consiste en volver a establecer el grado de parecido de un nuevo grupo con el resto de los elementos. Existen varias formas o criterios para volver a establecer ese grado de parecido.

Entre los eslabonamiento o unión se describen los siguientes criterios como; Promedio entre grupo (*Between-groups Linkage*), define la distancia entre dos grupos como el promedio de las distancias entre todas las combinaciones posibles por parejas, al combinar todo los grupos en los cuales un miembro del par pertenece a cada uno de los grupos formados anteriormente. Intragrupo (*Withining-groups linkage*), combina los grupos de manera que la media de las distancias entre todos los casos en el grupo resultante sea lo más pequeña posible. Simple o distancia mínima (*single linkage*), conocido como el vecino más próximo o más cercano asume que al fusionarse dos objetos se tomarán como características las de aquel elemento que sea más parecido a aquel con el que se compara. Complemento o distancia máxima (*complete linkage*), también conocido como el vecino más lejano supone cuando dos elementos se unen, el grado de parecido de ese grupo a un tercer elemento estará dado por las características de aquel elemento que tenga más diferencia en el elemento con el cual se le compara, es decir se eslabona con la máxima de las distancias o la mínima de

similitud. Método de Ward, también llamado método de varianza mínima, busca a los dos grupos o conglomerados cuya unión conlleve el menor incremento de la varianza. Método de centroide (*centroid method*), criterio que considera que cuando dos elementos se unen y forman un nuevo grupo, las características que prevalecen respecto a un tercer elemento están dadas por el promedio de las características originales. Método de la mediana (*median method*), considera la distancia que existe entre las medianas de las características de los individuos que componen los grupos (De la Garza *et al.*, 2013).

2.3.2 Índice de diversidad utilizados en estudios afines

En los estudios de índices de diversidad para bosque de piñoneros y matorrales, entre otro tipo de vegetación, los índices más utilizados son los de Shannon-Wiener, Simpson, y índices de equitatividad complemento de Shannon. De tal forma se describe que el índice de similitud de Jaccard, es el más utilizado, además no dejando a un lado el índice de similitud de Sorensen. En el cuadro 1. Se describe algunos trabajos realizados con base a diferentes índices.

Cuadro 1. Índice de diversidad e índices de similitud más utilizadas.

Tema	Índice de diversidad	Autor
Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la sierra el mascarón, en el norte de Zacatecas, México.	Índice de Shannon-Wiener Índice de Simpson	Lara (2011)
Diversidad y estructura de especies leñosas en la población de <i>Picea martinezii</i> T.F. Patterson en México.	Índice de Shannon-Wiener Índice de Simpson Índice de equitatividad	Villalba (2009)
Los géneros de plantas vasculares de la flora de México.	Índice de similitud de Jaccard	Villaseñor (2004)

Estudio florístico de los piñonares de *Pinus pinceana* Índice de similitud de Jaccard Gordon. Villarreal *et al.*, (2009)

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en las localidades de los estados de Coahuila, Nuevo León y Zacatecas el noreste de México, donde se distribuyen las poblaciones de *Pinus johannis* (Robert, 1978; García y Passini, 1993), que forman parte de estribaciones de la Sierra Madre Oriental (Cuadro 2 y Figura 1).

Cuadro 2. Características generales de seis poblaciones de *Pinus johannis* M.-F. Robert.

Población	Propiedad	Municipio	Estado	Coordenadas	Altitud (m.s.n.m.)
Cerro el Coahuilón	Ejido Mesa de las Tablas	Arteaga	Coahuila	25°14'49" N 100°23'17" O	2630
Laguna de Sánchez	Comunidad Laguna de Sánchez	Santiago	Nuevo León	25°21'32" N 100°20'56" O	2100
Mesa del Rosario	Propiedad privada Mesa del Rosario	Santiago	Nuevo León	25°26'38" N 100°28'55" O	2340
San Antonio de la Osamenta	Ejido San Antonio de la Osamenta	Santa Catarina	Nuevo León	25°29'17" N 100°31'55" O	1950
Concepción del Oro	Ejido Salaverna	Mazapil	Zacatecas	24°36'44"N 101°27'44"O	2750
La Siberia	Ejido la Siberia	Zaragoza	Nuevo León	23°52'02"N 99°38'16"O	2600

Fuente: López, (2005); Barrera, (2007).

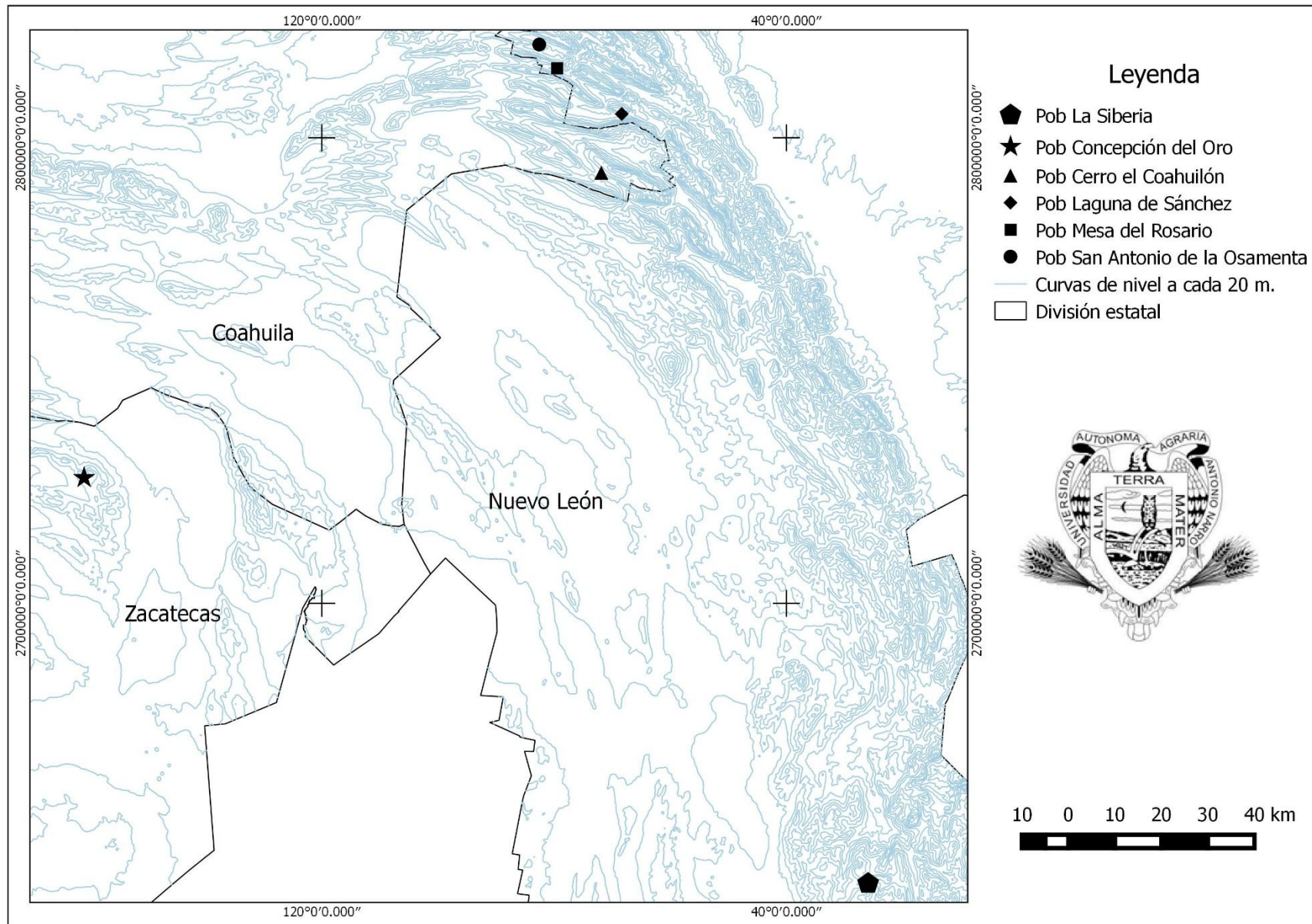


Figura 1. Ubicación de seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Las poblaciones se encuentran en los estados de Coahuila (Arteaga), Zacatecas (Concepción del Oro y Mazapil) y Nuevo León (Santiago, Santa Catarina, Zaragoza) (Perry, 1991; García y Passini, 1993), las cuales se describen con mayor detalle en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Localización y variables del medio físico-natural de las poblaciones de *Pinus johannis*.

Población	Descripción
Cerro el Coahuilón.	Al sureste del estado de Coahuila se puede localizar la población conocida como Cerro el Coahuilón ubicado en el Ejido Mesa de las Tablas, municipio de Arteaga, esta población empieza en las faldas del cerro con pendientes suaves, a una altitud media de 2,720 m.s.n.m., en su límite inferior a una altitud de 2,550 m.s.n.m., así mismo se han encontrado algunos individuos de <i>Pinus johannis</i> de forma aislada en una altitud de 2,840 m.s.n.m. (García y Passini, 1993).
Laguna de Sánchez.	La población de Laguna de Sánchez, se encuentra a la altura del Puerto La Manteca, iniciando en el poblado El Barranco y extendiéndose por toda la exposición sur de la Sierra San Isidro en dirección este-oeste, pasando por el poblado la Peñita, el predio el venadito y finalizando en el Saucito. Se considera como una población grande conformado de un solo rodal alargado de forma irregular con un promedio de altitud de 2,223 m.s.n.m., con pendientes que van desde el 40 a 75% (Barrera, 2007).

Cuadro 4. Descripción de las áreas de estudio. Continuación.

Mesa del Rosario.	La población Mesa del Rosario se encuentra dentro de un predio con el mismo nombre, iniciando en el límite oeste del mismo predio y se extiende por toda la exposición sur de la Sierra el Tarillal en dirección noroeste-suroeste, hasta llegar al predio el Manzano. Es considerado una población pequeña que está compuesto de un solo manchón alargado con distribución uniforme a una altitud de 2,297 m.s.n.m. de promedio, con pendientes suaves que van de 30 a 70% (Barrera, 2007).
San Antonio de la Osamenta.	La población de San Antonio de la Osamenta se encuentra a 5 km, del puerto el Conejo y se extiende por la exposición sur de la Sierra El Caballo en dirección este-oeste y culminando a la altura del poblado El Tunalillo, esta población consideradas de las más extensas y se conforma de seis subrodales, alargados con distribuciones irregulares, además presenta un ahusamiento en la parte media a la altura media del poblado del mismo nombre, los rodales se encuentran en el puerto el conejo, con una altitud promedio de 2,140 m.s.n.m., con pendientes que van del 35 al 90% (Barrera, 2007).
Concepción del oro.	En el estado de Zacatecas, se localiza la población de Concepción del oro, esta población se encuentra dentro del municipio de Mazapil, conformado de varios lugares como es el caso de Salaverna, parajes como; Puerto El Dique, Cerro El Guaje, Cerro El Bofe, este se localiza sobre terrenos abruptos, ocupando las partes altas de las sierras, laderas, cañadas y bajas; con altitudes entre 2,100 y 3,180 m.s.n.m., (Robert, 1978).
La Siberia.	La Siberia pertenece al Municipio de General Zaragoza, encontrándose en el Suroeste de este estado la cual pertenece al Ejido La Siberia a 2620 m.s.n.m. (Perry, 1991; Villa, 2010).

3.1.1 Aspectos ecológicos

Los tipos de climas que se presentan para las seis poblaciones varían entre ellos y algunos son predominantes en algunas poblaciones. El clima C (w1) predomina en la población de Laguna de Sánchez, San Antonio de las Osamentas, Mesa del Rosario y La Siberia (García, 1998).

En la población Concepción del Oro se caracteriza con el clima BS1K (X'), y en la población Cerro el Coahuilón se describen dos tipos de climas, Cb'(w1)X' y BS1K(X'). Las características climáticas se describen el Cuadro 4.

