



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

TESIS

**ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DEL COMPLEJO *BOUTELOUA SIMPLEX-
BOUTELOUA SCORPIOIDES* (POACEAE: CHLORIDOIDEA).**

PRESENTA

Biol. Fraís Ortiz Flores

Para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

TUTOR

María Elena Siqueiros Delgado PhD.

COMITÉ TUTORAL

Rosa Cerros Tlatilpa PhD.

Gilberto Ocampo Acosta PhD

José de Jesús Luna Ruiz PhD.

Aguascalientes, Ags, Junio de 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

OF. NO. CCA-D-11-15-128-17

Dra. en Admón. María del Carmen Martínez Serna
Directora General de Investigación y Posgrado
PRESENTE.

Por medio de la presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DEL COMPLEJO *BOUTELOUA SIMPLEX - BOUTELOUA SCORPIOIDES* (POACEAE: CHLORIDOIDEAE)", de la alumna ***IRAIS ORTÍZ FLORES***, egresada de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Jesús María, Ags., 15 de Junio del 2017
"SE LUMEN PROFERRE"


Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro

c.c.p. Jefa del Departamento de Control Escolar
c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
c.c.p. Secretario Técnico
c.c.p. Estudiante
c.c.p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. RAÚL ORTÍZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente, tengo a bien informarle que la **BIOL. IRAIS ORTÍZ FLORES** con ID 112625, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada: **ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DEL COMPLEJO *BOUTELOUA SIMPLEX* - *BOUTELOUA SCORPIOIDES* (POACEAE: CHLORIDOIDEAE).**

Por lo anteriormente mencionado y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags. a 13 de junio de 2017.

María Elena Siqueiros Delgado PhD.
Tutora de tesis



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. RAÚL ORTÍZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

Por medio del presente, tengo a bien informarle que la **BIOL. IRAIS ORTÍZ FLORES** con ID 112625, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada: **ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DEL COMPLEJO *BOUTELOUA SIMPLEX* - *BOUTELOUA SCORPIOIDES* (POACEAE: CHLORIDOIDEAE).**

Por lo anteriormente mencionado y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags. a 13 de junio de 2017.

A handwritten signature in cursive script, reading 'Rosa Cerros Tlatilpa'.

Rosa Cerros-Tlatilpa PhD.

Asesora de tesis



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. RAÚL ORTÍZ MARTÍNEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E

Por medio del presente, tengo a bien informarle que la **BIOL. IRAIS ORTÍZ FLORES** con ID 112625, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada: **ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DEL COMPLEJO *BOUTELOUA SIMPLEX* - *BOUTELOUA SCORPIOIDES* (POACEAE: CHLORIDOIDEAE).**

Por lo anteriormente mencionado y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags. a 13 de junio de 2017.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gilberto Ocampo Acosta'.

Gilberto Ocampo Acosta PhD.
Asesor de tesis



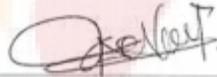
DR. RAÚL ORTÍZ MARTÍNEZ
DÉCANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PRESENTE

Por medio del presente, tengo a bien informarle que la **BIOL. IRAIS ORTÍZ FLORES** con ID 112625, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada: **ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DEL COMPLEJO *BOUTELOUA SIMPLEX* - *BOUTELOUA SCORPIOIDES* (POACEAE: CHLORIDOIDEAE).**

Por lo anteriormente mencionado y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags. a 13 de junio de 2017.



José de Jesús Luna Ruiz PhD.
Asesor de tesis

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento al CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT) por haber financiado durante el posgrado en la Maestría en Ciencias Agronómicas por la beca 666741.

A mi tutora con mi más sincero aprecio **Mariela Siqueiros Delgado PhD.**, Profesor Investigador en el Departamento de Biología del Centro de Ciencias Básicas en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) / Mis Asesores de Tesis: **Gilberto Ocampo Acosta PhD.**, Profesor investigado en el Departamento de Biología del Centro de Ciencias Básicas en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) / **José de Jesús Luna Ruiz PhD.**, Profesor investigador del Departamento de Agronomía en el Centro de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) / **Rosa Cerros Tlatilpa PhD.**, Profesor investigador del Laboratorio de Sistemática y Morfología en la Facultad de Ciencias Biológicas en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Biol. Julio Martínez Ramírez curador del Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes(HUAA) , por el apoyo en el manejo de los ejemplares de la UAA/ **Dr. Pablo Carrillo Reyes**, Profesor Investigador del departamento de Botánica y Zoología de la Universidad de Guadalajara (U de G.) por haber recibido en la estancia del Herbario “Luz María Villareal de Puga” (IBUG)/**Dr. David Sebastian Gernandt**, Jefe del Herbario Nacional del Instituto de Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) de igual manera por haber recibido en el herbario MEXU y a la **Biol. Irene García González**, en cargada del Herbario por el Departamento de Biología en la subdirección del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Especialmente a **Paul M. Peterson PhD.** por el préstamo de ejemplares provenientes del Smithsonian Institution (US)

A mi asesora la **Dra. Adriana Berumen Cornejo**, Profesor Asignatura en el Centro de Ciencias de la Salud en la Universidad Autónoma de Aguascalientes por el especial apoyo en la realización de los Resultados de la tesis. También a la **M. en C. Marcela Avendaño González** por la revisión de tesis y en la elaboración de los resultados/ **Biol. Ramses**

Alejandro Rosales García por el apoyo en la elaboración de los resultados/ **Biol. Neftalí Ubario Guevara** y la **Biol. Rebeca Nava Arcos** en la realización de la tesis.

Finalmente a mis compañeros de trabajo del herbario y del posgrado por siempre realizar mejoras al trabajo de Tesis: **Higinio, José Carlos, Geraldine, María Elena, Marisol, Hugo, Araceli, Fabián, Gabriela, Ángel, Judit, Xanat, David y Agustín.**

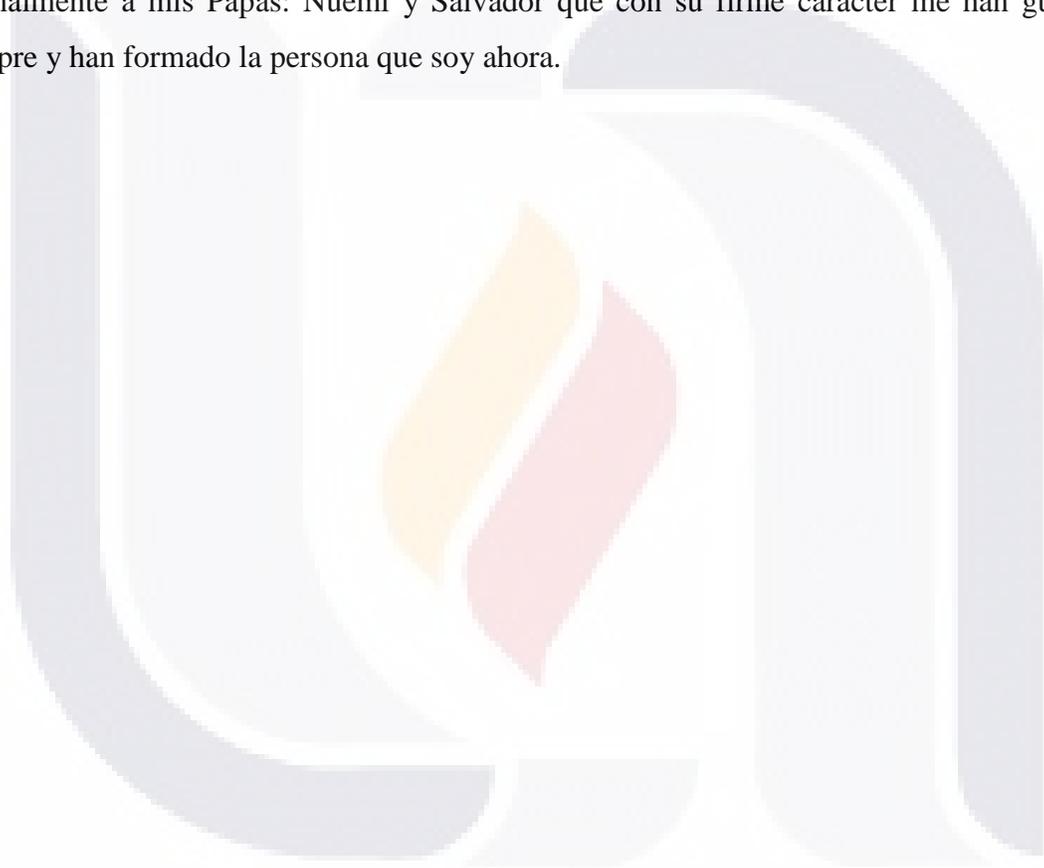


DEDICATORIAS

A mis amigos que con tanto cariño siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en cualquier momento y en cualquier circunstancia. En especial a Nef , Roge, Montse, Rebe, Sam, Isra, Javi, Ram y a esa persona especial.

Un aprecio profundo para mis hermanos: Aideé, Salvador, Benjamín y Patricia que a pesar de todas mis caídas siempre estuvieron empujándome para terminar el posgrado.

Y finalmente a mis Papas: Nuemi y Salvador que con su firme carácter me han guiado siempre y han formado la persona que soy ahora.



INDICE

Cuadros 2

Figuras..... 2

INTRODUCCIÓN 3

ANTECEDENTES..... 6

HIPOTESIS 8

OBJETIVOS..... 8

 Objetivos específicos 9

 1. Revisión bibliográfica..... 9

 2. Revisión de herbario y selección de taxa..... 9

 3. Selección de caracteres..... 9

 4. Realización de matriz..... 11

 5. Realización de análisis estadísticos..... 11

 5.1 Análisis de Conglomerados..... 12

 5.2 Análisis de Componentes Principales (ACP)..... 12

 5.3 Análisis de Coordenadas principales (ACoP)..... 12

 5.4 Análisis estadísticos 13

 a) Normalidad..... 13

 b) PERMANOVA o NPMANOVA: (MANOVA no paramétrico)..... 13

RESULTADOS..... 15

 1. Morfología típica de las poblaciones de ambas especies..... 15

 2. Variación morfológica entre las especies del complejo y entre las poblaciones de ambas especies..... 16

 a) Análisis de Conglomerados 16

 20

 21

 b) Análisis de Componentes Principales (ACP)..... 22

 c) Análisis de Coordenadas Principales (ACoP)..... 24

 d) Análisis Estadísticos 26

 3. Establecer los caracteres diagnósticos..... 26

DISCUSIÓN 27

CONCLUSIONES 31

RECOMENDACIONES 32

GLOSARIO 33

BIBLIOGRAFÍA 36

ANEXOS 40

Cuadros

CUADRO 1. TIPO DE CARACTERES USADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EJEMPLARES 10

CUADRO 2 CARACTERES CUALITATIVOS CATEGORIZADOS. 11

Figuras

FIGURA 1 UPGMA. 17

FIGURA 2. AMPLIACIÓN DEL UPGMA FIGURA 1.A.G1. 19

FIGURA 3. AMPLIACIÓN DEL UPGMA FIGURA 1.A.G2. 20

FIGURA 4. AMPLIACIÓN DEL UPGMA FIGURA 1.A.G3. 21

FIGURA 5. AMPLIACIÓN DEL UPGMA FIGURA 1.A.G4 Y G5..... 21

FIGURA 6. GRAFICA DE APC. COMPONENTE 1 VS COMPONENTE 2. 23

FIGURA 7 GRAFICA DE ACOP. 25

Resumen

Uno de los géneros de gramíneas nativas más importantes de los pastizales Mexicanos por su alto valor forrajero y por su amplia distribución, es el género *Bouteloua*, se ha definido como un grupo monofilético con 57 especies y se encuentran bien distribuidas en el continente Americano. El género está constituido por varios complejos de especies, uno de los que ha sido poco estudiado es el complejo *Bouteloua simplex*-*B. scorpioides*, este complejo es el único en desarrollar una sola rama por inflorescencia, sin embargo, algunos individuos de *B. simplex* de Sudamérica presentan ocasionalmente dos ramas. Como resultado de su amplia distribución, se desconoce si presenta variación morfológica a lo largo de su rango de distribución, que va desde Estados Unidos hasta Argentina. El objetivo del trabajo fue: establecer la variación morfológica intraespecífica e interespecífica de *Bouteloua simplex* y *B. scorpioides* a lo largo de su rango de distribución. Se utilizaron 232 muestras de los herbarios: HUAA, IBUG, GUADA, MEXU, INEGI, US, y se evaluaron 37 caracteres morfológicos. Para evaluar la variación morfológica dentro del complejo *Bouteloua simplex*-*Bouteloua scorpioides* se usó el análisis de conglomerados, de componentes principales, de coordenadas principales y de varianza. En el análisis de conglomerados se observó una tendencia geográfica para las poblaciones de *Bouteloua simplex*: Estados Unidos, México y Sudamérica. En el ACP se pudo apreciar una agrupación muy similar al análisis de conglomerados los cuales agrupan las poblaciones que pertenecen al desierto de Atacama. Los caracteres que presentaron una mayor variación en los Componentes Principales fueron florales, mismos que fueron los necesarios para determinar su variación. *Bouteloua simplex* de Sudamérica se caracterizó por presentar de dos a tres ramas por inflorescencia, presentar una lema de 6 hasta 7 mm de longitud al igual que su palea y la flor rudimentaria presentado una longitud mayor a las poblaciones de Norteamérica.

Abstract

One of the most important native grasses from México due to its high fodder value and wide distribution is the genus *Bouteloua*. This genus has been defined as a monophyletic group with 57 species with distribution in the whole American continent. The genus is made up of various species complexes, one of which hasn't been studied properly is the *Bouteloua simplex*-*B. scorpioides* complex. This complex is unique in developing a single inflorescence, none the less some individuals of *B. simplex* in South America occasionally present two branches. As a result of its wide distribution it is unknown if it presents morphological variation along its distribution range, which extends from United States to Argentina. The objective of the research was to establish an intraspecific morphological variation of *Bouteloua simplex* and *B. scorpioides* along its distribution range. A total of 232 herbarium specimens from HUAA, IBUG, GUADA, MEXU, INEGI, and US were used, of which 37 morphological characters were measured. To evaluate the morphological variation in the *Bouteloua simplex*-*Bouteloua scorpioides* complex a Cluster Analysis, a Principal Component Analysis, Principal Coordinates Analysis, and Variation analysis were used. In the Cluster Analysis a geographical tendency was observed for the populations of *Bouteloua simplex*; United States, México and South America. In the PCA, a similar result to the Cluster Analysis was observed when the populations for the Atacama Desert were grouped together. The characters that presented more variation in the Principal Component Analysis were the floral ones, the same ones that were used to determine their variation. *Bouteloua simplex* of South America is characterized by presenting two to three inflorescence branches, having a lemma from 6 to 7 mm long as well as the palea and a rudimentary flower presenting a longer longitude than the populations of North America.

INTRODUCCIÓN

Uno de los géneros de gramíneas nativas más importantes de los pastizales Mexicanos por su alto valor forrajero y por su amplia distribución, es el género *Bouteloua* Lagasca (Gramineae: Chloridoideae). *Bouteloua* es un grupo monofilético con 57 especies sensu Columbus (1999) distribuidas en el continente americano, 25 de las cuales presentan una distribución exclusiva en México, dos exclusivas de los Estados Unidos, tres distribuidas en las Antillas y una exclusiva de Sudamérica, el resto presentan distribución más o menos continua a través de los diferentes países de América (Columbus 1999). De acuerdo con Gould (1980), Lebgue y Valerio (1986), Pesqueira *et al.* (1987), Beetle, *et al.* (1991), De la Cerda (1996), Columbus *et al.* (1998) y Herrera-Arrieta *et al.* (2004), el género *Bouteloua* es de suma importancia en primera instancia por su amplia distribución y restricción en América y su diversificación en México; en segunda porque presenta elementos significativos de la formación de los pastizales y por último, se cree que no existe alguna otra gramínea con tan importante valor forrajero y nativa en terrenos dedicados al pastoreo, como lo son las especies de *Bouteloua*. México es uno de sus centros de origen, ya que la mayor diversidad del género se encuentra en nuestro país (Herrera-Arrieta *et al.*, 2004) en donde habitan por lo general zonas conservadas o con poco disturbio (Rzedowski, 2006).

Según Siqueiros-Delgado *et al.* (2013), el género está constituido por varios complejos de especies, de los cuales el único que se ha trabajado a nivel de relaciones intraespecíficas es el complejo *B. curtipendula* por lo tanto el resto de estos grupos deben ser estudiados para definir las relaciones filogenéticas entre sus especies y su monofilia, así como los factores que favorecieron su evolución.

Uno de los complejos de especies que ha sido poco estudiado es el conformado por *Bouteloua simplex*-*B. scorpioides*, del cual solo se tienen los análisis filogenéticos mostrados por Columbus (1999) con muy pocos individuos y en los cuales estas dos especies se resuelven como hermanas, compartiendo ancestría a su vez con el clado formado por *B. chasei*-*B. gracilis*. Una estrecha relación entre estas dos especies es

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sugerida también por la morfología y la anatomía de lámina de la hoja (Columbus, 1996). *Bouteloua scorpioides* y *B. simplex* son las dos únicas especies de *Bouteloua* en desarrollar una sola rama por inflorescencia (Gould, 1980), sin embargo, algunos individuos de *B. simplex* de Sudamérica presentan ocasionalmente dos ramas (Peterson et al., 2015). *Bouteloua simplex* es una especie pionera ampliamente distribuida en varios países del continente Americano, desde Centro sur de Estados Unidos, México, Centroamérica y el lado Oeste de Sudamérica de Colombia hasta Argentina (Gould, 1980), mientras que *B. scorpioides* tiene una distribución en México, pero es un elemento muy importante desde el punto de vista forrajero (Herrera-Arrieta et al., 2004).

Bouteloua simplex se caracteriza por presentar una única espiga unilateral y ser anual. Presenta tallos de 7 a 23(35) cm de alto, usualmente postrados en la mitad inferior, ascendentes distalmente a ocasionalmente erectos, glabros. Vainas glabras, mucho más cortas que los entrenudos; lígula de 0.2 a 0.4 mm de longitud, membranácea; láminas foliares de 2 a 7 cm de longitud y 0.5 a 1.1 mm de ancho, aplanadas en la base, involutas distalmente, glabras o escabroso-pubescentes en la superficie adaxial, márgenes con algunos cilios arriba de la lígula. Inflorescencia un espiga unilateral solitaria, persistente. Espiguillas de 4 a 5 mm de longitud, desarticulación por encima de las glumas; raquilla con un mechón de pelos debajo de la flor perfecta y de la primera flor rudimentaria; glumas glabras o escabrosas en la quilla, agudas a acuminadas primera gluma de 2 a 3 mm de longitud, estrecha, casi transparente, segunda gluma de 3.5 mm de longitud, más ancha; lema de 3 a 5 mm de longitud, densamente pubescente sobre los nervios estos se prolongan en aristas cortas, fuertes, palanas y escabrosas, el nervio central lleva la arista más larga, hasta de 2 mm de longitud; pálea ancha, ligeramente más pequeña que la lema. Anteras de 0.8 a 1 mm de longitud, color amarillo claro. Flor rudimentaria 1, la primera formada por una columna de 1 mm de longitud y 3 aristas fuertes escabrosas, aplanadas, de 2 a 3 mm de longitud. Cariopsis de 0.7 a 1.2 mm de longitud, color pajizo. $2n = 20,40$. Florece de julio a diciembre (Herrera-Arrieta et al., 2004).

Bouteloua simplex habita planicies secas, laderas rocosas, lugares perturbados y matorrales bajos de 1800 a 2150 m y se distribuye desde Estados Unidos (Colorado, Texas, Nuevo México y Arizona) hasta México, y de Colombia hasta Argentina (Gould 1980).

Bouteloua scorpiodes, también presenta una espiga unilateral como *B. simplex* pero es una planta perenne que forma pequeños macollos o manchones. Tallos de 10 a 20 (30) cm de alto, delgados, erectos, poco ramificados en la base, glabros a ligeramente puberulentos cerca de los entrenudos. Hojas principalmente basales; vainas glabras, con márgenes hialino-pubescentes y un mechón de pelos en la garganta, los pelos de de 1.5 a 3 mm de longitud; lígula de 0.5 a 1 mm de longitud, ciliada; láminas foliares de 2.5 a 13 cm de longitud, involutas, recurvadas o flexuosas, escabroso pubescentes del lados adaxial. Inflorescencia corta, con un eje de aproximadamente 1 mm de longitud, portando una espiga persistente; raquis claramente arqueado, glabro a escabroso; espiga de 2.5 a 4(5) cm de longitud, unilateral, inserta en el ápice del tallo, en ocasiones presenta una bráctea estrecha hasta 7 mm de longitud, portando 35 a 90 espiguillas, distribuidas hasta el ápice del raquis. Espiguillas de 5 a 7 mm de longitud, desarticulación por encima de las glumas; glumas subagudas, glabras a escabrosas, verdes o con tintes purpúreos, primera gluma de 2 a 3 mm de longitud, angosta, segunda gluma de 4 a 7 mm de longitud, glabra a escabrosa; lema de la flor perfecta de 3.5 a 5.5 mm de longitud, barbada en la base y densamente pilosa sobre los márgenes y nervaduras en la mitad inferior, los nervios se prolongan en aristas fuertes de 1.5 a 2 mm de longitud la central y de 1 a 1.5 mm las laterales. Anteras de 2.8 a 3 mm de longitud, color anaranjado. Flor rudimentaria de 5.5 a 6 mm de longitud, con tres aristas de 1.5 a 4 mm de longitud. Cariopsis de 1.8 a 2.4 mm de longitud, color amarillo a café, anguloso-triangular. $2n=20$. Florece de agosto a diciembre, en algunas localidades florece en cualquier época del año.