Cuadro 5. Variables climáticas de los sitios donde se localizan las poblaciones de *Pinus johannis*.

Población	Descripción
Cerro el Coahuilón.	Clima Cb'(w1)X': Semifrío, subhúmedo con verano fresco, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C Y 18° C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual (García, 1998; García y Passini, 1993).
Laguna de Sánchez, Mesa del Rosario, San Antonio de la Osamenta, y La Siberia.	Clima C (w1): Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18 °C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C temperatura del mes más caliente bajo 22°C, precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvia de verano con índice P/T entre 43.2 y 55%, y lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual (García, 1998).
Concepción del Oro.	Clima BS1K(X'): Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C, lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual (García, 1998).

Las poblaciones por lo general están dominadas por un solo tipo de suelo, la cual son muy característicos de estas regiones. El tipo de suelo que predomina es litosol, solo la población Concepción del Oro es la que presenta dos combinaciones de tipos de suelos, en Cuadro 5., se pueden apreciar las características edafológica con mayor detalle.

Cuadro 6. Características edafológicas.

Población	Descripción
Cerro el Coahuilón, Laguna de Sánchez, Mesa del Rosario, San Antonio de la Osamenta, y La Siberia	Suelo (Litosol): el suelo varía desde nulo a pleno afloramiento de roca madre hasta 40 cm de profundidad, son evidentes algunos manchones de lutita. Presenta una efervescencia leve al HCl y un pH mediano de 7.7 o sea ligeramente alcalino (García y Passini, 1993; INIFAP y CONABIO, 1995).
Concepción del Oro.	Suelo litosol y Xerosol cálcico, profundidad de 15 cm, textura media, se presentan rocas de tipo rendzina lítica. El sustrato geológico es caliza, aunque existen sobre lutitas, conglomerados, granitos y rocas ígneas intrusivas (Robert, 1978).

En México, estos tipos de suelos son comunes en la Sierra Madre Oriental, la Occidental, y las del sur y una vasta región del Desierto Chihuahuense. Son suelos de mayor distribución a nivel mundial y se asocian a sitios de compleja orografía lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos) y son comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que hace difíciles de trabajar (IUSS, ISRIC, FAO, 2007).

La vegetación de las poblaciones esto es lo que los hace característicos de una a otra, por la cual en algunas poblaciones existen especies muy dominantes, en los diferentes tipos de vegetaciones.

La vegetación donde se presenta *Pinus johannis*, es un matorral combinado con bosque de pino, matorral de coníferas, donde las especies son piñoneros y no tienen una altura mayor a 4 m, Matorral desértico con es el caso de Concepción del Oro. Y algunos son clasificados como Pino - encino y matorral espinoso para el caso de la población La Siberia (Aldrete, 1981; Rosas y López, 2002). Las especies y tipos de vegetación más comunes que se presentan para las diferentes poblaciones se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 7. Características de vegetación.

Población	Descripción
Cerro el Coahuilón.	La vegetación se cataloga como bosque de pino, agricultura de temporal, chaparral (SARH, 1992). Se encuentran algunos ejemplares de <i>Pinus johannis</i> que se logra aislar y teniendo una combinación con bosques de <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mayr) Franco, <i>Quercus hypoxantha</i> Trel, y <i>Q. greggii</i> (A. DC.) Trel. Además se tiene la presencia de elementos herbáceos que son frecuentes en el área como <i>Grindelia inuloides</i> Willd., <i>Hymenoxys insignis</i> A. Gray., <i>Senecio coahuilensis</i> Greenm., <i>Senecio madrensis</i> A. Gray, <i>Stevia</i> sp., y <i>Penstemon</i> sp. En el límite inferior se presenta vegetación de tipo matorral de <i>Agave</i> sp, <i>Arctostaphylos</i> sp, <i>Ceanothus</i> sp, <i>Dasyllirion</i> sp, <i>Yucca carnerosana</i> , y la presencia de <i>Salvia</i> sp. (García y Passini, 1993).
Laguna de Sánchez	La vegetación está clasificado como bosque de pino, chaparral y la presencia de agricultura de temporal (SARH, 1992). En esta población se clasifica la vegetación con especies asociadas como es el caso de <i>Pinus estevezii</i> , <i>Pinus cembroides</i> , <i>Yucca carnerosana</i> y <i>Quercus</i> sp, <i>Mimosa</i> sp, <i>Juniperus</i> sp, <i>Agave</i> sp, <i>Dasyllirion palmeri</i> Trel., y <i>Agave lechuguilla</i> Torr. (Barrera, 2007).
Mesa del Rosario	La vegetación de esta población está clasificada como bosque de Chaparral (SARH, 1992). Se describen especies como: <i>Pinus estevezii</i> (Martinez) Perry., <i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey., y <i>Pinus greggii</i> Engelm., en el estrato arbustivo las especies con

mayor dominancia son: *Mimosa* spp; *Arctostaphylos pungens* Kunht., *Arbutus xalapensis* Kunth., *Quercus* sp, *Juniperus flaccida* Schlecht; *Agave lechuguilla* Torr., *Dasilirion* sp, *Nolina cespitifera* Trel., *Agave* sp. (Barrera, 2007).

Cuadro 8. Características de vegetación. Continuación.

San Antonio de la Osamenta	La vegetación está clasificado como Chaparral, Bosque de pino, Matorral Submontano (SARH, 1992). Se observan especies de <i>Pinus cembroides</i> Zucc., <i>Pinus rudis</i> Endel., <i>Pinus estevezii</i> (Martínez) Perry, mientras que en el estrato arbustivo se hace presencia de especies de mayor dominancia como: <i>Mimosa</i> sp, <i>Agave lechuguilla</i> Torr., <i>Agave</i> sp, <i>Opuntia</i> sp, y <i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less (Barrera, 2007).
Concepción del Oro.	Es clasificado con tipos de bosques de pino, matorral de coníferas, matorral desértico rosetofilo y pastizal natural (SARH, 1992). Existe estratos de <i>Pinus cembroides</i> Zucc., además de la combinación de <i>Juniperus monosperma</i> Engel., <i>Gymnosperma glutinosum</i> Spreng, <i>Nolina</i> sp, <i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray., <i>Bouvardia ternifolia</i> Cav., <i>Sophora secundiflora.</i> , y <i>Mimosa</i> sp. Además se presentan gramíneas del tipo amacollado <i>Bouteloua curtipendula</i> Michx., <i>B. gracilis</i> HBK., <i>Aristidia pansa</i> Woot., <i>Lycurus phleoides</i> HBK., <i>Stipa eminens</i> Cav., <i>Erioneuron grandiflorum</i> Vasey (Aldrete, 1981).
La Siberia	Presenta bosque de Pino – Encino, Matorral espinoso, Chaparrales (Rosas y López, 2002), presentan comunidades vegetales conservadas y también áreas fragmentadas y a una elevación de 2800 m.s.n.m. se presenta una vegetación alpino (Arriaga <i>et al.</i> , 2000).

3.1.2 Diseño y establecimiento de sitio de muestreo

Todo estudio cuantitativo de una comunidad tiene por objeto obtener datos útiles para su comprensión y caracterización puesto que para estudiar las comunidades vegetales, es necesario utilizar muestreos adecuados, para que nos otorgue mayor información útil y verídica (Franco *et al.*, 1989).

Para este trabajo se realizaron recorridos en las diferentes poblaciones, en la cual se tomaron puntos de referencia con la ayuda de un GPS Magellan, las ubicaciones fueron lugares estratégicos para poder ubicar con facilidad el comienzo de las poblaciones de *Pinus johannis*.

En gabinete se pudo ubicar los lugares con base a las coordenadas tomadas en campo, además con ayuda de fotografías tomadas se delimitaron los rodales, las cuales se ven con detalles los límites de cada población.

La delimitación se realizó con la ayuda del programa informático *Google Earth* que tiene la capacidad de visualizar áreas que fueron visitadas, tomando como referencia las coordenadas tomadas en campo, para poder generar información de superficies y poder tener mapas de los lugares que se muestrearon.

En campo se corrigieron algunos puntos que fueron considerados como parte la población y en realidad no presenta vegetación de lo que es de interés para el trabajo realizado.

Se utilizó un muestreo sistemático con puntos aleatorio esto consiste en ubicar las unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio. Este tipo de muestreo permite detectar variaciones espaciales en la comunidad. El muestreo sistemático con punto aleatorio puede realizarse a partir de un punto determinado al azar, del cual se establece una cierta medida para los subsiguientes puntos (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Este tipo de muestreo es empleado en varios estudios como en los inventarios forestales ya que tiene ventajas en el uso, y logra una representación más uniforme de la población, es posible distribuir las unidades muestrales en terreno, aun careciendo de una representación cartográfica. La localización de las unidades es generalmente más eficiente (Prodan *et al.*, 1997).

Siendo el tamaño de este intervalo, es el resultado de dividir el tamaño de la población entre en tamaño de la muestra. En este caso se tomó la superficie de las poblaciones y se estimó que se tiene una separación de un rango de 400 a 500 m por cada sitio que se evaluó. Las mallas de puntos se realizaron con programas de SIG (ArGis 10.1.), a la vez se localizan los puntos para poder obtener las coordenadas de los sitios que fueron seleccionados para muestrear.

Se muestrearon 6 sitios por cada población la cual suma 36 sitios de muestreos en general, para poder evaluar cada sitio se utilizó una metodología que es utilizado en diferentes trabajos de investigación para poder muestrear los tipos de vegetación que se presenta dentro del sitio.

3.1.3 Variables evaluadas y muestreo de vegetación

Para poder cuantificar la presencia florísticas arbórea, se utilizaron sitios circulares de 500 m² de un radio de 12.61 m, para la presencia de estrato arbustivo o matorrales, chaparrales se utilizó una parcela circular de 100 m², dentro de los dos círculos se llevó a cabo el muestreo para avaluar el número total de herbáceas con base a la metodología de cuadrantes 1 m² como se representa en la Figura 2, se muestrearon únicamente plantas con una altura mayor de 30 cm, utilizando esta metodología como representación de la parte mínima de una población, además para poder facilitar la evaluación en los lugares que presentan una pendiente prolongada, con el trazo de estos sitios se puede corregir el porcentaje de la pendiente y poder tener una superficie adecuada, con base a la compensación del porcentaje de la pendiente (Franco *et al.*, 1989; Medina, 1983).

Una vez delimitado el área que se requiere evaluar, se divide el área en 4 cuadrantes con la facilidad de no equivocarse en la evaluación de las especies, se empezó evaluando en el cuadrante que apunta hacia el norte y seguir con base al movimiento de las manecillas del reloj o la numeración de 1 a 4, como se describe en la Figura 2.

Para el primer círculo concéntrico es donde se evalúa el matorral, y en segundo círculo es donde se evalúa la parte arbórea y como parte final se hace un muestro dentro de los dos círculos para obtener el número de especies herbáceas.

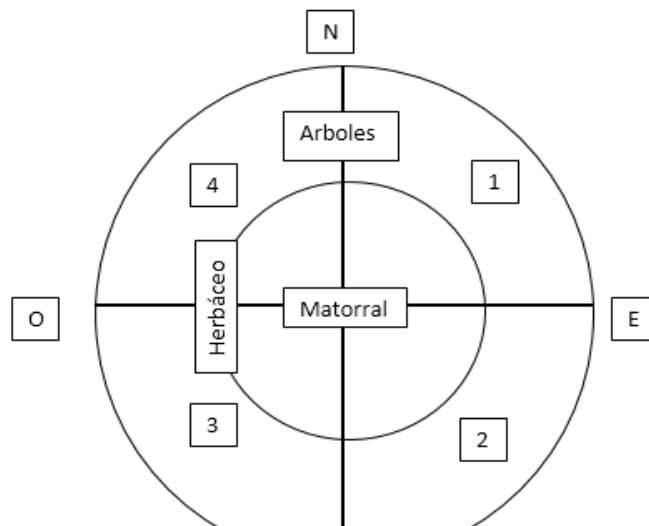


Figura 2. Representación de las parcelas de muestreo.

Se recolectaron muestras botánicas y se herborizaron, posteriormente se etiquetaron de acuerdo a la población donde fueron colectados. Una forma de identificar las especies es recolectar partes de la planta que se pueden distinguir (Flor, hoja, rama, tallo), y para las que no se colectaron partes vegetales se tomaron fotografías. Las muestras se identificaron en el herbario ANSM (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro) y corroborado en el herbario que se encuentre en línea (www.tropicos.org).

La información que se obtiene en cada sitio muestreado es registrada en un formato utilizado en campo. Donde se registraron datos de: estado, municipio y el nombre de la población, además se tomaron datos de altitud, número de sitios evaluados, y la cantidad de especie que se colectaron.

3.2 Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo se capturaron en matrices de hojas de Excel para su fácil manejo a la hora de analizarlos en los programas utilizados.

La diversidad se analizó por los aspectos propuestos por Krebs (1985), riqueza de especies, heterogeneidad y equitatividad.

La riqueza específica de cada población se estimó por la curva acumulada de especies, la cual es el esfuerzo de muestreo requerido para determinar el número de sitios óptimos en un muestreo, esto se realizó de una forma básica en una hoja de Excel, donde la gráfica representa los números de especies encontrados y el aumento de las especies, con base a los números de sitios muestreados.

La heterogeneidad se evaluó por medio de índice de Shannon para las seis poblaciones. Para este caso se utilizó el programa (Past) donde se calculan los valores de los índices que se basa en la siguiente fórmula:

El índice Shannon - Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de especies.

S = número de especies.

p_i = proporción de muestras totales pertenecientes a i especie.

\log_2 = logaritmo en base dos.

El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea por logaritmo natural (\ln) o con el logaritmo de base 10 (\log_{10}), pero al momento de interpretar y escribir los informes, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Los resultados se expresen en unidades llamadas *nats*, cuando es empleados \ln ; en *bits* cuando la base es 2; o en *digits*, cuando la base es 10 (Ñique, 2010). Para el índice de Shannon se utilizó el \ln para poder comparar los resultados con otros trabajos realizados.

Los valores de la equitatividad de obtuvieron por el mismo programa (Past), la cual se utilizó el método de índices de equitatividad de Shannon basada en la siguiente fórmula:

$$E' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

E' = índice de equitatividad de Shannon.

H' = índice de Shannon - Wiener.

$\text{Max } H'$ = máxima diversidad posible = $\log_2 s$.

$\log_2 s$ = \log_2 de número de especies.

El índice de equitatividad de Shannon utiliza la máxima diversidad posible (H'_{max}) que es el resultado de una situación donde todas las especies tienen abundancias iguales. La proporción resultante de dividir el índice de Shannon-Wiener

(H') entre la máxima diversidad posible (H'max) puede usarse como una medida de equitatividad (Franco *et al.*, 1989).

De la misma manera se analizaron los datos con el complemento de Simpson para obtener los valores de equitatividad. La fórmula de equitatividad con el complemento de Simpson es representado por la siguiente formula:

$$E_{1/D} = \frac{(1/D)}{s}$$

Dónde:

$E_{1/D}$ = índice de equitatividad de Simpson.

$1/D$ = inverso del índice de Simpson.

S = número de especies en la muestra.

Índice de equitatividad de Simpson, tiene un valor de 0 a 1.

Para los valores de índice de diversidad y los valores de equitatividad se sometieron a una prueba de análisis de varianza (ANOVA), para un diseño completamente al azar y comparación de media de Tukey con un 95% de confiabilidad y el 5% de error, para ver si existe diferencia significativa entre estos valores en cada población.

El cual consiste en la siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = es la j-ésima valor del sitio correspondiente al i-ésima población

μ = es la media general

α_i = es el efecto del i-ésimo población

e_{ij} = es el error aleatorio normal e independiente distribuido (NID) con media cero y varianza común $(0, \sigma^2)$.

La similaridad de cada población se obtiene con base a los análisis de especies que se asocian con cada población las cuales son muy representativos, en la cual se obtiene la unión de clusters con base al índice de similaridad de Jaccard el cual es representado con la siguiente formula:

Coeficiente de similaridad de Jaccard:

$$I_j = \frac{C}{a + b - c}$$

Dónde:

a = número de especies presentes en el sitio A.

b = número de especies presentes en el sitio B.

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Los datos para generar el dendrograma y los porcentajes de similaridad con la que se asocia cada población se analizaron con el programa BioDiversity Pro.

Para el agrupamiento total en la formación de las semejanzas entre las poblaciones se llevó a cabo por un procedimiento jerárquico de aglomeración, el cual consiste en que cada objeto u observaciones empiezan dentro de su propio conglomerado, reduciendo su conglomerado paso a paso. Los métodos aglomerativos por lo general van de izquierda a derecha. Dado que los programas informáticos más habituales utilizan los métodos aglomerativos, y los métodos divisivos actúan como métodos aglomerativos al revés (Hair *et al.*, 2008), nos centraremos en los métodos aglomerativos.

En cuanto al desarrollo de los conglomerados o la unión de nuevas poblaciones a uniones ya establecidas se utilizó un criterio de eslabonamiento simple o de distancia mínima (*single linkage*), conocido como el vecino más próximo o más cercano asume que al fusionarse dos objetos se tomarán como características las de aquel elemento que se sea más parecido a aquel con el que se compara, a lo que es lo mismo cuya distancia sea la mínima o bien cuya similitud sea la máxima (De la Garza *et al.*, 2013).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Riqueza de especies

Como parte de la florística de los bosques estudiados se listaron 32 familias, 59 géneros y 82 especies identificadas para las seis poblaciones de *Pinus johannis*.

De las 32 familias que se reportan, nueve son para Cerro el Coahuilón, 14 para Laguna de Sánchez, 16 para Mesa del Rosario, 17 para San Antonio de la Osamenta, 13 para Concepción del Oro y 22 para La Siberia, los datos se presentan en el Anexo 1.

En la riqueza específica contabilizada para cada población, se determinó que Cerro el Coahuilón cuenta con 21 especies, Laguna de Sánchez 24 especies, Mesa del Rosario 28 especies, San Antonio de la Osamenta 29 especies, Concepción del Oro 23 especies, La Siberia 40 especies. Las especies presentes en cada población se listan en el Anexo 1. La riqueza específica de cada población aumenta con base al número de sitios muestreados (figura 3).

La curva de acumulación con mayor número de especies es La Siberia (POB 6, figura 3.) Se observa que la curva no se estabiliza, seguida de esa, se tiende la curva de San Antonio de la Osamenta (POB 4, figura 3.), no se logra distinguir una estabilización por el ascenso de la curva y el aumento de las especies. Para Mesa del Rosario (POB 3) en la Figura 3., no muestra mantenerse con una cierta cantidad de especie en los sitios.

Para Laguna de Sánchez (POB 2, figura 3), se observa que la curva tiene una tendencia uniforme en el sitio 4 y 5 es decir que parece estabilizarse, puesto que no se encontró una especie nueva que aumente la riqueza específica, pero en el sitio seis continuo en aumento la curva de acumulación con una tendencia de tres especies, que no logra estabilizar la curva.

En Concepción del Oro (POB 5, figura 3), de igual manera no muestra una estabilidad en la abundancia de las especies por sitios muestreados.

En el Cerro el Coahuilón es el que presenta menor número de especies acumuladas, y con base a la curva que presenta Figura 3, no existe una estabilización en la tendencia del número de especie conforme a los sitios muestreados.

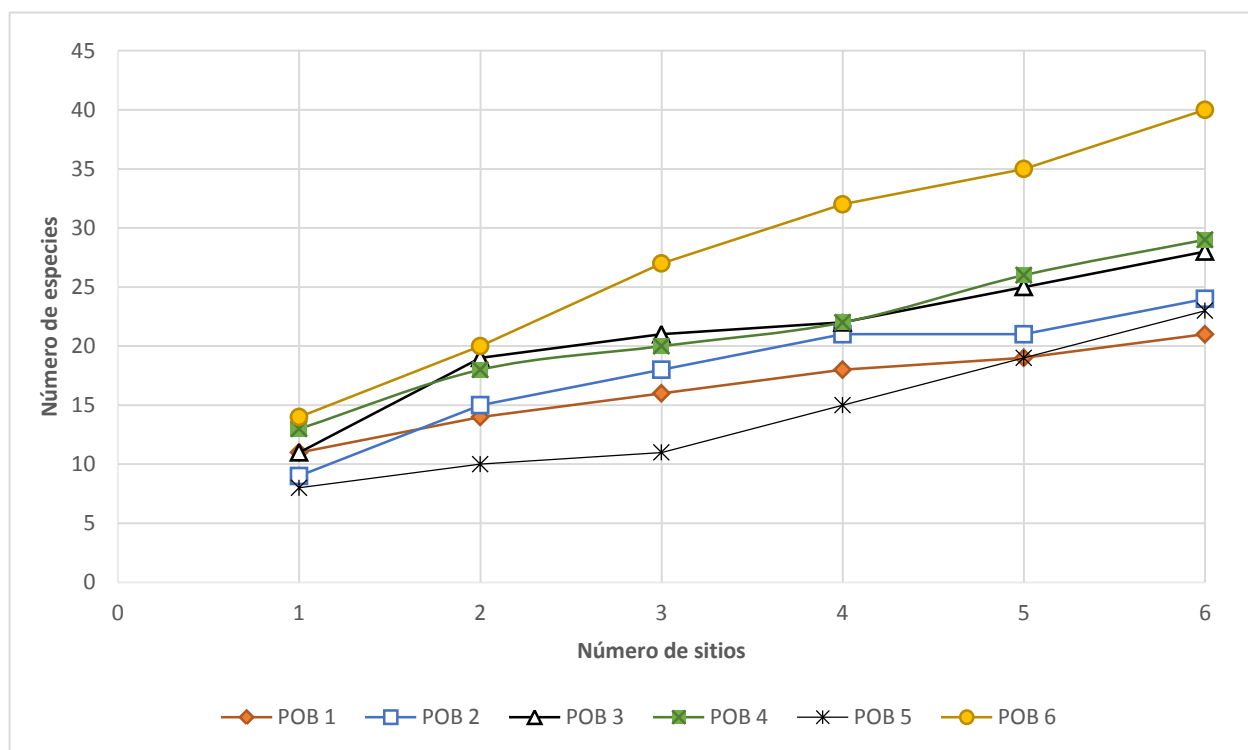


Figura 3. Curva acumulada de especies en seis poblaciones de *Pinus johannis* M.-F. Robert en el noreste de México. POB 1 = Cerro el Coahuilón. POB 2 = Laguna de Sánchez. POB 3 = Mesa del Rosario. POB 4 = San Antonio de la Osamenta. POB 5 = Concepción del Oro. POB 6 = La Siberia.

Las curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se incrementa el esfuerzo de colecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue en el momento en el cual por más que se colecte, el número de especie alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Escalante, 2003), lo cual no ocurre en las poblaciones estudiadas.

En estos casos algunos autores mencionan que una muestra que no logra registrar el 50 % de las especies parece muy mala, pero si ese 50 % de las especies

faltantes representan solo en 1 % de los individuos totales, entonces la muestra pueda considerarse aceptable, aun cuando no detecte muchas especies (Moreno *et al.*, 2011).