Bouteloua scorpiodes se puede encontrar en laderas rocosas de pastizal y matorral xerófilo de 1750 a 2300 m y está distribuida en el centro de México, en Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Zacatecas (Herrera-Arrieta *et al.*, 2004). Presenta un valor forrajero excelente (Beetle *et al.*, 1991).

ANTECEDENTES

Uno de los objetivos principales de la biología es entender el origen y las causas de la variación entre los seres vivos. El análisis cuantitativo de las formas y tamaños es una herramienta que permite lograr este objetivo.

La morfometría es una descripción cuantitativa de análisis e interpretación de la forma y la variación de la forma biológica; es un área fundamental de la investigación que apoya la delimitación morfológica de los taxa y por lo tanto una herramienta importante en el área de la taxonomía, así como en el ámbito agrícola, arqueológico, geológico, geográfico y forense. Las técnicas de descripción y de comparación de las formas y de las estructuras son necesarias para cualquier estudio sistemático (ya sea fenético o cladístico) ya que proporcionan un sustento biológico para la organización de los seres vivos (Rohlf, 1990, Claude, 2008). La morfometría considera la forma de un objeto como un todo y la interdependencia de sus partes. La forma se describe comúnmente como la propiedad de un objeto invariante bajo escala, rotación o traslación. La escala del tamaño, se basa en distancias o coordenadas de los puntos especificados en el objeto. Un objeto puede tener otros atributos que están próximos a la definición de forma antes mencionada pero que no son propiedades de forma, tales como colores o textura. Aunque uno puede estimar cuantitativamente estos dos atributos (Claude, 2008). Los métodos morfométricos proveen al investigador un conjunto de técnicas analíticas muy eficaces para cuantificar la variación morfológica y examinar los componentes genético y ambiental de los rasgos examinados. Por lo tanto el objetivo de los análisis se enfoca en estudiar por separado la variación en la conformación y el tamaño, relacionando entre sí estos componentes morfométricos con el entorno interno y externo de las poblaciones, suponiendo que ambos son modificados por razones biológicas diferentes (Jaramillo, 2011).

Algunos trabajos de morfometría dentro de la familia Poaceae han apoyado a la diferenciación de los taxa mediante la evaluación y reconocimiento de los caracteres morfológicos en taxonomía como Baum & Bailey (1989) cuyo objetivo era evaluar, justificar y reconocer a cuatro especies que son difíciles de identificar y tienen una distribución alelopátrica (*Hordeum brachyantherum*, *H. californicum*, *H. cápanse* y *H.*

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

secalinu). Para ello se basaron en la evaluación de caracteres morfológicos y la descripción de la variación para cada una de las especies, lo que les permitió una diferenciación suficiente para elaborar una clave taxonómica, utilizando dendogramas, análisis canónico de discriminantes, componentes principales y un resumen estadístico univariado. Por otro lado, la separación taxonómica de *Kengyilia* con respecto a *Agropyron*, *Roegneri* y *Elymus*, era compleja ya que estas especies comparten rasgos muy afines, por ello Baum, *et al.* (1995) buscaron encontrar la diferencia entre los caracteres morfológicos de los géneros mediante la realización del análisis canónico de discriminantes, con el fin de obtener caracteres diagnósticos para la elaboración de claves taxonómicas. Las características principales que ayudaron a la separación de estos géneros fueron la lema y las glumas que se presentan en diferentes longitudes. Así mismo, Bulinska-Radomska (2000) realizó una investigación con poblaciones de *Trifolium* que fueron morfológicamente analizadas para dilucidar relaciones entre especies. Se realizó un arreglo taxonómico del género con los caracteres que fueron anotados y analizados mediante el análisis de conglomerados, dando como resultado una totalidad de especies heterogéneas.

Por otro lado, más recientemente, la integración de análisis morfométricos con estudios moleculares han permitido obtener resultados más sustentados por ejemplo Saitou, *et al.*, (2007), con base en análisis morfométricos y moleculares (RAPD) confirmó el origen híbrido de *Calamagrostis longisecta* var *longe-aristata*. El análisis morfométrico en general demostró que *C. longiseta* var. *longe-aristata* es morfológicamente intermedio entre *C. longiseta* var. *longiseta* y *C. fauriei*. Así mismo, los resultados del fenograma UPGMA y PCoA basado en datos RAPD claramente indicaron que la composición genética de estas poblaciones híbridas es intermedia.

En otros trabajos se ha intentado buscar la relación de morfometría con factores ambientales, como el de Oliveira *et al.* (2008), que evaluó la morfología y la variabilidad de las poblaciones de la polimórfica *Raddia brasiliensis*, de Brasil y encontraron que las especies están diferenciadas morfológicamente por sus asociaciones a distintos patrones ecológicos. Por otro lado en agronomía también la morfometría ha sido útil para evaluar la diversidad genética y morfológica entre diferentes especies de maíz (Alika *et al.*, 1993, Morales *et al.* 2009) donde se realiza la caracterización morfológica para seleccionar

ecotipos sobresalientes e identificar características de interés como altura de forraje, longitud y ancho de hojas, entre otras, para incorporarlas a individuos sobresalientes, los cuales puedan ser registrados, liberados y utilizados en programas de rehabilitación de pastizales. Con estos estudios concluyeron que efectivamente se obtuvo variabilidad morfológica, por lo que se dispone de riqueza genética de este pasto, con atributos forrajeros sobresalientes para ser incluidos en programas de mejoramiento.

En este contexto, muchas especies del género *Bouteloua* presentan problemas de delimitación específica por la similitud entre ellas, o entre sus variedades, por lo que los estudios morfométricos en este género pueden resultar fundamentales para diferenciarlas y también para establecer diferencias entre otros taxa similares morfológicamente. Las especies *Bouteloua simplex* y *Bouteloua scorpioides* presentan una delimitación principal que es la persistencia de la planta ya sea perenne o annual, sin embargo, en el caso de *B. simplex*, como resultado de su amplia distribución, se desconoce si presenta variación morfológica a lo largo de su rango de distribución, que va desde Estados Unidos hasta Argentina. Por ello, las preguntas de investigación que guiarán este estudio son:

¿Existe variación morfológica entre *Bouteloua scorpioides* y *B. simplex*? ¿Hay variación morfológica entre las poblaciones de *B. simplex* a lo largo de todo el rango de distribución? ¿Hay variación morfológica entre las poblaciones de *B. scorpioides* a lo largo de todo el rango de distribución? ¿Cuáles son los caracteres diagnósticos que definen a cada una de las dos especies del complejo? ¿Las diferencias que se puedan encontrar son suficientes para establecer variedades dentro de las especies?

HIPOTESIS

Las especies del complejo *Bouteloua simplex*–*B. scorpioides* presentan variación morfológica a lo largo de su distribución.

OBJETIVOS

Establecer la variación morfológica intraespecífica e interespecífica de *Bouteloua simplex* y *B. scorpioides* a lo largo de su rango de distribución.

Objetivos específicos

- Determinar la morfología típica de las poblaciones de ambas especies.
- Determinar si hay suficiente variación morfológica como para separar variedades.
- Establecer la distribución geográfica de las variantes morfológicas de las especies, en caso de existir.
- Establecer los caracteres diagnósticos en caso de existir.

METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica.

Durante todo el proyecto se revisó la información disponible referente al tema, con enfoque en estudios morfométricos de la familia Poaceae.

2. Revisión de herbario y selección de taxa.

Se visitaron los herbarios de: la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA), el Instituto de Biología de la Universidad de Guadalajara (IBUG), la Universidad Autónoma de Guadalajara (GUADA), el Instituto de Biología de La Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se seleccionaron los ejemplares completos y en buen estado de conservación para analizar al menos 3 en estado óptimo, ya sea por estado, o país en el caso de Estados Unidos y Sudamérica, de tal manera que pueda representar la distribución de acuerdo a la disponibilidad de los herbarios, obteniendo un total de 200 ejemplares. También se obtuvo un préstamo de ejemplares provenientes del Smithsonian Institution (US) con una representación de 12 colectados en Estados Unidos y 18 en Sudamérica, siendo un total de 30.

3. Selección de caracteres.

Los caracteres a evaluar se seleccionaron con base en las descripciones proporcionadas en la bibliografía y en la observación directa de los ejemplares de herbario. Se evaluaron 37 caracteres (Cuadro 1) de los cuales: cuantitativos discretos fueron dos,

cuantitativos continuos 28 y cualitativos fueron siete. Estos últimos caracteres se categorizaron (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tipo de caracteres usados para la evaluación de los ejemplares.

Tipo de Carácter		Carácter
Cuantitativo	Discreto	(R2) Número de espigas por rama
		(R12) Número de espiguillas
	Continuo	Dimensión de la lámina foliar: (R4) longitud, (R5) ancho
		Dimensión de la vaina: (R9) longitud, (R10) ancho
		Dimensión de la lámina: (R7) longitud, (R8) ancho
		(R11) Longitud de la espiga
		Dimensión de las espiguillas: (R13) longitud, (R14) ancho
		Dimensión del raquis: (R15) longitud, (R16) ancho
		Dimensión de la 1° Gluma: (17) longitud, (R18) ancho.
		Dimensión de la 2° Gluma: (R19) longitud, (R20) ancho.
		Dimensión de la Lema: (21) longitud, (22) ancho
		(R23) Longitud de las aristas laterales de la lema
		(R24) Longitud de la arista central de la lema
		Dimensión de la palea: (R26) longitud, (R27) ancho
		Dimensión de la flor rudimentaria: (R28) longitud, (R29) ancho.
		(R30) Longitud de las aristas de la flor rudimentaria
		Dimensión de las anteras: (R32) longitud, (R33) ancho
		Dimensión de la cariopsis: (R35) longitud, (R36) ancho
Cualitativo	(R1) Ciclo de vida	
	(R6) Forma de la lígula	
	(R3) Forma de la lamina	
	(R25) Color de las aristas de la lema	
	(R31) Color de las aristas de la flor rudimentaria	
	(R34) Color de las anteras Forma inflorescencia (37)	

Cuadro 2 Caracteres cualitativos categorizados.

Categoría		no.
Colores	Amarillo	1
	Naranja	2
	Verde	3
	Morado	4
	Rojo-Naranja	5
	Verde-Morado	6
	Verde-rojo	7
	Amarillo-verde	8
Estado	Presente	1
	Ausente	0
Persistencia	Anual	1
	Perene	0
	Bianual	2
Tegumento	Ciliado	1
	Membranáceo	2

4. Realización de matriz.

Se generó una matriz con base en los caracteres seleccionados, se realizó la medición de estos con papel milimétrico bajo el estereoscopio Leica 2000®. Los datos obtenidos fueron vaciados en Excel y de igual manera se creó una base de datos de los ejemplares, con un total de 232 muestras utilizadas y un total de 37 caracteres por muestra.

5. Realización de análisis estadísticos.

El programa informático NTSYSpc (Rohlf, 2000) está diseñado específicamente para el análisis morfométrico de datos sistemáticos. La matriz de datos fue ajustada en Excel para poder pasar al programa NTedit en para su uso en software NTSYSpc 2.1®, donde se realizaron los análisis numéricos correspondientes a: Análisis de Conglomerados, Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Coordenadas Principales (ACoP), Análisis Multivariante de la Varianza (MANOVA).

5.1 Análisis de Conglomerados

El análisis de conglomerados es un término genérico para una amplia gama de métodos numéricos con el objetivo común de descubrir grupos de observaciones que son homogéneos y separados de otros grupos. Trata de dividir un conjunto de elementos y formar grupos de acuerdo a su homogeneidad, y al mismo tiempo buscar diferencias para separarlos entre sí. (Everitt & Hothorn, 2011). El objetivo del conglomerado es ser descriptivo y tener una clasificación predictiva. Así tener agrupados los datos similares en subconjuntos y los diferentes en otros. El agrupamiento y la clasificación son tareas fundamentales en el minero de datos ya que los grupos deben reflejar algún conjunto de referencias de clases (Vermuza, 1980).

5.2 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El Análisis de Componentes Principales es meramente exploratorio y sirve para identificar las nuevas variables. Transforma un número de variables posiblemente correlacionadas, en un número menor de variables no correlacionadas llamada: componentes principales; estos son una combinación lineal de las variables originales. El primer componente principal representa la mayor parte de la variabilidad de los datos como sea posible; el segundo componente es la dirección no correlacionada con el primer componente a lo largo del cual las muestras presentan una mayor variación y así sucesivamente cada componente representa la mayor parte de la variabilidad posible (Ringnér, 2008).

5.3 Análisis de Coordenadas principales (ACoP)

El Análisis de Coordenada Principal (ACoP) es un método que, al igual que el PCA, se basa en un valor propio, pero puede usar cualquier medida de asociación, los ejes se trazan entre sí en un espacio euclidiano, pero el ACoP no produce una biplot (una gráfica conjunta de las variables y observaciones). El ACoP calcula una matriz de distancia y producir una configuración gráfica en un espacio euclidiano de baja dimensión (dos o tres), tal que las distancias entre los puntos de la configuración reflejan las distancias originales lo más buenas posible. El ACoP puede ser aplicado sobre las variables o sobre las observaciones (Zuur *et al*, 2007).

5.4 Análisis estadísticos

El análisis es una extensión de la varianza, cuando las variables dependientes no pueden ser combinadas de manera simple. Identifica si los cambios en las variables independientes tienen efectos significativos sobre las variables dependientes, e intenta identificar las interacciones entre las variables independientes y su grado de asociación con las variables dependientes.

El análisis se realizó en el programa PAST 3.1®, donde se introdujeron los datos de las medidas cuantitativas completas de los caracteres del complejo *B. simplex*- *B. scorpioides*. Los datos se organizaron en grupos basados en la distribución de las poblaciones (*Bouteloua simplex* de Norteamérica, *Bouteloua simplex* de Sudamérica y *Bouteloua scorpioides*). Se realizó un análisis de ACP para obtener los valores Eigen de los componentes, para posteriormente usar estos datos en la realización del análisis estadístico.

a) Normalidad

La normalidad de un conjunto de datos multivariados es asumida por una serie de pruebas. PAST calcula la Asimetría Multivariada de Mardia y la curtosis, con pruebas basadas en distribuciones chi cuadrado (asimetría) y normal (kurtosis). También se da una prueba fuerte omnibus (general) dada por Doornik & Hansene. Si al menos una de estas pruebas muestra la salida de la normalidad (si el valor de p es menor a 0.05 entonces no se cumple el supuesto), la distribución de los datos es significativamente no normal.

b) PERMANOVA o NPMANOVA: (MANOVA no paramétrico)

Es una prueba no paramétrica de diferencia significativa entre dos o más grupos que se puede basar en cualquier medida de distancia. Esta prueba se utiliza normalmente para los taxones ecológicos en las muestras, donde los grupos de muestras deben ser comparados, pero también puede ser utilizado como un no paramétrico general MANOVA. **Correlación:** se obtienen una correlación entre las poblaciones, para evaluar si son o no diferentes usando el valor de p.

Esta prueba se realizó para dar respuesta la siguiente hipótesis:

Ho. Las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Norteamérica son diferentes en morfología de las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Sudamérica y de las poblaciones de *Bouteloua scorpioides*

Hi. Las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Norteamérica no presenta diferencias morfológicas en comparación con las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Sudamérica y de *Bouteloua scorpioides*.



RESULTADOS

1. Morfología típica de las poblaciones de ambas especies.

La morfología de ambas especies no varió considerablemente respecto a la morfología típica, sin embargo se encontraron algunas diferencias en algunas poblaciones de *B. simplex*. De acuerdo con los resultados de las mediciones, la característica principal para el complejo *Bouteloua simplex-B. scorpioides* es: glumas glabras a escabrosas, primera gluma estrecha y raquis curvado. Se muestran a continuación las características típicas encontradas para cada especie del complejo:

Bouteloua scorpioides

- Perenne, formando macollos.
- Tallos de 10 a 20 cm, delgados erectos y pocos ramificados en la base.
- Inflorescencia con una rama con 35 a 90 espiguillas.
- Anteras anaranjadas
- Inflorescencia en forma de cola de escorpión al secarse

Bouteloua simplex

- Anuales
- Tallos de 7 a 23 cm, ascendentes, erectos
- Inflorescencia una rama solitaria con 20 a 40 espiguillas
- Anteras de color amarillo claro
- Inflorescencias ligeramente curvas.

2. Variación morfológica entre las especies del complejo y entre las poblaciones de ambas especies.

a) Análisis de Conglomerados

Se realizó el análisis de conglomerados utilizando el índice de distancia taxonómica promedio en el fenograma UPGMA. Obteniendo un soporte para el árbol de $r = 0.92467$.

En el fenograma de UPGMA podemos observar claramente la formación de los grupos que corresponden a las dos especies del complejo *B. simplex* y *B. scorioides*. Las poblaciones de *B. scorioides* se encuentra completamente separadas de las poblaciones de *B. simplex* (Figura 1).

En el grupo G1 se agruparon las poblaciones de *B. simplex* distribuidas en Estados Unidos y en región norte de México. En el grupo G2 se agruparon las poblaciones de *B. simplex* con distribución en México y también en algunas regiones del sur de Estados Unidos. En el grupo G3 se agruparon todas las poblaciones con distribución en el centro de México (Figura 1). Las poblaciones de *Bouteloua simplex* agrupadas en G4 y G5 son todas aquellas con distribución en Sudamérica y que a su vez se encuentran bien separadas de las poblaciones de Norteamérica (G1, G2 y G3).

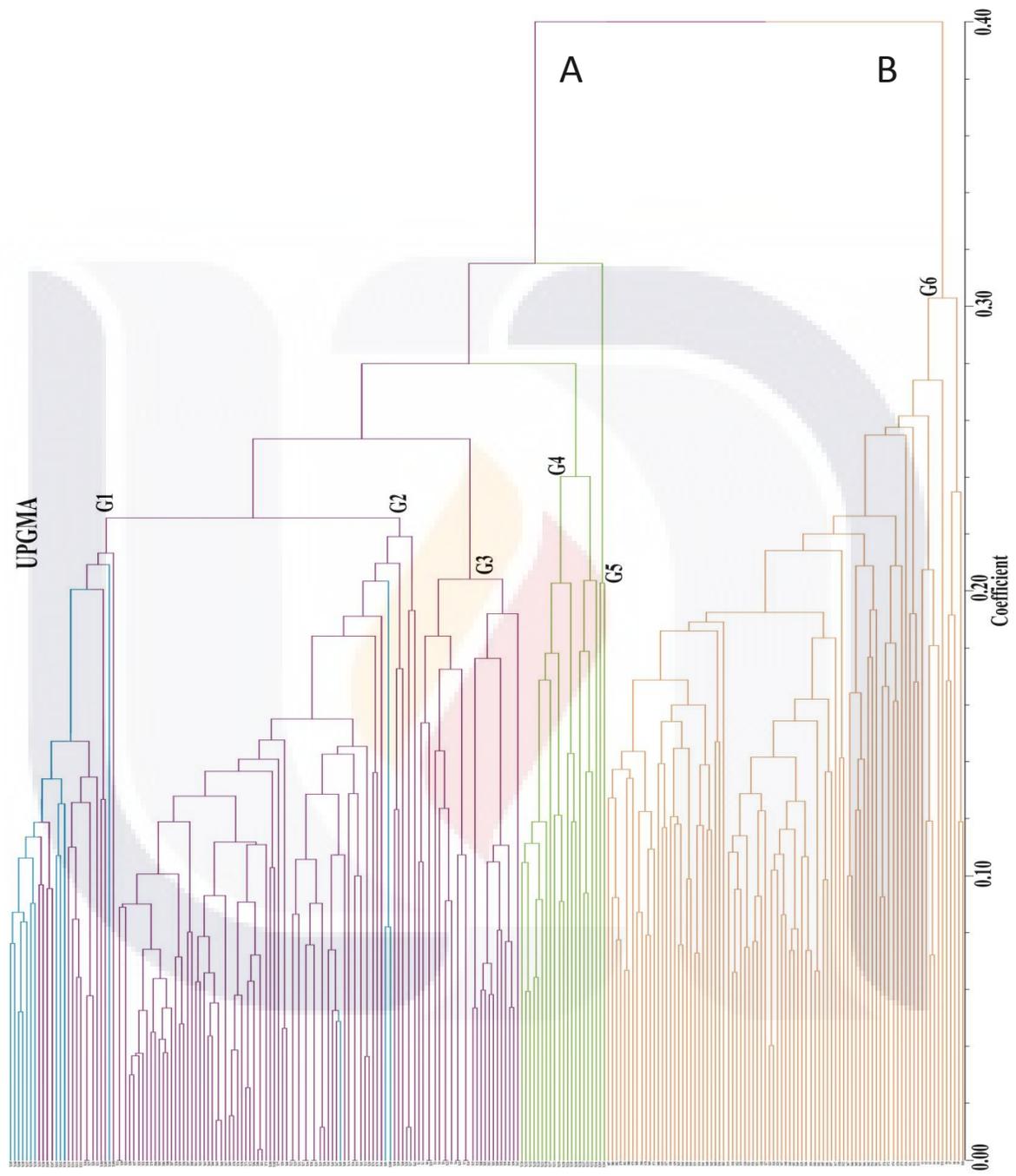


Figura 1 UPGMA.