Las familias y especies encontradas en las poblaciones de muestreo son característicos de los bosques de pino piñonero, las familias encontradas, son reportadas por Villarreal *et al.*, (2009), para las poblaciones de *Pinus pinceana*. Gordon, de las cuales las siguientes familias son las que se presentan más abundancia dentro de las poblaciones de *Pinus pinceana* y *Pinus johannis*: Asteraceae, Fabaceae, Cactaceae, Poaceae, Scropularaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae, Agavaceae y Laminaceae.

De acuerdo con las 32 familias y 82 especies encontradas en las poblaciones de *Pinus johannis*, se tiene que 24 familias y 31 especies de las encontradas en poblaciones de *Pinus johannis* albergan dentro de los bosques de *Pinus pinceana*.

Al igual que un estudio florístico realizado por Flores (1985) para *Pinus cembroides* en el estado de Nuevo León, se reportan diez especies de las que se tiene en la lista florística en el Anexo 1. Dentro de ello se puede mencionar que las especies no reportadas en otros estudios florísticos son propias de una población.

Como se indica en los bosque de piñoneros en el altiplano sur Zacatecano - Potosino, donde se analizaron las asociaciones florísticas por Romero *et al.*, (2014), se reportan 10 especies de las encontradas en las seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México, donde las familias, Asteraceae, Poaceae, Laminaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, y Cyperaceae son dominantes o con mayor número de especies.

De tal forma el bosque de *Pinus cembroides* es semejante al bosque de *Pinus johannis* en composición florística y es común que cohabiten las dos especies.

Con los datos de familia y riqueza específica (32 familias y 82 especies) en las 6 poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México, se clasificaron las especies conforme a la familia que pertenece, de tal forma que donde la familia Asteraceae cuenta con 18 especies, con mayor número de especies; Pinaceae con 6 especies, las familias que presentan 4 especies son: Asparagaceae, Fagaceae, Fabaceae, Laminaceae, Rosaceae. Familias con 3 especies son: Cactaceae, Ericaceae, Lauraceae, Rhamnaceae. Familias con 2 especies son: Agavaceae, Anacardiaceae, Commelinaceae, Scrophulariaceae, Plantaginaceae. Familias que presentan (una

especie): Adoxaceae, Apiaceae, Berberidaceae, Cupressaceae, Cyperaceae, Ephedraceae, Euphorbiaceae, Garryaceae, Hydrangeaceae, Lythraceae, Oleaceae, Orobanchaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Rubiaceae, Sapindaceae.

Muchas de las especies que no se comparten en las poblaciones, como se muestra en el Anexo 2, esto significa que sus distribuciones son restringidas, las cuales tienen poca presencia por el cambio de topografía, altitud, exposición y substrato, la cual favorecen el crecimiento de nuevas especies en las poblaciones (Romero *et al.*, 2014).

Así mismo existe una buena correlación en el aumento de la altitud con la disminución de las especies como lo menciona Encina *et al.*, (2007), en el estudio de bosque de encino en la Sierra Zapalinamé, Coahuila, la cual limita que otras especies se encuentren en altitudes mayores o menores.

Con base a las cifras de las familias más abundantes, Balleza y Villaseñor (2002), afirman que Asteraceae, es una de las que contribuye de forma importante en la flora de México, además prevalece y sobresale en los tipos de boques de piñoneros, *Quercus* y Matorral Xerófilo.

En el listado florístico que se obtuvo para las seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México, se encontraron especies en categorías de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se describen en el Anexo 1., se listan tres especies con alguna categoría de riesgo, donde *Ferocactus pilosus* Galeotti., se encontró en la población Laguna de Sánchez y en la población Concepción del Oro, la especie *Litsea glaucescens* Kunth, se identificó en la población La Siberia junto con *Pinus pinceana*, por su parte *Pinus johannis* se presenta en todas las poblaciones.

Por el número de especies en alguna categoría de riesgo descritas para las poblaciones de *Pinus johannis* es bajo con base a otras poblaciones de piñoneros como es en el caso de las poblaciones de *Pinus culminicola* en el Cerro Potosí, Galeana, Nuevo León, donde se describen ocho especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies colectadas y descritas por Romero (2012).

Se considera que todas las especies de cada población de *Pinus johannis* son las comunes y se encuentran dentro del área de distribución que señalan otros autores que han realizado trabajos semejantes en análisis florístico en boques de pinos piñoneros.

Se atribuye que las distribuciones de las especies se caracteriza por las regiones climáticas, de la cual las poblaciones se encuentran en una de las dos principales provincias florísticas considerados como reino, reino neártico (Rzedowski, 2006). Este factor es por la cual todas las especies y familias están registradas en los bosques de piñoneros.

Aunque no existen límites precisos entre las regiones florísticas se puede distinguir por las especies, los cambios pueden ser graduales con frecuentes penetraciones profundas de elementos de áreas vecinas que hacen cambiar la flora en las diferentes poblaciones y hacen combinaciones en áreas de transición (Rzedowski, 2006).

Cuadro 9. Riqueza de género y especies por familia en poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Familias	Género	Especies
Asteraceae	<i>Ageratina, Ageratum, Aztecastar, Artemisia, Brickellia, Chysactinia, Conoclinum, Dahlia, Gochnatia, Gymnosperma, Perezia, , Psacalium, Senecio, Tagetes, Stevia, Vigueria, Zaluzania</i>	18
Pinaceae	<i>Pinus, Pseudotsuga</i>	6
Asparagaceae	<i>Dasyilirion, Nolina, Yucca</i>	4
Fabaceae	<i>Lupinus, Cassia, Mimosa, Sophora</i>	5
Fagaceae	<i>Quercus</i>	4
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	4
Rosaceae	<i>Malacomeles, Prunus, Purshia, Vauquelinia</i>	4
Cactaceae	<i>Ferocactus, Opuntia</i>	3
Ericaceae	<i>Arbutus, Arctostaphylos, Camarostaphylis</i>	3
Lauraceae	<i>Litsea</i>	2
Rhamnaceae	<i>Ceanothus</i>	3
Agavaceae	<i>Agave</i>	2
Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	2
Commelinaceae	<i>Aneilema, Tradescantia</i>	2
Plantaginaceae	<i>Penstemon</i>	2
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	2
Adoxaceae	<i>Sambucus</i>	1
Apiaceae	<i>Erygium</i>	1
Berberidaceae	<i>Mahonia</i>	1
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	1
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	1
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	1

Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	1
Garryaceae	<i>Garrya</i>	1
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus</i>	1
Lythraceae	<i>Cuphea</i>	1
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	1
Orobanchaceae	<i>Lamourouxia</i>	1
Poaceae	<i>Nasella</i>	1
Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i>	1
Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	1
Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	1

4.2 Heterogeneidad

Con respecto a la heterogeneidad Cuadro 8 y Figura 4., la población que presentó mayor valor promedio del índice de Shannon-Wiener es La Siberia con (2.333 nats) por tener mayor riqueza de especies, siguiendo Mesa del Rosario con (2.331 nats), San Antonio de la Osamenta con (2.202 nats), Laguna de Sánchez con (1.956 nats), Cerro el Coahuilón (1.833 nats) y Concepción del Oro con (1.822 nats) la cual fue el valor más bajos dentro de todos los valores analizados.

Tomando en consideración que los valores de diversidad arriba de 3 nats criterio tomado por Margalef (1972) son valores altos. Los valores de las poblaciones se encuentran con valores medios de índices de diversidad (Encina *et al.*, 2014).

Cuadro 10. Valores de índices de diversidad de seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Población	No. sitios	Riqueza de especies	Heterogeneidad Índice de Shannon	Prueba de Tukey
POB 1	6	21	1.833 nats	B
POB 2	6	23	1.955 nats	B,A
POB 3	6	28	2.331 nats	A
POB 4	6	29	2.202 nats	B,A
POB 5	6	23	1.822 nats	B
POB 6	6	40	2.333 nats	A

Nota: Los valores obtenidos se calcularon con Ln y utilizado la terminación nats. POB 1 = Cerro el Coahuilón. POB 2 =Laguna de Sánchez. POB 3 = Mesa del

Rosario. POB 4 = San Antonio de las Osamentas. POB 5 = Concepción del Oro. POB 6 = La Siberia.

Dentro de los análisis que se realizaron para para ver si existe una diferencia significativa entre las poblaciones, Anexo 3. La prueba de Tukey nos arroja que si existe una diferencia significativa entre las poblaciones.

En el Cuadro 8 y Anexo 4., indica que la población Cerro el Coahuilón (POB 1) y Concepción del Oro (POB 5) tienen la misma letra de clasificación (B) por la prueba de Tukey, y son estadísticamente diferentes a las siguientes poblaciones; población La Siberia (POB 6), población San Antonio de la Osamenta (POB 4), población Mesa del Rosario (POB 3) y a la población Laguna de Sánchez (POB 2).

Los valores de índices de diversidad dan un panorama que, tan diverso es un lugar con base a sus números de especies. Al realizar comparaciones con los valores obtenidos, los bosques de *Pinus johannis* tienen valores semejantes, a los estratos arbustivos y herbáceas de un zacatal de toboso (*Hilaria mutica*) del noreste de Coahuila (Encina *et al.*, 2014) donde reporta un índice de 2.67 nats.

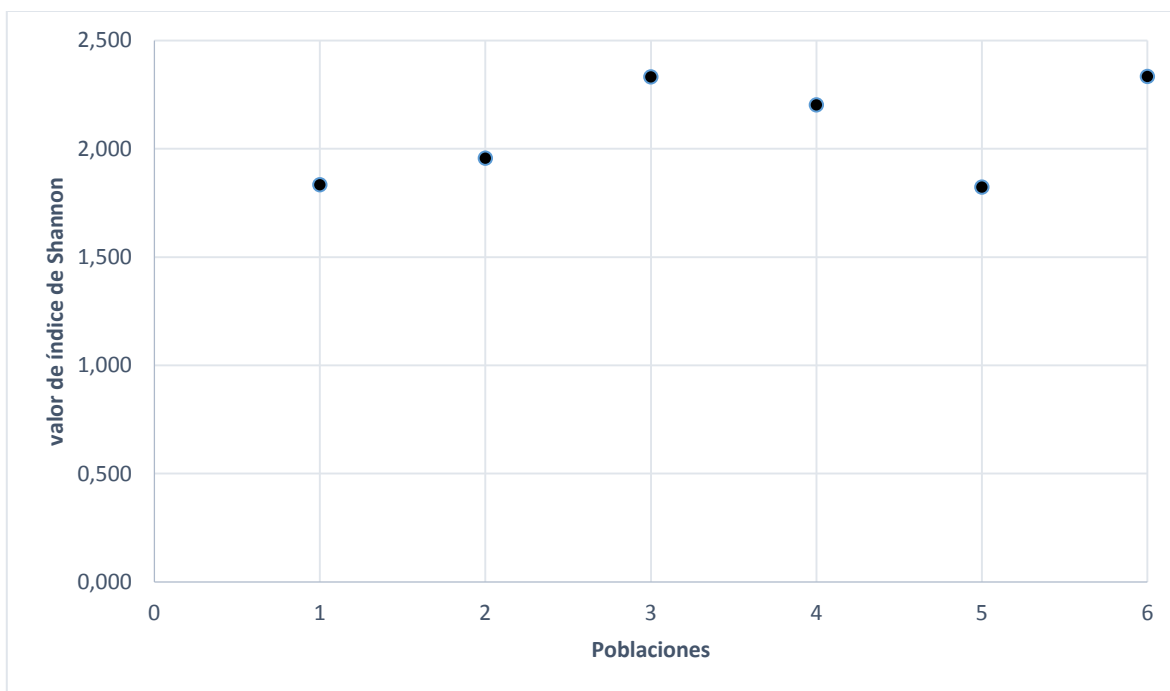


Figura 4. Valores de índices de diversidad de seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

En el caso de matorral submontano en la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, se tiene un índice de diversidad de 3 nats, donde se registró una cantidad de 52 especies (Canizales *et al.*, 2009), los valores no se asemejan para este trabajo, la cual es considerado con valores de diversidad alta.

Para el Altiplano Potosino Hernández y García (1985), presentan valor de diversidad alto que varía de 3.2 a 5 nats, haciendo comparaciones es totalmente bajos los valores, esto se debe a que los sitios evaluados por tales autores, se promovido el desarrollo de los sotobosques y en los lugares con valores intermedios se debió de existían plantas dominantes en cobertura que no permiten el establecimiento de especies.

Los valores de diversidad que se presentan para las poblaciones, el único valor más alto es de (2.333 nats) y los restantes se encuentran debajo de este valor, algunos estudios mencionan que ha existido perdidas de especies por diferentes factores antropogénicos, como es en el caso de Concepción del Oro, que se detecta lugares con sobrepastoreo y presencia de algunos incendios que pudieron reducir la cantidad de especies (Aldrete, 1891), de tal forma que los índices de diversidad se reducen porque están ligados a los números de especies.

En el caso de la población Cerro el Coahuilón que tiene el índice de diversidad más bajo, se presenta en terrenos escarpados y el poco material orgánico acumulado, que propicie la existencia de especies que favorezcan una diversidad alta, además se nota la presencia de pastoreo y la modificación de vegetación natural de algunas zonas, con carácter de actividad agrícola que intervienen en la parte baja de la población tal como lo afirma García y Passini, (1993). Quizá debido a la fecha en la que se evaluaron los sitios, las cuales se realizaron en abril, temporada en que la lluvia es escasa y la riqueza de especie es menor, la cual puede estar ligada al resultado.

Para un bosque de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, en el estado de Tlaxcala, Carrillo (2009), menciona que los valores de índice de diversidad oscilan entre (0.32 nats a 0.47 nats), esto se debe a la influencia del sobrepastoreo, los valores se consideran que son bajos. Estos son factores que se relacionan directamente con la perdida de especies en las comunidades locales ya que la riqueza de especie es la más afectadas por dichos factores.

4.3 Equitatividad

La equitatividad es el grado en que se encuentra una población con pocas especies comunes y muchas especies raras en abundancia, respecto de una población donde todas las especies son comunes (Krebs, 1985).

Con base a los valores de índice de equitatividad (Cuadro 9 y Figura 5)., la población Mesa del Rosario presenta el valor más alto con (0.905) que las demás poblaciones presentes, además le sigue San Antonio de la Osamenta que cuenta con un valor de (0.899), La Siberia con un valor de (0.896), Concepción del Oro (0.836), Laguna de Sánchez con un valor de (0.828) y por último Cerro el Coahuilón con un valor de (0.813).

La mayoría de las poblaciones presentan una buena distribución de las especies dentro de las ellas. La equitatividad siempre toma un valor comprendido entre 0 y 1 (Melic, 1993).

Al realizar la comparación entre las poblaciones considerando los valores de equitatividad, se considera que no existe una diferencia significativa con la prueba de Tukey de acuerdo con lo especificado en el Anexo 5., y con lo descrito el Anexo 6.

La población Mesa del Rosario por el valor que presenta es más homogénea debido a su valor se acerca más a 1 por el grado de uniformidad de las abundancias relativas de las especies. Esto indica que las poblaciones no presentan dominancia por una sola especie en común las cuales se detectaron en los muestreos realizados.

Cuadro 11. Valores de equitatividad de seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Población	No. sitios	Riqueza de especies	Equitatividad de Shannon	Equitatividad de Simpson
POB 1	6	21	0.813	0.560
POB 2	6	23	0.828	0.586
POB 3	6	28	0.905	0.740
POB 4	6	29	0.899	0.692
POB 5	6	23	0.836	0.608
POB 6	6	40	0.896	0.676

POB 1 = Cerro el Coahuilón. POB 2 =Laguna de Sánchez. POB 3 = Mesa del Rosario. POB 4 = San Antonio de la Osamenta. POB 5 = Concepción del Oro. POB 6 = La Siberia.

Al comparar los valores de los índices de equitatividad así como el de Shannon y Simpson, proporcionan resultados iguales que la comunidad con mayor equitatividad que es la Población Mesa del Rosario (POB 3). La equitatividad es la diversidad de las especies entre la riqueza de especies, y al igual que la heterogeneidad depende del número de las especies, por ello es posible que una comunidad rica en especies, es poca equitativa, y que una comunidad tenga un índice de diversidad más bajo que otra comunidad con una riqueza menor pero altamente equitativa (Melic, 1993).

En este caso la población La Siberia (POB 6) con un índice de diversidad más alto de las poblaciones con 2.33 nats, tiene un valor de equitatividad de 0.896 y la población con menor índice de diversidad, es Concepción del Oro (POB 5) con una valor de 1.822 nats, tiene un valor de equitatividad de (0.836), se ve reflejado que los valores de índice de diversidad con mayor valor son lo que tienen menor equitatividad. Población Mesa del Rosario (POB 3) con un índice de diversidad de 2.331 nats, tiene el valor más alto de equitatividad con un valor de 0.905, caso similar que la población Cerro el Coahuilón tiene mayor valor de índice de diversidad que la población Concepción del Oro, y los valores de equitatividad son mayores para Concepción del Oro con 0.836 y para Cerro el Coahuilón con un valor de 0.813 de equitatividad. Para San Antonio de la Osamenta (POB 4) tiene un menor índice de diversidad que La Siberia (POB 6), pero su valor de equitatividad es mayor con un valor de 0.899.

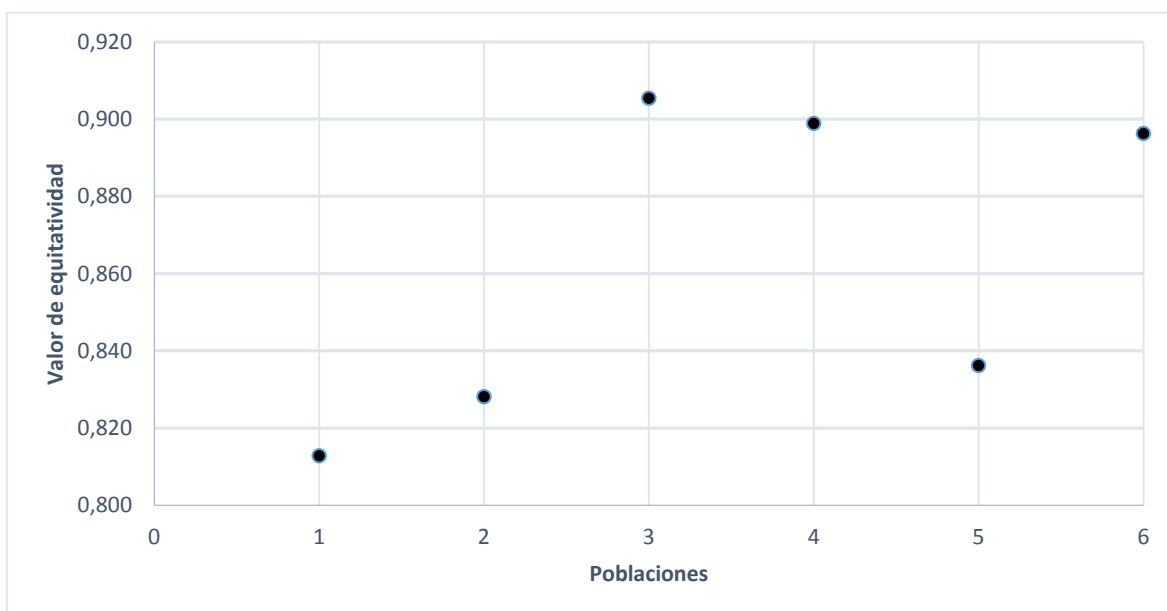


Figura 5. Valores de equitatividad de seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

4.4 índice de similitud

El análisis de agrupamiento de (*Cluster analysis*) es un procedimiento adecuado para el estudio fitogeográfico de comunidades, para el análisis de la semejanza florística entre comunidades, la cual es importante para examinar en nivel de aislamiento entre localidades individuales (Luna - Cavazos *et al.*, 2008).

La clasificación del análisis del dendrograma relevó 2 grupos y un sitio aislado (POB 6). El grupo 1 está conformado por dos poblaciones (POB 2, POB 4) y el grupo 2 está conformado por tres poblaciones (POB 1, POB 5, POB 3), conforme a la Figura 6.

El índice de Jaccard permitió distinguir a las poblaciones que son más semejantes por su composición florística, donde el grupo 1, engloba a la POB 4 (San Antonio de las Osamentas) y POB 2 (Laguna de Sánchez) teniendo un valor de (47.22%) de similaridad la cual fue uno de los valores de más altos de similaridad, descrito en el Anexo 7, con este valor se permitió la unión de las dos poblaciones, en la cual la composición florística para estas, se caracterizan por tener 17 especies en comunes.

En el grupo 2, agrupa a la población Cerro el Coahuilón (POB 1) y Concepción del Oro (POB 5) con un valor de (46.66%) de similaridad, los valores son descritos en el Anexo 7, además dentro este grupo se encuentra Mesa del Rosario (POB 3) que se une a las poblaciones (POB 1 y POB 5), que tiene un porcentaje de similaridad promedio de (42.89%).

En cuanto a la composición florística de la población Cerro el Coahuilón (POB 1) y la población Concepción del Oro (POB 5), tienen un compartimiento de 14 especies en común, la cual permitió la unión de las dos poblaciones, y Mesa del Rosario (POB 3) que se asemeja a los valores de estas poblaciones, comparte 11 especies en común con la (POB 1 y POB 5).

Con base al aislamiento de la población La Siberia (POB 6) presentan un valor de similitud relativamente bajo con un promedio de (12.14%) de similaridad, valor

descrito en el Anexo 6., la cual no se relaciona con las demás poblaciones por la poca combinación florística, Figura 6.

Además esta población se encuentra en una distribución geográfico aislado en cuanto a las demás poblaciones, la cual se atribuye que ese es la idea más razonable del aislamiento dentro del dendrograma realizado en el análisis cluster de todas las poblaciones descritas (Luna - Cavazos *et al.*, 2008).

Por lo general como lo describe Luna - Cavazos *et al.* (2008), las poblaciones de pinos piñoneros se relacionan, en general, por cercanía geográfica y por su localización en una misma provincia geográfica, la cual muchas de las poblaciones se relacionan fácilmente y en el caso contrario para la población La Siberia.

Además de esto, las barreras montañosas pueden tener un efecto en cuanto a la distribución de las especies, ya que es un factor donde algunas poblaciones tengan limitaciones de la humedad proveniente del Golfo de México, lo que hace que no se desarrollen las mismas condiciones y se refleje en las semejanzas florísticas de las poblaciones (Pérez - Santiago *et al.*, 2009).