A. Estados Unidos. G2. Son los OTU's presentes en su mayoría en México. G3. Son OTU's exclusivos de México. G4 y G5. Son OTU's presentes en Sudamérica.
 B. Poblaciones de *Bouteloua scorpioides*. El soporte del fenograma para ambos grupos (R=0.92467).

Se realizó la separación de los grupo para apreciar cuales OTU's eran los que se obtuvieron en cada grupo, así poder determinar sus características (Figs. 2-5).

La agrupación G1 incluye muestras de Estados Unidos y México (Fig. 2), y de acuerdo a la matriz de datos obtenida, los caracteres que tienen en común las muestras que formaron este grupo fueron: la longitud de la hoja de 9-48 mm de longitud, la longitud de la espiga de 10-30 mm de longitud, con 20 - 49 espiguillas, longitud de la lema de la flor perfecta 4-4.5 mm principalmente y la palea de 2.5 -3.

La agrupación G2, incluye la mayoría de las muestras del norte de México y algunas de los Estados Unidos (Fig.3). Los caracteres en común que formaron este grupo de acuerdo a la matriz de datos fueron: una longitud de la hoja de 10 - 90 mm de longitud, la longitud de la espiga de 10-40 mm de longitud, con 16 a 40 espiguillas, longitud de la lema de la flor perfecta 2 - 6 mm principalmente y la palea de 2 -4.

La agrupación G3, incluye las muestras de principalmente del centro de México (Fig. 4). Los caracteres en común que formaron este grupo de acuerdo a la matriz de datos fueron: una longitud de la hoja de 14 - 68 mm de longitud, la longitud de la espiga de 13 - 30mm de longitud, con 20 a 46 espiguillas, longitud de la lema de la flor perfecta 4-6 mm principalmente y la palea de 2 - 4.

Finalmente, Las agrupaciones G4 y G5 incluyen las muestras de Sudamérica (Fig 5). Los caracteres en común que formaron este grupo, de acuerdo a la matriz de datos fueron: el número de ramas por: la longitud la hoja de 10 - 45 mm, inflorescencia que va de 2 - 3, la rama con una longitud de 12 - 30 mm, 16 - 62 espiguillas, la longitud de la lema de la flor perfecta 5 - 7 mm de longitud, longitud de la palea de 3 - 5 mm.

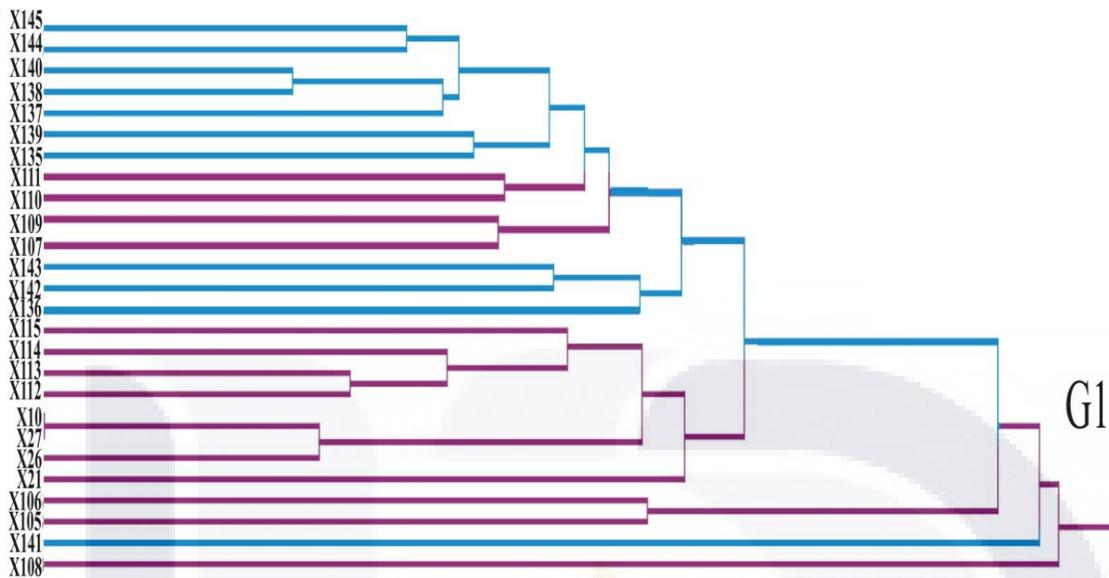


Figura 2. Ampliación del UPGMA Figura 1.A.G1.

-  OTU's provenientes de Estados Unidos de América.
-  OTU's provenientes principalmente del Norte de México.

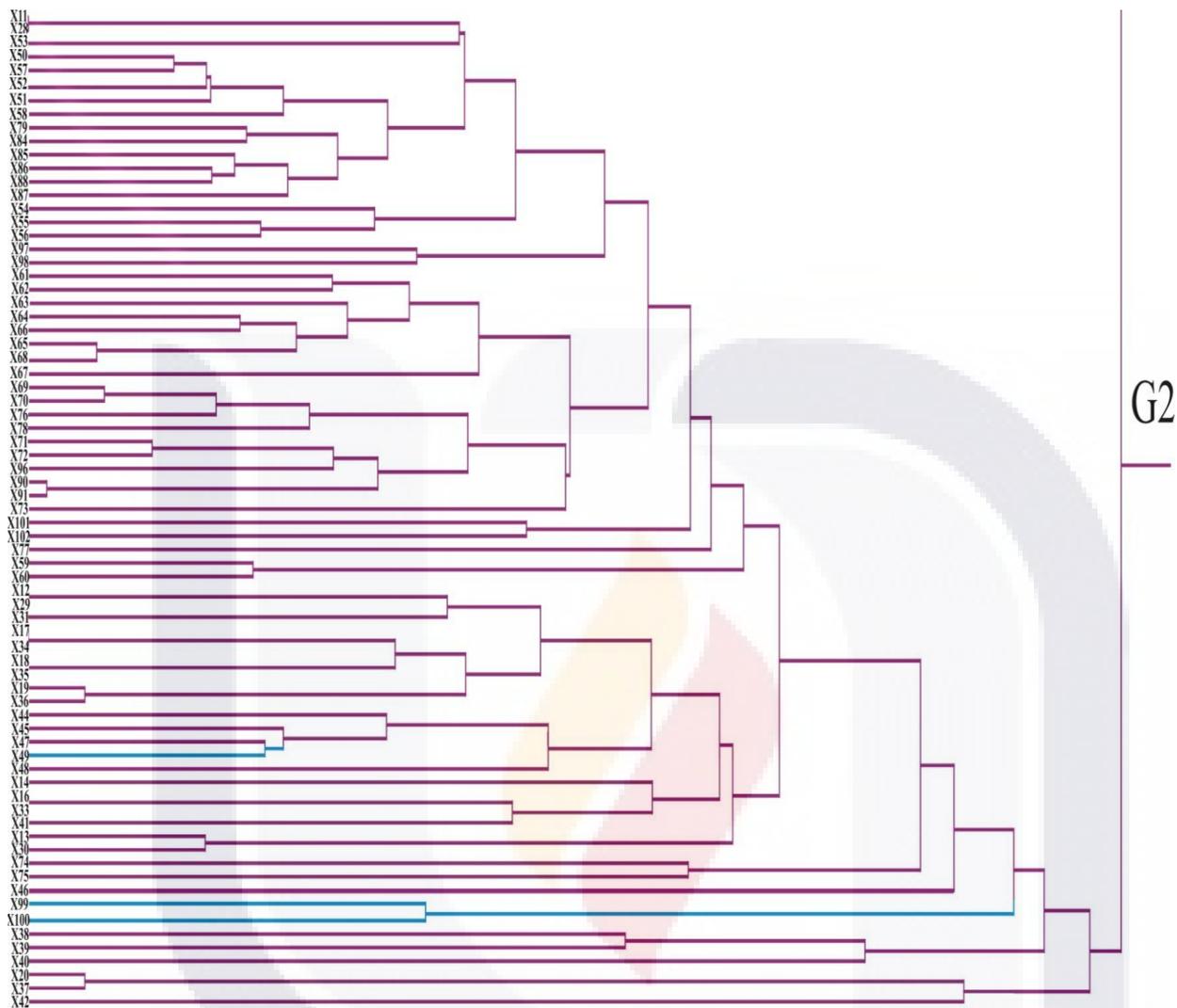


Figura 3. Ampliación del UPGMA Figura 1.A.G2.

- OTU's provenientes de Estados Unidos de América.
- OTU's provenientes principalmente del Norte de México.

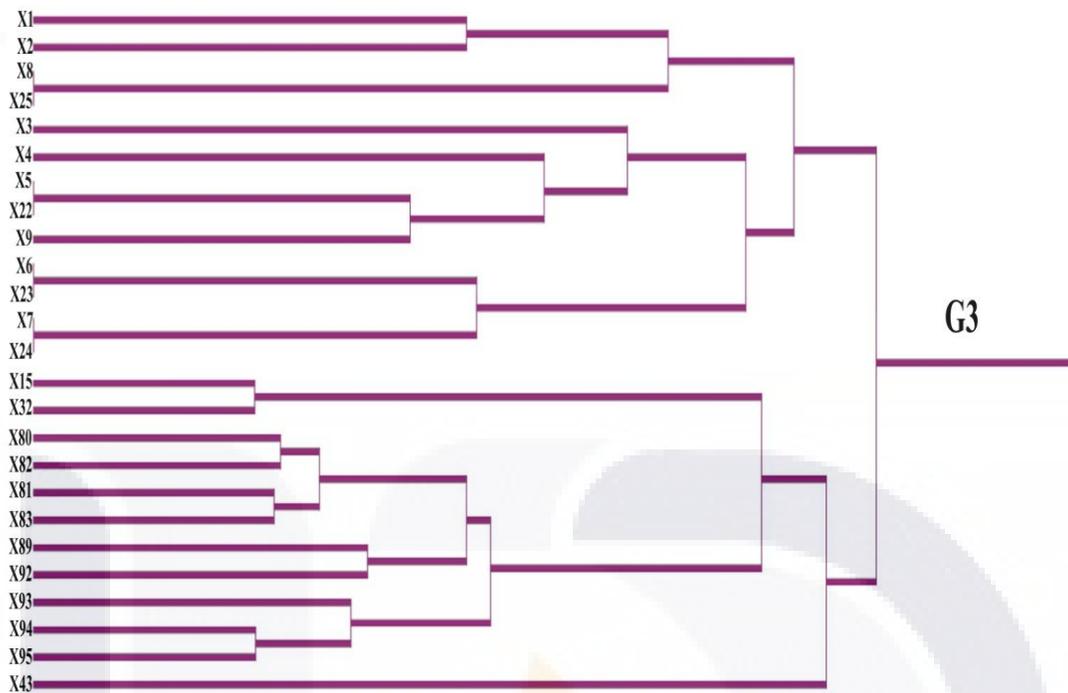


Figura 4. Ampliación del UPGMA Figura 1.A.G3.

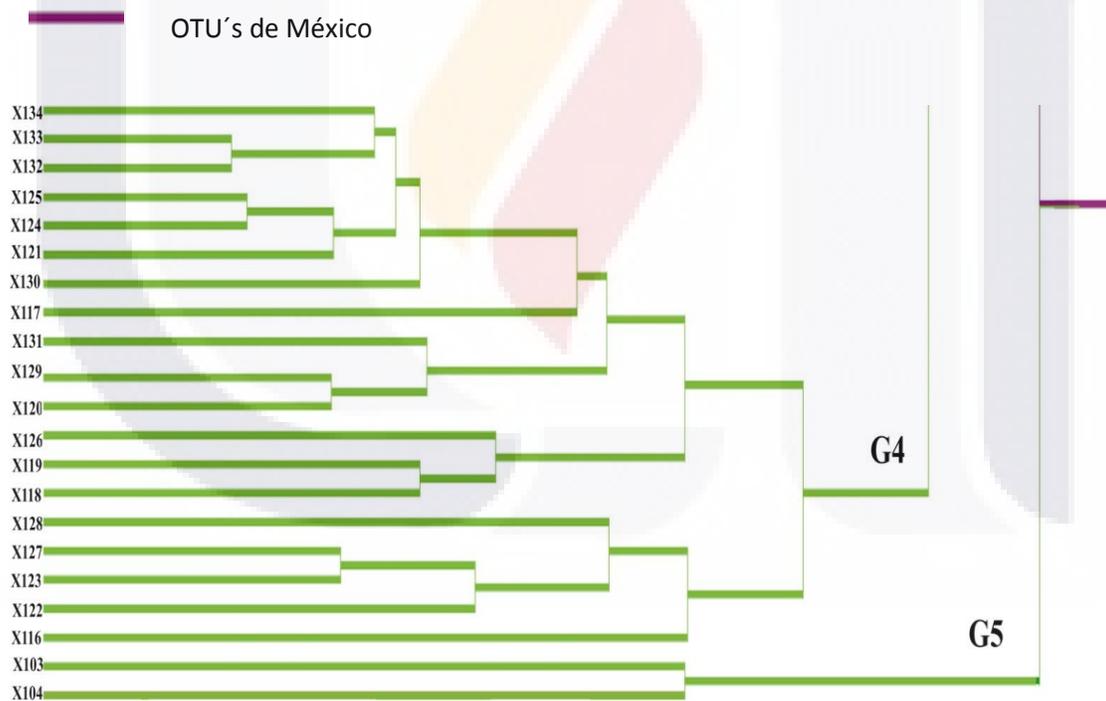


Figura 5. Ampliación del UPGMA Figura 1.A.G4 y G5.

OTU's de Sudamérica

b) Análisis de Componentes Principales (ACP).

En el resultado gráfico del análisis se observa claramente la separación de las dos especies del complejo *Bouteloua simplex*-*B. scorpioides*, y no se distingue separación dentro de las especies (Figura 6).

De acuerdo con los resultados, el primer componente explicó 49.79% de la variación entre los grupos y los caracteres más informativos para este componente fueron: persistencia, número de espigas por rama, longitud de la lámina, longitud de la espiga, número de espiguillas, longitud del raquis, longitud de la palea, ancho de la palea, longitud de las anteras, ancho de las anteras, color de las anteras. El componente 2 explicó el 31.17% de la variación entre los grupos y los caracteres más informativos fueron: longitud de la lema, longitud de la arista central de la lema, longitud de la flor rudimentaria, longitud de las aristas de la flor rudimentaria. El componente 3 explicó el 7.05% de la variación y los caracteres más informativos son: el ancho de las espiguillas y ancho de las aristas de la flor rudimentaria. En conjunto, los tres componentes explicaron el 88% de la variación observada entre los grupos.

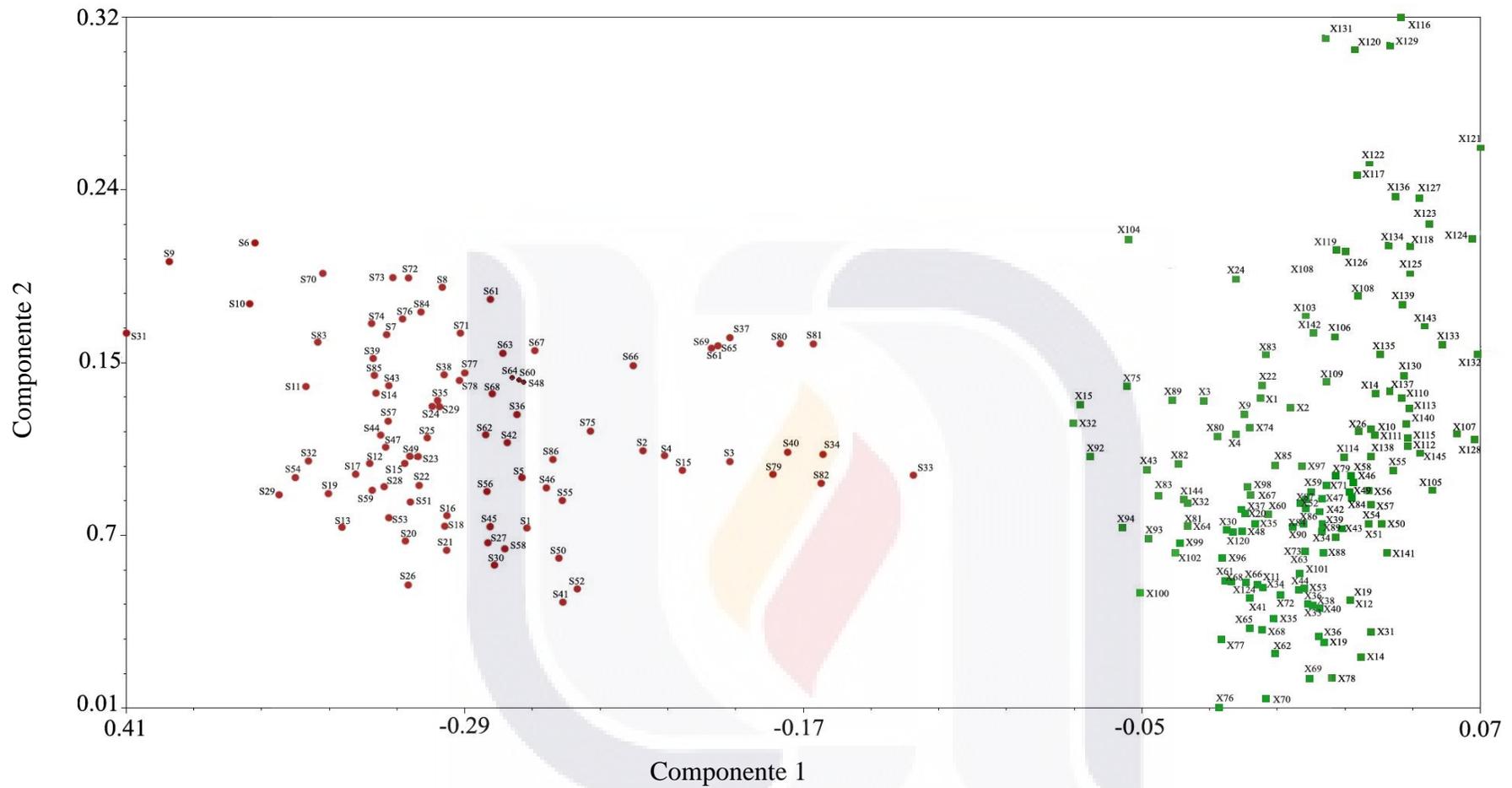


Figura 6. Grafica de APC. Componente 1 vs Componente 2.

Los puntos ● corresponden a las poblaciones de *Bouteloua scorpioides* (S). Los cuadros ■ representan poblaciones de *Bouteloua simplex*(X).

c) Análisis de Coordenadas Principales (ACoP)

Los resultados del análisis mostraron que la Coordenada Principal 1 tiene una variación en los OTU's del 51.06 % y 39.79% en los caracteres. La Coordenada Principal 2 tiene una variación en los OTU's del 8.09% y del 31.17 % en los caracteres.

Las poblaciones de *Bouteloua scorpioides* se encuentran bien agrupadas (Figura 6) y los caracteres que definen este grupo son: R8, R36, R4, R16 R39, R11, R15, R12 (Tabla 1). Por otro lado, los caracteres que agruparon las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Sudamérica, integradas por los OTU's: X104, X116, X120, X129, X131, X136 fueron: R2 y el R26 (Tabla 1), donde el primer carácter es el número de ramas por inflorescencia y el segundo la longitud de la arista lateral de la lema.