Jaccard Cluster Analysis (Single Link)

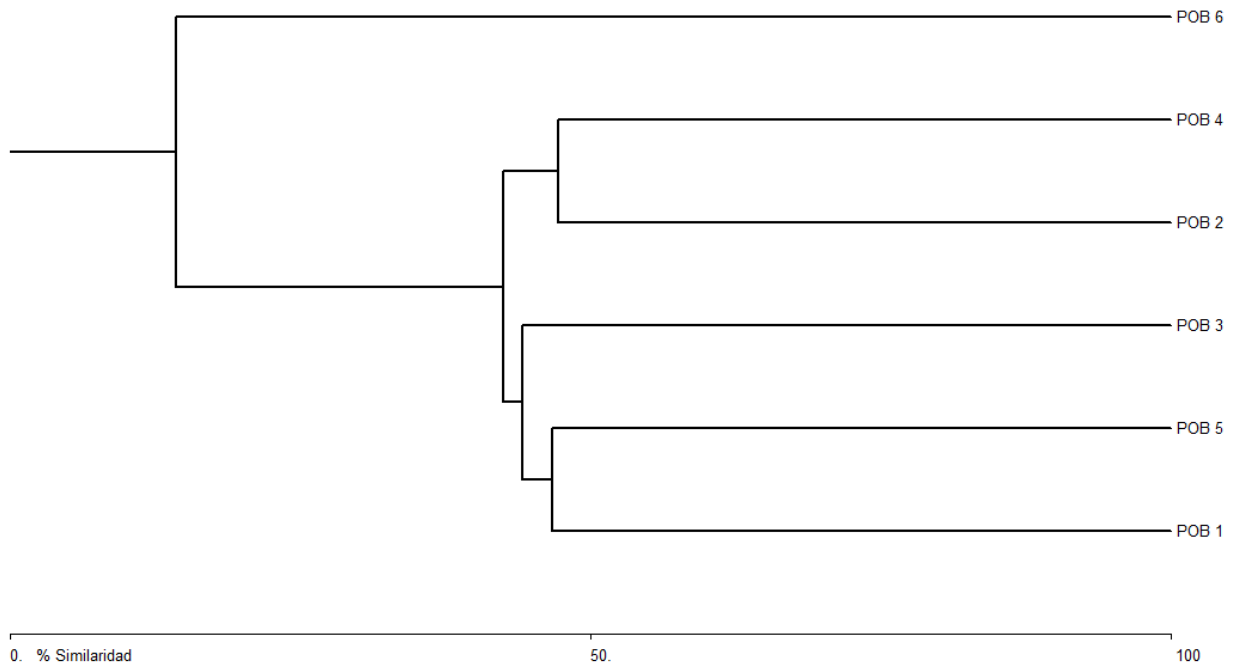


Figura 6. Dendrograma de seis poblaciones de *Pinus johannis*, en el noreste de México. POB 1 = Cerro el Coahuilón. POB 2 =Laguna de Sánchez. POB 3 = Mesa del Rosario.

POB 4 = San Antonio de la Osamenta. POB 5 = Concepción del Oro. POB 6 = La Siberia.

Con base a la distribución de las poblaciones, se considera que eso hace que su semejanza se relaciones más por la cercanía, como es el caso del primer grupo que se forma por San Antonio de la Osamenta y Laguna de Sánchez, la cual se encuentran paralelamente distribuidos y se encuentran más a las orillas de las cadenas montañosas eso hace que tengan un comportamiento diferente por las especies que albergan. Este efecto contribuye más a la humedad y hace que se desarrollen especies de hojas anchas y de clima húmedo o subhúmedo (Marroquín, 1969).

Para las poblaciones Cerro el Coahuilón, Concepción del Oro, Mesa del Rosario, que conforma el grupo dos, se presentan en áreas más cercanas a eso se le atribuye la semejanza dentro del dendrograma en la Figura 6. La localización de estas poblaciones que se distribuyen más al centro del país, pude ser por la cual se unen en cuanto a la comparación de las especies que albergan las cuales son de afinidad xerófila (Marroquín, 1969).

Las semejanzas de las poblaciones se podría entender que el algún tiempo estuvieron conectados y con el paso del tiempo se fueron degradando por diferentes factores bióticos o abióticos hasta formar una sola isla alejada con es el caso de La Siberia que se desarrolla en condiciones diferentes para albergar un mayor número de especies, o no es afectado totalmente por las cadenas montañosas (Challenger *et al.*, 2009).

De las cantidades totales de ensamblajes de especies por poblaciones que los hacen similares, existen ciertas especies que se encuentran albergados dentro de las poblaciones y son propios del lugar las cuales contribuyen a una mayor semejanza en el dendrograma (Figura 6).

La semejanza para el grupo 1, que engloba a la Población San Antonio de la Osamenta (POB 4) y a la población Laguna de Sánchez (POB 2), se debe por albergar especies que no se encuentran en otras poblaciones como es en el caso de *Rhus muelleri* Standl. & F.A. Barkley., *Buddleja scordioides* Kunth., *Fraxinus greggii* A. Gray. Además se caracterizan por tener especies que están presentes tres poblaciones como; *Agave lechuguilla* Torr., *Ferocactus pilosus* Galeotti., y *Malacomeles denticulata* (Kunth) G.N. Jones.

Para el grupo 2, la población Concepción del Oro (POB 5) es semejante a Cerro el Coahuilón (POB 1), por incluir a *Ceanothus greggii* A.Gray y *Quercus greggii* (A. DC.) Trel, las cuales son características y de esas poblaciones. En la unión de la población Mesa del Rosario (POB 3) a las dos poblaciones anteriores se tiene un compartimiento de las siguientes especies que los hace más a fines; *Ageratina saltillensis* (B.L. Rob.) R.M King & H. Rob., *Ceanothus buxifolius* Willd. ex Kunth., y *Yucca carnerosana* (Trel.) McKelvey.

En los índices clásicos se conocen más por tener en cuenta el número de especies compartidas por dos ensamblajes y el número de especies únicas en cada ensamblaje, y el número de especies únicas en cada muestra (Chao *et al.*, 2004).

Las poblaciones con mayor semejanza tienen las mismas especies que son propias de las poblaciones y no se reportan para las otras poblaciones. Concepción del Oro (POB 5) y Cerro el Coahuilón (POB 1) tienen dos especies que son características. Para Concepción del Oro se presenta las especies, *Ephedra trifurca* Torr. ex S. Watson y *Opuntia rastrera* F.A.C. Weber y para Cerro el Coahuilón se tiene las especies *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco y *Quercus saltillensis* Trel. Para Mesa del Rosario (POB 3) tiene cinco especies que no comparte con otras poblaciones como: *Buddleja tomentella* Standl., *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq., *Garrya ovata* Benth., *Litsea parvifolia* (Hemsl.) Mez., y *Pinus greggii* Engelm. ex Parl.

Para la población Laguna de Sánchez (POB 2) y San Antonio de la Osamenta (POB 4), tienen diferencia de especies exclusivas pero comparten especies que son propias de las poblaciones la cual hace que su similaridad se integre. Para Laguna de Sánchez se tienen tres especies que son exclusivos. Las cuales son: *Cassia* sp., *Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff. y *Viguiera stenoloba* S.F. Blake, y para San Antonio de la Osamenta se cuenta con cinco especies que son exclusivos las cuales son: *Aztecaster matudae* (Rzed.) G.L.Nesom., *Chrysactinia mexicana* A. Gray., *Comarostaphylis polifolia* (Kunth) Zucc., *Jatropha dioica* Cerv., *Salvia reflexa* Hornem., *Vauquelinia californica* (Torr.) Sarg., aun con esas especies siguen siendo similares florísticamente.

Para la población La Siberia presentan 31 especies exclusivas o endémicas, por lo tanto no genera similaridad con ninguna población Figura 6.

5 CONCLUSIONES

Existe diferencia en la composición florística entre las poblaciones de *Pinus johannis*.

La riqueza de especies varía entre poblaciones y se considera como valor promedio con base a otras poblaciones de piñoneros.

Las poblaciones de *Pinus johannis* presentan un grado de heterogeneidad medio, presentan un grado de equitatividad alto y un grado de similitud bajo entre las poblaciones.

Con base a la lista florística se tienen 82 especies, de las cuales 3 especies están catalogados bajo estatus de conservación.

6 RECOMENDACIONES

Debido a la variación en la riqueza de especies se deberá realizar el muestreo a través de las estaciones del año, esto para detectar todas las especies presentes, especial en la temporada de lluvias que en la región coincide con el verano.

Considerar aumentar el número de sitios muestreados para tener una curva asintótica de la riqueza de especies.

Proponer e impulsar propuestas de conservación y manejo para las diferentes poblaciones de *Pinus johannis*, apoyándose en los resultados obtenidos en este estudio ya que tienen un valor ecológico importante.

7 LITERATURA CITADA

- Aldrete, M. E. 1981. Estudio ecológico de los agostaderos del estado de Zacatecas. Tesis de Licenciatura. U. A. Ch. Chapingo, México. 149 p.
- Arriaga, L., J. M Espinoza., C. Aguilar., E. Martínez., L. Gómez. y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. [En línea]. Escala de trabajo 1:1, 000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. [Consultado: 03 de febrero de 2015]. Disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tnoreste.html>>.
- Austin, P. M. 1985. Continuum concept, ordination methods, and niche theory. *Annual Review and Ecology Systematics* 16:39-61.
- Badii M. H., J Landeros, R Foroughbakhch. y J. L Abreu. 2007. Biodiversidad, evolución, extinción y sustentabilidad. *Daena: International Journal of Good Conscience* 2(2):229-247.
- Balleza J de J. y J. L Villaseñor. 2002. La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas, México. *Acta Botánica Mexicana* 59:5-69.
- Barrera A. J. D. 2007. Aspectos ecológicos de poblaciones de *Pinus johannis* M.-F. Robert. en la sierra plegada de Coahuila y Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 45 p.
- Becerra P. y G. Cruz. 2000. Diversidad vegetacional de la reserva nacional malalcahuello, IX región de Chile. *Bosque* 21(2):47-68.
- Benítez, D. H. y R. Bellot M. 2003. Biodiversidad: uso amenaza y conservación. In: *Conservación de ecosistemas templados*. Primera edición. México, D. F. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. pp:93-105.
- Caballero, D. M. y R. Ávila F. 1989. Importancia actual y potencial de los pinos piñoneros en México. In: *III Simposio nacional sobre pinos piñoneros*. Flores F., J., D., Flores L.J. García M. E. y Lira S. H., R. Saltillo, Coahuila. Octubre 1989. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Instituto Nacional Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. pp. 18-22.
- Campos, D. J. L. 1994. Conservación *ex situ* en el *Pinetum* "Maximino Martínez" de Chapingo. *Revista de Geografía Agrícola* 20:125-135.

- Canizales-Velázquez, P. A., E. Alanís-Rodríguez., R. Aranda-Ramos., J. M. Mata-Balderas., J. Jiménez-Pérez., G. Alanís-Flores., J. I. Uvalle-Sauceda. y M. G. Ruiz-Bautista. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(2):115-120.
- Carrillo, F. J. A. 2009. Estructura y regeneración de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey en Santa María Las Cuevas, Tlaxcala. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 64 p.
- Challenger, A., R. Dirzo, J. C. López A., E. Mendoza., A. Lira N. y I. Cruz .2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional del Conocimiento y el uso de la Biodiversidad, México, pp. 37-73.
- Chao, A., R. L. Chazdon., R. K. Cowell. y S. Tsung-Jen. 2004. Un Nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. *Ecology* 8:148-159.
- Colwell, R. K., C. Xuan M. y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence - based species accumulation curves. *Ecology* 85:2717-2727.
- CONABIO, 2006. *Capital natural y bienestar social*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 71 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. *Estrategia mexicana para la conservación vegetal: Objetivos y Metas*. México. 32 p.
- De la Fuente, F. S. 2011. *Análisis conglomerados*. Facultad de Ciencias Económicas y empresariales, Universidad Autónoma de Madrid. 55 p.
- De la Garza G, J., B. N Morales S. y B. A. González C. 2013. *Análisis estadístico multivariante*. Primera edición. McGraw - Hill. México, D.F. pp 395-478.
- Delgado, V. P., J. J. García M., U Manzanilla Q., M Martínez M. y C Flores L. 2013. Áreas productoras de semillas de conservación de *Pinus johannis* M.F. Robert en la Sierra Madre Oriental. In XI congreso mexicano sobre recursos forestales, *Memorias de resúmenes*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro,

- Sociedad Mexicana de Recursos Forestales, A.C. Primera edición. Saltillo, Coahuila, México, del 1 al 4 de octubre de 2013. 152 p.
- Eguiluz, P, T. 1982. Clima y distribución del género *Pinus* en México. Ciencia Forestal. Instituto Nacional de Investigación forestal 38(7):30-44.
- Encina-Domínguez. J. A., A. Zárate-Lupercio., J. Valdés-Reyna. y J. A. Villarreal-Quintanilla. 2007. Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 81:51-63.
- Encina, D. J.A., J. Valdés, R. y J. A. Villarreal. Q. 2014. Estructura de un zacatal de toboso (*Hilaria mutica*: poaceae) asociado a sustrato ígneo en el noreste de Coahuila, México. Journal of the Botanical Reserch Institute of Texas 8(2):583-594.
- Escalante, E. T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores de CHAO. Elementos: Ciencia y Cultura 52:53-56.
- Flores-Rentería, L., A. Vázquez-Lobo., A.V. Whipple., D. Piñero, D. Piñeros., J. Márquez-Guzmán. and C. A. Domínguez. 2011. Functional bisporangiate cones in *Pinus johannis* (pinaceae): implications for the evolution of bisexuality in seed plants. American Journal of Botany 98(1):130-139.
- Flores, L. C., A. Aguilar S., S. Valencia M. y E. H. Cornejo O. 1998. Potencial y eficiencia de semillas en tres poblaciones naturales de *Pinus johannis* M-F. Robert. Proyecto de investigación 02.03.0207.24.12 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). [En Línea]. [Fecha de consulta: 27 de enero de 2015]. Disponible en: <<http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/recforestales/potencial.pdf>>.
- Flores, O. R. 1985. Estudio florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. En Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. In IX Congreso Forestal Nacional, memorias Linares, Nuevo León, del 10, 11 y 12 de junio de 1985. Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables, Linares, Nuevo León. pp. 121-129.
- Fonseca, J. R. M. 2003. Piñas y piñones. Ciencias 69:64-45.

- Franco, L. J. G., G. De la Cruz A., A. Cruz G., A. Rocha R., N. Navarrete S., G. Flores M., E. Kato M., S. Sánchez C., L. G Abarca A. y C. M Bedia S. 1989. Manual de ecología. 2ª edición. Trillas. México, D.F. pp: 128-131.
- García, A. A. y M. - F. Passini. 1993. Distribución y ecología de *Pinus johannis* M-F. Robert. Phytologia 74(2):125-127.
- García, E. 1998. [En línea]. Climas, clasificación de Köppen, modificado por García, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Escala 1: 1000000. México. 2001. [Fecha de consulta 10 de febrero de 2015]. Disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>.
- García, F.J., R. Tapias., M. Fernández., J. Vázquez F. y L. Salvador. 2010. La biodiversidad como herramienta en la gestión y certificación forestal: zonas de alto valor de conservación en montes madereros del sureste peninsular. Boletín Informativo del centro de investigación y documentación del eucalipto 8(9):57-73.
- García, G. V. 2013. Diversidad genética, estructura genética y sistema de cruzamiento en *Pinus johannis*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 47 p.
- García, M., E. 1985. Estado actual de conocimiento de los pinos piñoneros. 1er Simposium Nacional sobre pinos piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. In IX Congreso Forestal Nacional, memorias Linares, Nuevo León, del 10, 11 y 12 de junio de 1985. Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables, Linares, Nuevo León. pp. 1-18.
- Gernandt, S. D y J. A. Pérez-de la Rosa. 2014. Biodiversidad de pinophyta (coníferas) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85:126-133.
- Hair F.J., R. E. Anderson., R. L. Tatham. y W. C. Black. 2008. Análisis multivariante. Quinta edición. Pearson Prentice Hall. Madrid, España. 799 p.
- Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? In: La diversidad biológica de Iberoamérica. Primera edición. México. pp 3 - 25.
- Halffter, G., C. E. Moreno. y E. Pineda O. 2001. Manual para la evaluación de la biodiversidad en reserva de la biosfera. M y T - Manuales y Tesis SEA, Vol. 2. Zaragoza. 80 p.

- Hernández, B. E. S. y H. Sainz O. 1984. El análisis de semejanza aplicado al estudio de barreras y fronteras fitogeográficas: su aplicación a la corología y endemoflora ibéricas. *Anales jardín botánico de Madrid* 40(2):421-432.
- Hernández, R. A. y E. García M. 1985. Datos estructurales de algunos piñonares del altiplano potosino. In: III Simposio nacional sobre pinos piñoneros. Flores F., J., D., Flores L.J. García M. E. y Lira S. H., R. Saltillo, Coahuila. Octubre 1985. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, INIFAP. pp. 150-159.
- INIFAP y CONABIO. 1995. [En línea]. Edafología, escalas 1: 250,000. Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuario (INIFAP) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, 2001. [Fecha de consulta: 10 de febrero de 2015]. Disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>.
- IUSS, ISRIC, FAO. 2007. Base referencia mundial del recurso suelo. Primera edición. Roma. 130 p.
- Klein, E. 2004. Estructura de las comunidades, una guía de análisis de datos utilizando R. Dpto. estudios ambientales, laboratorio de ecología 2. 19 p.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología, Estudio de la distribución y la abundancia. Blanco, C.J. 2ª edición. Harla. México, D. F. pp. 495-536.
- Lanner, R. M. 1981. The piñon pine a natural and cultural history. Nevada, USA: University of Nevada Press. 36 p.
- Lara, R. A. E. 2011. Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la sierra el mascarón, en el norte de zacatecas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 54 p.
- López, C. Y. 2005. Producción y viabilidad de semillas de *Pinus johannis* M.-F Robert en dos poblaciones naturales de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 93 p.
- Lozada, D. J. R. 2010. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Revista Forestal Venezolana* 54(1):77-88.
- Luna-Cavazos. M., A. Romero-Manzanares., y E. García-Moya. 2008. Afinidades en la flora de piñonares del norte y centro de México: un análisis fenético. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:449-458.

- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44:211-235.
- Marroquín, S. J. 1969. Vegetación y florística del noroeste de México. II. El bosque deciduo templado. *Compilaciones y adiciones. IV Congreso Mexicano de Botánica celebrado en Monterrey y Saltillo en septiembre de 1969. Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables, Linares, Nuevo León.* 29 p.
- Medina, B. R. 1983. Delimitación de sitios circulares de muestreo en investigaciones forestales. *Revista Ciencias Forestales* 43(8):3-23.
- Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica paradójica y problemas. *Zapateri, Revista, Aragonesa, Entomológica* 3:97-103.
- Mondragón, M. A y M. Olayo A. 1985. El manejo de pino piñonero en México 1er Simposium Nacional sobre pinos piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. In IX Congreso Forestal Nacional, memorias Linares, Nuevo León, del 10, 11 y 12 de junio de 1985. Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables, Linares, Nuevo León. pp. 211-214.
- Monroy, V. O. 2003. Principios generales de la biología de la conservación. In: *Conservación de ecosistemas templados. Primera edición. México. D. F. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.* pp: 107-116.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M.T. *Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España.* 83 p.
- Moreno, C. E., F. Barragán., E. Pineda. y N. P Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativa para interpretar y compara información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1249-1261.
- Mostacedo, B. y T.S. Fredericksen. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Editora el País. Santa Cruz, Bolivia.* 87 p.
- Neyra, G. L. y L. Durand S. 1998. BIODIVERSIDAD. In: *La diversidad biológica de México estudio de país. Primera edición. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.* pp: 62-98.

- Ñique, M. 2010. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 17 p.
- Passini, M-F. 1985. Algunas consideraciones acerca de los piñoneros en México. 1er Simposium Nacional sobre pinos piñoneros. Universidad Autónoma de Nuevo León. In IX Congreso Forestal Nacional, memorias Linares, Nuevo León, del 10, 11 y 12 de junio de 1985. Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de silvicultura y manejo de recursos renovables, Linares, Nuevo León. pp. 130-136.
- Pérez-Santiago A. L., E. J. Jardel-Peláez., R. Cuevas-Guzmán. y F. M. Huerta-Martínez. 2009. Vegetación de bordes en un bosque mesófilo de montaña del occidente de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 85:31-49.
- Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon; USA. 231 p.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia 31(8):583-590.
- Prodan, M., R. Peters., F. Cox. y P. Real. 1997. Mensura Forestal. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. pp. 221-227.
- Rickards, G. J. y C. Pígueron. 2003. Financiamiento de programas para conservación de ecosistemas templados de montaña. In: Conservación de ecosistemas templados Primera edición. México, D. F. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. pp: 301-316.
- Robert, M.-F. 1978. Un nouveau pin pignon mexican: *Pinus johannis* M.-F. Robert. Andanonia Paris 18(3):365-373.
- Romero, A., M. Luna. y E. García. 2014. Factores físicos que influyen en la relaciones florísticas de los piñonares (Pinaceae) de San Luis Potosí, México. Revista Biológica Tropical 62(2):795-808.
- Romero-Manzanares, A., J. L. Flores-Flores., M. Luna-Cavazos. y E. García-Moya. 2012. Effect of slope and aspect the associated flora of pinyon in central mexico. The southwestern naturalist 57(4):452-456.
- Romero, M. A., E. García M. y M-F Passini. 1996. *Pinus cembroides* s. l y *Pinus johannis* del Altiplano Mexicano: una síntesis. Acta Botánica Gallica 143(7):681-693.

- Romero, P.C. 2012. Fitodiversidad del Cerro el Potosí, Galeana, Nuevo León. Seminario de posgrado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. 271-278.
- Rosas, R. C. O. y H.J. López. 2002. Distribución y estado de conservación del jaguar en Nuevo León. In: El jaguar en el nuevo milenio (R.A Medellín et al., eds). Fondo de cultura económica-Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society. pp 393-401.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México, 504 p.
- Sánchez, O. 2003. Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. Primera edición. México. D. F. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales. 316 p.
- Sánchez, R. H. 2013. Sobrevivencia y crecimiento de *Pinus johannis* M.-F. Robert en un ensayo de procedencia a diez años de su establecimiento en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena vista, Saltillo, Coahuila. 43 p.
- SARH, 1992. Inventario Nacional de Gran Visión, 1991 - 1992; uso de suelo y vegetación. [En línea]. Escala: 1, 000,000. Subsecretaria Forestal y de la Fauna Silvestre. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2015.]. Disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>.
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM – 059 – SEMARNAT - 2010, Protección ambiental - Especie nativas de México de flora y fauna silvestre - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. DIARIO OFICIAL. 30 de diciembre de 2010. [En línea]. México. 79 p. [15 de febrero de 2015]. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf>.
- Villa, P. V. H. 2010. Producción de semillas e indicadores reproductivos de *Pinus johannis* M.-F Robert en el noreste de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 93 p.

- Villalba, L. E. R. 2009. Diversidad y estructura de especies leñosas en poblaciones de *Picea martinezii* T.F. Petterson en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 68 p.
- Villarreal, H., M Álvarez., S. Córdoba., F. Escobar., G. Fagua., F. Gast., H. Mendoza., M. Ospina. y M. Umaña A. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia. 239 p.
- Villarreal, Q. J. A., O. Mares A., E. Cornejo O. y M. A. Capó A. 2009. Estudio florístico de los piñonares de *Pinus pinceana* Gordon. Acta Botánica Mexicana 89:87-124.
- Villaseñor, L. J. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75:105-135.
- Whittaker, H. R. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21:213-251.

ANEXOS

Anexo 1. Listado florístico en seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México. POB 1 = Cerro el Coahuilón. POB 2 = Laguna de Sánchez. POB 3 = Mesa del Rosario. POB 4 = San Antonio de la Osamenta. POB 5 = Concepción del Oro. POB 6 = La Siberia.