Las poblaciones de la agrupación de *Bouteloua simplex* con representantes de Norteamérica y Sudamérica son : X1, X2, X3, X4, X5, X6, X9, X12, X13, X20, X21, X24, X 49, X99, X100, X103, X107, X108, X109, X110, X111, X112, X113, X114, X115, X117, X118, X119, X121, X122, X123, X124, X125, X126, X127, X128, X130, X132, X133, X134, X135, X137, X138, X139, X140, X141, X142, X143, X144, X145. El grupo está más correlacionado con el carácter R26.

Por otra parte para la agrupación de poblaciones de *Bouteloua simplex* del centro de México los OTU's son: X43, X92, X15, X80, X82, X83, X94, X95, X93, X81, X89, y los caracteres que forman al grupo fueron: R18, R25, R7, R14, R10, R21, R23, R31, R30.

Por último la agrupación de poblaciones de la región de México de *Bouteloua simplex* los correspondientes OTU's son: X7, X8, X10, X11, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X23, X25, X26, X27, X28, X29, X30, X31, X32, X33, X34, X35, X36, X37, X38, X39, X40, X41, X42, X44, X45, X46, X47, X48, X50, X51, X52, X53, X54, X55, X56, X57, X58, X59, X60, X61, X62, X63, X64, X65, X66, X67, X68, X69, X70, X71, X72, X73, X74, X75, X76, X77, X78, X79, X84, X85, X86, X87, X88 , X90, X91, X96, X97, X98, X101, X102. X105, X106. Los caracteres que determinaron este grupo son: R38 y R13.

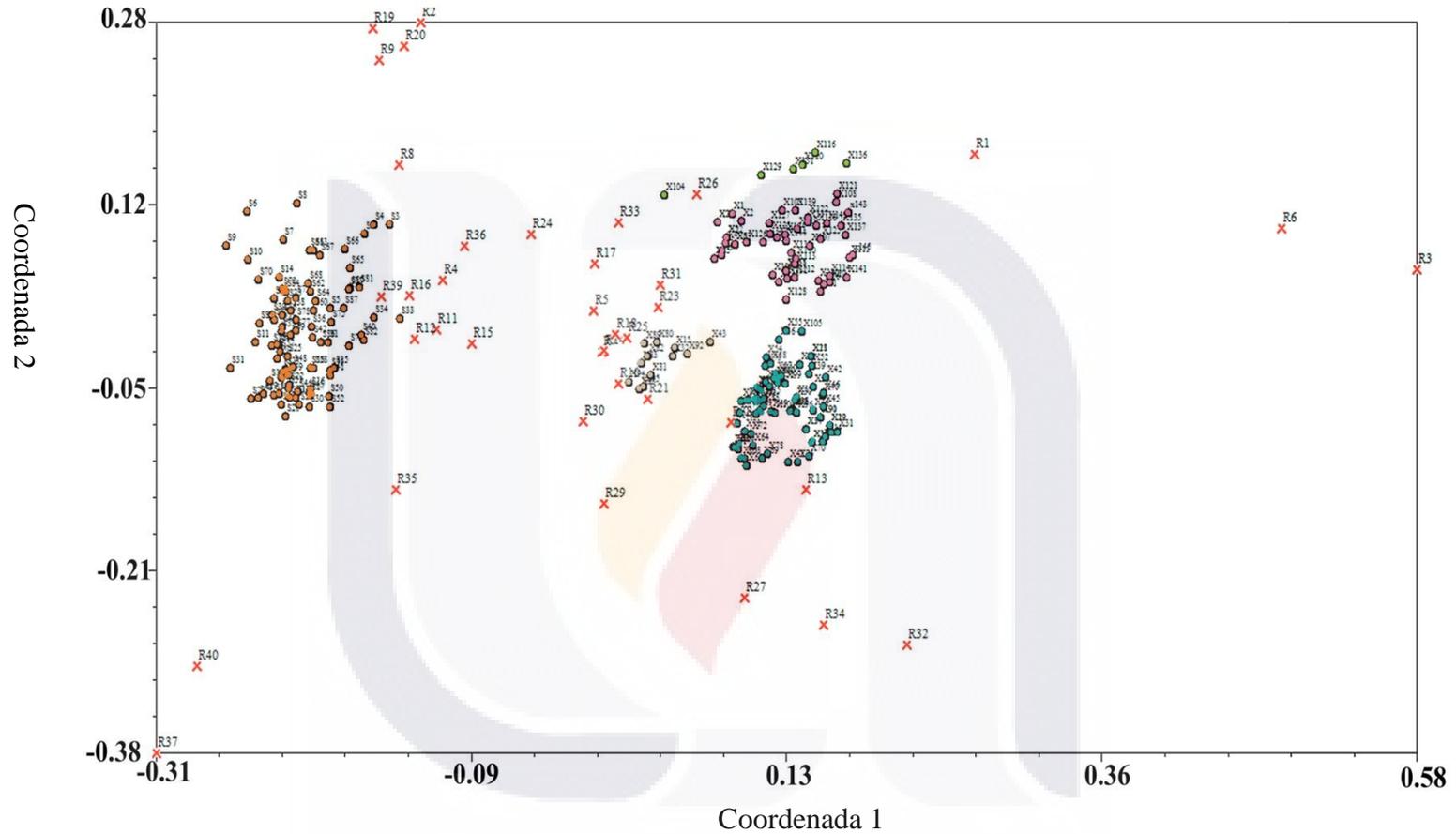


Figura 7 Grafica de ACoP.

Gráfica de Coordenadas Principales 1 vs 2 de *Bouteloua simplex*, *Bouteloua scorpioides*.

- Población de *Bouteloua scorpioides*
- Población de *Bouteloua simplex* con representantes de Sudamérica
- Población de *Bouteloua simplex* con representantes de Norteamérica y Sudamérica
- Población de *Bouteloua simplex* de México
- Población de *Bouteloua simplex* del centro de México
- × Caracteres

d) Análisis Estadísticos

Fue para determinar si los datos tenían una distribución normal, se empleó el test de Mardia ($p=5.28E-73$), mismo que permitió evaluar la curtosis ($p=0$). Como los datos no presentaron una distribución normal ($p<0.05$), se decidió emplear el PERMANOVA para comparar los 3 grupos. Como resultado del NPMANOVA ($p=0.0001<0.05$) se obtuvo que los grupos formados con las poblaciones de las especies presentan diferencias morfológicas: las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Norteamérica y *Bouteloua simplex* de Sudamérica son morfológicamente diferentes entre ellas ($p=0.0277$) y las poblaciones de *B. simplex* (Norte y Sudamérica) y *B. scorpioides* son morfológicamente diferentes entre ellas ($p=0.0001$).

3. Establecer los caracteres diagnósticos

De acuerdo a los análisis realizados se pudieron observar algunas separaciones dentro de las poblaciones de *B. simplex*, para cada agrupación se enlistan los caracteres diagnósticos:

Población de Norteamérica se encuentra distribuida en el centro sur de Estados Unidos y México (Anexo B. Mapa 1). Los caracteres diagnósticos son:

- 1 rama por inflorescencia ;
- 20-50 espiguillas
- Lema de 2-6 mm
- Palea de 2-4 mm

Población de Sudamérica se encuentra distribuida en el oeste (Anexo B. Mapa 2). Los caracteres diagnósticos son:

- 2-3 ramas por inflorescencia
- 16-62 espiguillas
- Lema de 5-7mm
- Palea de 3-5mm
- Dos o mas ramas como lo menciona Peterson *et al.*, (2015).

DISCUSIÓN

Cuando se trabaja con la variación de la morfología ya sea en géneros, especies o poblaciones, se emplean métodos de análisis con el objetivo de describir patrones de variación morfológicos intra e intergrupales (Puppo, 2014; Baker & Pinkava, 1987; Sun *et al.*, 2008; Laphitz & Semple, 2015; Sánchez *et al.*, 2013, Baker & Johnson, 2000). Rohlf & Marcus, (1993) y Rohlf (2000), comenzaron a utilizar análisis multivariados como componentes principales, variables canónicas o función discriminante, por mencionar algunos, en especial para datos cuantitativos. Este tipo de análisis son empleados para realizar morfometría tradicional (Toro *et al.*, 2010) y por ello fueron empleados en esta investigación, al igual que Alike *et al.*, (1993) y Morales *et al.*, (2009), para sustentar la variación entre los grupos de estudio. Para evaluar la variación morfológica dentro del complejo *Bouteloua simplex-Bouteloua scorpioides* se usó el análisis de conglomerados, de componentes principales, de coordenadas principales y de varianzas, que se discutirán a detalle a continuación.

Como se puede apreciar por los resultados de todos los análisis llevados a cabo, la morfología de ambas especies se mantuvo constante. Las características típicas de ambas especies siguen siendo diagnósticas para cada una, sin embargo, los caracteres diagnósticos del complejo son: glumas glabras a escabrosas, primera gluma estrecha y raquis curvado, contrario a lo que había establecido Columbus *et al.* (1998) al sugerir que el complejo se caracteriza por presentar una rama por inflorescencia como la característica diagnóstica.

Por otro lado, los análisis no mostraron evidencia de variación entre los individuos de *B. scorpioides*, los cuales formaron un grupo muy similar morfológicamente, con representatividad únicamente en México (Fig.1.B.). No obstante, el análisis de conglomerado para el grupo de *B. simplex*, si mostro una fuerte variación entre las poblaciones de acuerdo a su distribución geográfica separándolas en 3 regiones: Centro-Sur de Estados Unidos, México y Sudamérica con un soporte alto de $r=0.92467$ (Fig. 1). Autores como Alagarwamy & Chandra, (1998) han obtenido resultados confiables con el análisis utilizado en esta investigación, con un soporte de $r=0.79$.