Especies	POB 1	POB 2	POB 3	POB 4	POB 5	POB 6	Categoría	Distribución
Adoxaceae								
<i>Sambucus nigra</i> L.						X		
Agavaceae								
<i>Agave gentryi</i> B. Ullrich.	X	X	X	X	X	X		
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	X		X		X			
Anacardiaceae								
<i>Rhus muelleri</i> Standl. & F.A. Barkley.		X	X	X				
<i>Rhus virens</i> Lindh. ex A. Gray.		X	X	X		X		
Apiaceae								
<i>Eryngium</i> sp.						X		
Asparagaceae								
<i>Dasyllirion cedrosanum</i> Trel.	X	X	X	X	X			

<i>Nolina cespitifera</i> Trel.		X	X	X	
<i>Nolina hibernica</i> Hochstätter y D. Donati.					X
<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey.	X	X		X	
Asteraceae					
<i>Ageratina saltillensis</i> (B.L. Rob.) R.M King & H. Rob	X	X		X	
<i>Ageratina</i> sp.					X
<i>Ageratum corymbosum</i> (Zucc).					X
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.					X
<i>Aztecaster matudae</i> (Rzed.) G.L.Nesom.			X		
<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray.	X	X	X	X	
<i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray.			X		
<i>Conoclinium greggii</i> (A. Gray) Small.					X
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.					X

<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray.			X	X			
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	X	X	X	X	X		
<i>Perezia sp.</i>							X
<i>Psacalium peltatum</i> (Kunth) Cass.							X
<i>Senecio aschenbornianus</i> S. Schauer.							X
<i>Stevia eupatoria</i> (Spreng.) Willd.							X
<i>Tagetes lucida</i> Cav.							X
<i>Viguiera stenoloba</i> S.F. Blake.		X					
<i>Zaluzania megacephala</i> Sch. Bip.							X
Berberidaceae							
<i>Mahonia trifoliolata</i> (Moric.) Fedde.					X	X	
Cactaceae							
<i>Ferocactus pilosus</i> Galeotti.		X		X	X		Pr Endémica
<i>Opuntia rastrera</i> F.A.C. Weber.		X					

<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.						X
Commelinaceae						
<i>Aneilema karwinskiana</i> (Roem. & Schult.) Wood.						X
<i>Tradescantia sp.</i>						X
Cupressaceae						
<i>Juniperus erythrocarpa</i> Cory.			X			X
Cyperaceae						
<i>Cyperus sp.</i>						X
Ephedraceae						
<i>Ephedra trifurca</i> Torr. ex S. Watson.						X
Ericaceae						
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.	X	X	X			X
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth.	X		X			
<i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc.					X	
Euphorbiaceae						
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.					X	

Fabaceae

<i>Cassia sp.</i>		X					
<i>Lupinus sp.</i>							X
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.		X	X	X	X		X
<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC.			X	X			

Fagaceae

<i>Quercus greggii</i> (A. DC.) Trel	X					X	X
<i>Quercus hintoniorum</i> Nixon & C.H. Mull.	X	X					
<i>Quercus laeta</i> Liebm.	X	X	X	X			
<i>Quercus saltillensis</i> Trel.	X						
<i>Quercus striatula</i> Trel	X	X				X	X

Garryaceae

<i>Garrya ovata</i> Benth.			X				
----------------------------	--	--	---	--	--	--	--

Hydrangeaceae

<i>Philadelphus madrensis</i> Hemsl.							X
--------------------------------------	--	--	--	--	--	--	---

Lamiaceae

<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.							X
<i>Salvia reflexa</i> Hornem.					X		
<i>Salvia sp.</i>							X

<i>Salvia tiliaefolia</i> Vahl.							X		
Lauraceae									
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth.							X	P	No endémica
<i>Litsea parvifolia</i> (Hemsl.) Mez.			X						
Lythraceae									
<i>Cuphea</i> sp.							X		
Oleaceae									
<i>Fraxinus greggii</i> A. Gray.		X			X				
Orobanchaceae									
<i>Lamourouxia</i> sp							X		
Pinaceae									
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Pinus greggii</i> Engelm. Ex Parl.			X						
<i>Pinus johannis</i> Rob. pass.	X	X	X	X	X	X	X	Pr	Endémica
<i>Pinus pinceana</i> Gordon & Glend.							X	P	Endémica
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lind.	X	X	X	X					
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb) Franco.	X								
Plantaginaceae									

<i>Penstemon campanulatus</i>							X
(Cav.) Willd.							
<i>Penstemon lanceolatus</i> Benth.							X
Poaceae							
<i>Nassella leucotricha</i> (Trin.& Rupr.) R.W. Pohl.	X	X	X	X	X	X	X
Ranunculaceae							
<i>Thalictrum</i> sp.							X
Rhamnaceae							
<i>Ceanothus coeruleus</i> Lag.	X		X	X	X		
<i>Ceanothus buxifolius</i> Willd. ex Kunth.	X		X		X		
<i>Ceanothus greggii</i> A.Gray.	X	X			X		
Rosaceae							
<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G.N. Jones.		X	X	X			
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.							X
<i>Purshia plicata</i> (D. Don) Henrickson.	X		X	X	X		
<i>Vauquelinia californica</i> (Torr.) Sarg.				X			

Rubiaceae

Bouvardia ternifolia (Cav.)

X

Schltl.

Sapindaceae

Dodonaea viscosa (L.) Jacq.

X

Scrophulariaceae

Buddleja tomentella Standl.

X

Buddleja scordioides Kunth.

X

X

Categoría: P = Peligro de extinción., Pr = Sujeta a protección especial.

Anexo 2. Lista de especies frecuentes en diferentes poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Presencia en poblaciones	Especies
6 poblaciones.	<i>Agave gentryi</i> B. Ullrich., <i>Nassella leucotracha</i> (Trin. & Rupr.) R.W. Pohl., <i>Pinus cembroides</i> Zucc., <i>Pinus johannis</i> M.-F. Robert.
5 poblaciones.	<i>Dasyilirion cedrosanum</i> Trel., <i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less., <i>Mimosa biuncifera</i> Benth.
4 poblaciones.	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth., <i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray., <i>Ceanothus coeruleus</i> Lag., <i>Pinus pseudostrobus</i> Lind., <i>Purshia plicata</i> (D. Don) Henrickson. <i>Quercus laeta</i> Liebm., <i>Quercus striatula</i> Trel., <i>Rhus virens</i> Lindh. ex A. Gray.
3 poblaciones.	<i>Agave lechuguilla</i> Torr., <i>Ageratina saltillensis</i> (B.L. Rob.) R. M King & H. Rob., <i>Ceanothus buxifolius</i> Willd. ex Kunth., <i>Ceanothus greggii</i> A. Gray., <i>Ferocactus pilosus</i> Galeotti., <i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G.N. Jones., <i>Nolina cespitifera</i> Trel., <i>Quercus greggii</i> (A. DC.) Trel., <i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey.
2 poblaciones.	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth., <i>Buddleja scordioides</i> Kunth., <i>Fraxinus greggii</i> A. Gray., <i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray., <i>Juniperus erythrocarpa</i> Cory., <i>Mahonia trifoliolata</i> (Moric.) Fedde., <i>Quercus hintoniorum</i> Nixon & C.H. Mull., <i>Rhus muelleri</i> Standl. & F.A. Barkley., <i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC.

1 población

Ageratina sp., *Ageratina corymbosum* (Zucc.), *Aneilema karwinskiana* (Roem. & Schult.) Wood., *Litsea glaucescens* Kunth., *Artemisia ludoviciana* Nutt., *Aztecaster matudae* (Rzed.) G.L.Nesom., *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schtdl., *Buddleja tomentella* Standl., *Cassia* sp., *Chrysactinia mexicana* A. Gray., *Comarostaphylis polifolia* (Kunth) Zucc., *Conoclinium greggii* (A. Gray) Small., *Cuphea* sp., *Cyperus* sp., *Dahlia coccinea* Cav., *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq., *Ephedra trifurca* Torr. ex S. Watson., *Eryngium* sp., *Garrya ovata* Benth., *Jatropha dioica* Cerv., *Lamourouxia* sp., *Litsea glaucescens* Kunth., *Litsea muelleri* Rehder., *Litsea parvifolia* (Hemsl.) Mez., *Lupinus* sp., *Nolina hibernica* Hochstätter y D. Donati., *Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff., *Opuntia rastrera* F.A.C. Weber., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco., *Pinus greggii* Engelm. ex Parl., *Pinus pinceana* Gordon & Glend., *Penstemon campanulatus* (Cav.) Willd., *Penstemon lanceolatus* Benth., *Perezia* sp., *Philadelphus madrensis* Hemsl., *Prunus serotina* Ehrh., *Psacalium peltatum* (Kunth) Cass., *Quercus saltillensis* Trel., *Salvia ballotiflora* Benth., *Salvia reflexa* Hornem., *Salvia* sp., *Salvia tiliaefolia* Vahl., *Sambucus nigra* L., *Senecio aschenbornianus* S. Schauer. *Stevia eupatoria* (Spreng.) Willd. *Tagetes lucida* Cav., *Thalictrum* sp., *Tradescantia* sp., *Vauquelinia californica* (Torr.) Sarg., *Viguiera stenoloba* S.F. Blake., *Zaluzania megacephala* Sch. Bip.

Anexo 3. Análisis de varianza de valores de índices de diversidad de Shannon en seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Fuente	GL	SC	CM	F	F<P
pob	5	1.70882067	0.34176413	4.97	0.0020

Dónde:

Fuente = Origen de la variación; GL = grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM = Cuadrados medios; F = Valor de F calculada; F<P = Probabilidad es mayor al Valor de F calculada.

R ²	CV	Raíz CME	H promedio
0.453017	12.61024	0.262251	2.079667

Dónde:

R² = Coeficiente de determinación; CV =Coeficiente de variación; Raíz CME = Raíz del cuadrado media del error; F = Valor de F calculada; H promedio = Valor promedio de la variable analizada.

Anexo 4. Comparaciones de medias de índice de Shannon con prueba de Tukey.

Grupos de Tukey	Media	N	pob
A	2.3333	6	6
A	2.3312	6	3
B	2.2020	6	4
B	1.9558	6	2
B	1.8335	6	1
B	1.8222	6	5

Dónde:

Grupos de Tukey = Letras de clasificación por medias parecidas; Media = valor promedio de los datos; N = número de datos analizados; Pob = número de poblaciones.

Anexo 5. Análisis de varianza de los valores de índice de equitatividad en seis poblaciones de *Pinus johannis* en el noreste de México.

Fuente	GL	SC	CM	F	F<P
Sitio	5	0.01997656	0.00399531	0.62	0.6859

Dónde:

Fuente = Origen de la variación; GL = grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM = Cuadrados medios; F = Valor de F calculada; F<P = Probabilidad es mayor a Valor de F calculada.

R ²	CV	Raíz CME	H promedio
0.093598	9.305606	0.080302	0.862944

Dónde:

R² = Coeficiente de determinación; CV =Coeficiente de variación; Raíz CME = Raíz del cuadrado media del error; F = Valor de F calculada; H promedio = Valor promedio de la variable analizada.

Anexo 6. Comparaciones de medias de equitatividad con la prueba de Tukey.

Grupo de Tukey	Media	N	pob
A	0.88700	6	2
A	0.88567	6	4
A	0.87233	6	3
A	0.87000	6	6
A	0.83833	6	1
A	0.82433	6	5

Dónde:

Grupos de Tukey = Letras de clasificación por medias parecidas; Media = valor promedio de los datos; N = número de datos analizados; Pob = número de poblaciones.

Anexo 7. Matriz de similaridad de Jaccard.

	POB 1	POB 2	POB 3	POB 4	POB 5	POB 6
POB 1		36.363	44.117	25	46.666	12.963
POB 2			33.333	47.222	34.285	14.285
POB 3				42.5	41.666	11.475
POB 4					36.842	9.523
POB 5						12.5
POB 6						

Dónde: POB 1 = Cerro el Coahuilón; POB 2 =Laguna de Sánchez; POB 3 = Mesa del Rosario; POB 4 = San Antonio de la Osamenta; POB 5 = Concepción del Oro; POB 6 = La Siberia.