Como se puede observar en la Fig. 1, el grupo G agrupa a todas las poblaciones de *B. simplex*, evidenciando la unidad morfológica de la especie. No obstante, el grupo se separa en subgrupos de acuerdo a su distribución geográfica. G1, agrupa poblaciones de los Estados Unidos (Arizona, Nuevo México y Colorado) y norte-centro de México, lo cual sugiere una similitud morfológica de estas poblaciones, debido probablemente al flujo génico compartido por ser poblaciones cercanas. El subgrupo G2, por otro lado incluye colectas en su mayoría de México, solo con tres muestras de Estados Unidos, dos de Arizona y una de Nevada. El grupo G3 incluye solo muestras del centro de México como Aguascalientes, Edo. de México, Hidalgo, Tlaxcala y Zacatecas. Por último el grupo G4 agrupa a todas las muestras de Sudamérica, lo que indica una afinidad morfológica de las poblaciones del sur, que las hace diferentes a las del norte. La principal característica que define a las poblaciones sureñas, es la presencia de 2 o 3 ramas por inflorescencia y esta es una característica diferente de la morfología típica de la especie, lo cual ya había sido mencionado por Peterson (2015). Además, en estas poblaciones también se encontró que otras características salen de los rangos descritos por Gould (1980) y Herrera-Arrieta *et al.* (2004), como por ejemplo la longitud de la lema que se describe de hasta 6mm y en este estudio se encontró que puede presentarse de hasta 7 mm, al igual que la palea de la flor perfecta. De todas las plantas revisadas para Sudamérica, solo 5 presentaron estas características y tienen en común su distribución en el desierto de Atacama que abarca Chile, Perú y Bolivia, considerado el desierto más seco de América, producto de condiciones climáticas extremas de temperaturas y aridez (Marquet *et al.*, 1998). Esto pudiera indicar que estas características son una respuesta al ambiente altamente variable y dependiente de precipitaciones, pues como Noy-Meir *et al.* (1973) mencionan, esta es una de las características principales de este ecosistema así como la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno. Un dato interesante de mencionar es que no se encontraron ejemplares de *B. simplex* de centromérica, ni en bases de datos, ni en prestamos de herbario, este dato contradice lo mencionando por Gould (1980) quien la reporta para Centroamérica.

Por otro lado, el Análisis de Componentes Principales permitió hallar las variables morfológicas que están más fuertemente correlacionadas con cada componente. El resultado nos arrojó un buen porcentaje para la variación de los grupos en los 3 componentes

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

principales: el primer componente explica 49.79%, el segundo componente explica el 31.17% y el componente 3 explica el 7.05%, pues, para la visualización de los resultados a menudo es suficiente con los dos o tres componentes del análisis, los cuales deben representar la mayor variabilidad del conjunto original de los datos (Paliy & Shankar, 2016). En total los componentes explican el 88% de la variación y como lo sugiere Peña (2002), es necesario obtener un porcentaje por encima del 80% para un buen resultado, lo que sugiere que se ha realizado una buena selección de los caracteres que ayuden a explicar la variación. En cambio mientras más componentes se requieran para explicar el 80% de la variación significa que los grupos son tan variables que se requieren muchos componentes para su delimitación (Allred, 1984; Sun *et al.*, 2008; Puppo, 2014).

En relación a los caracteres que brindaron mayor variación dentro del complejo, para el primer componente principal fueron: persistencia, número de espigas por rama, longitud de la lámina, longitud de la espiga, número de espiguillas, longitud del raquis, longitud de la palea, ancho de la palea, longitud de las anteras, ancho de las anteras, color de las anteras. En las descripciones taxonómicas (Gould, 1980; Davidse *et al.*, 1994, Herrera-Arrieta *et al.*, 2004) la persistencia, la longitud de la lámina, la longitud de la espiga, el número de espiguillas, la longitud y el color de las anteras son las características mayormente diferencian las especies *B. simplex* y *B. scorpioides*. El número de ramas por inflorescencia es una característica que definía al complejo (Columbus *et al.*, 1998), sin embargo, como se ha mencionado antes por los autores Peterson *et al.* (2015) y los resultados obtenidos, esta no se podrá considerar una característica diagnóstica para este complejo, podría considerarse para poblaciones de México, pero no para poblaciones a todo lo largo de su rango de distribución.

Para el segundo componente principal los caracteres fueron: longitud de la lema, longitud de la arista central de la lema, longitud de la flor rudimentaria, longitud de las aristas de la flor rudimentaria. Para el tercer componente principal los caracteres fueron: el ancho de las espiguillas y ancho de las aristas de la flor rudimentaria, estas características no variaron en los estudios taxonómicos (Herrera-Arrieta *et al.*, 2004), sin embargo si se encuentran diferentes medidas, por ejemplo para el grupo formado por *B. simplex* de Sudamérica (X131, X120, X129, X116), como: la longitud la hoja de 10 - 45 mm,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

inflorescencia que va de 2 - 3 ramas, la rama con una longitud de 12 - 30 mm, 16 - 62 espiguillas, la longitud de la lema de la flor perfecta 5 - 7 mm de longitud, longitud de la palea de 3 - 5 mm.

Al igual que en el análisis de componentes principales, el análisis de coordenadas principales solo mostró las características que se coordinaron para cada formación de grupos, como el grupo de: X116, X120, X129, X131, X136, tuvo un arreglo igual al PCA y las características que lo definieron fueron el número de ramas por inflorescencia y la longitud de las aristas laterales de la lema. Para el resto de los grupos de *B. simplex* las características que los definieron fueron: el ancho de la gluma, el color de la arista de la lema, la longitud de la lámina, el ancho de las espiguillas, el ancho de la vaina, la longitud de la lema, la longitud de las arista laterales de la lema, el color de las arista de la flor rudimentaria.

Finalmente para probar nuestra nuestras hipótesis de que las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Norteamérica son diferentes en morfología de las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Sudamérica y de las poblaciones de *Bouteloua scorpioides* en los análisis antes realizados se utilizaron los estadísticos usando PERMANOVA para comparar cada población. Dando como resultado la aprobación de la hipótesis, pues cada una de las poblaciones es diferente entre sí. Este tipo de análisis estadístico también se ha realizado en otro grupo de plantas como lo trabajo Sun et al. (2008) en *Pteryxia terebintina* donde demostraba con MANOVA que la mayoría de los caracteres eran diferentes estadísticamente entre las variedades.

CONCLUSIONES

- Los análisis realizados en este estudio permiten diferenciar de manera clara las poblaciones pertenecientes a *Bouteloua simplex* y *Bouteloua scorpioides*. Es así que *B. simplex* y *B. scorpioides* son efectivamente diferentes morfológicamente.
- No se tiene registrados ejemplares ni bibliografía para Centroamérica de la especie de *B. simplex*.
- En el análisis de conglomerados se puede observar una tendencia geográfica para las poblaciones de *Bouteloua simplex* de Estados Unidos, México y Sudamérica.
- Dentro de las poblaciones de Norteamérica no se encuentra variación, ya que todas sus medidas se encuentran dentro de los rangos descritos en las descripciones taxonómicas.
- En el análisis de componentes principales se pudo apreciar una agrupación muy similar al análisis de conglomerados y puede diferenciarse un grupo pequeño formado por OTU's de Sudamérica, donde las poblaciones pertenecen al desierto de Atacama que abarca: Bolivia, Perú y Chile
- Los caracteres que presentaron una mayor variación en los Componentes principales fueron florales como: las ramas por inflorescencias, las dimensiones de la lema y la palea y fueron los que tuvieron una variación entre las poblaciones evaluadas para *Bouteloua simplex* de Norte América y para *Bouteloua simplex* de Sudamérica, mismos que fueron los necesarios para determinar su variación.
- En el análisis de Coordenadas Principales mostraron un agrupamiento similar al del ACP, coordinando los caracteres que definen a cada grupo.
- Los test estadísticos permitieron soportar las agrupaciones de las poblaciones en los análisis realizados
- *Bouteloua simplex* de Sudamérica se caracterizó por presentar de dos a tres ramas por inflorescencia, presentar una lema de 6 hasta 7 mm de longitud al igual que su palea y la flor rudimentaria presentado una longitud mayor a las poblaciones de Norteamérica.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Se obtuvieron dos morfologías diferentes para *Bouteloua simplex*. La primera se distribuye en la parte de Norteamérica que presenta la morfología típica establecida en las descripciones taxonómicas; la segunda se encuentra distribuida en Sudamérica donde se presentan rangos de las características no registradas en las descripciones.

RECOMENDACIONES

Para completar la investigación se recomienda realizar primero una colecta en los sitios donde la información en los herbarios no es suficiente, como en Sudamérica. Posteriormente realizar estudios de genética de poblaciones, de nicho ecológico, tiempos de divergencia y medios de dispersión para saber que está pasando con esta especie si realmente es un cambio genético o solo es debido al tipo de clima y ecosistema en el que se desarrolla.

GLOSARIO

Adaxial. Referente a la porción de un órgano (o al órgano) más aproximada al eje u orientada hacia él.

Anteras. Parte más o menos abultada del estambre que contiene el polen; por lo común está situada en el ápice del filamento.

Anual. Referente a la planta cuyo ciclo de vida completo se produce en un año o en menos tiempo.

Ápice. Punta o extremo distal.

Aristas. Prolongación fina en forma de aguja, delgada y tiesa.

Bianual. Referente a las plantas que cubren su ciclo de vida completo en el transcurso de dos años y después mueren.

Bráctea. Órgano foliáceo (a menudo de tamaño reducido) situado en la proximidad de una inflorescencia o flor.

Cariopsis. Fruto propio de la mayor parte de las Poaceae; es seco, indehiscente y contiene una sola semilla, totalmente soldada a las paredes del fruto.

Cilios. Referente al órgano generalmente laminar que presenta una serie de pelos más o menos alineados en su margen.

Clinal. El cambio gradual de rasgos fenotípicos de una misma especie por influjos y condiciones medioambientales.

Dendogramas. Representación gráfica en forma de árbol que organiza los datos en subcategorías que se dividen hasta llegar al nivel de detalle deseado.

Distribución Alopátrica. Tipo de distribución que da como resultado a la especiación alopátrica que se da por aislamiento geográfico.

Ecotipo. Subpoblación genéticamente diferenciada que esta restringida a un hábitat específico con límites de tolerancia a los factores ambientales.

Endémico. Confinado en forma natural a una área o región particular; de distribución geográfica restringida.

Endospermo. Tejido de reserva de la semilla de las gimnospermas. En las angiospermas el término se restringe al tejido de reserva frecuente en muchas semillas, originado como resultado de la fecundación y que no se ubica dentro de los cotiledones.

Escabroso-pubescentes. Con pelos de apariencia de escamas.

Espiga. Inflorescencia constituida por un eje central, de cuyos lados se originan directamente flores carentes de pedicelos (sésiles).

Espiguilla. Estructura básica de la inflorescencia de las Poaceae y de algunas Cyperaceae.

Flexuosas. Con ondulaciones zigzagueantes.

Flósculo. Flor pequeña.

Genotipo. información genética que posee un organismo.

Glabros. Lampiño, desprovisto de pelo o vello.

Gluma. Pequeña bráctea seca y membranosa, por lo general presente (una) en Cyperaceae y (dos) en Poaceae; en Cyperaceae corresponde a la bráctea solitaria, ubicada debajo de cada una de las flores; en Gramineae reciben este nombre las dos brácteas que comúnmente se encuentran en la base de las espiguillas.

Hialino. Transparente, diáfano.

Inflorescencia. Sistema de ejes ramificados en que se disponen las flores.

Involuto. Referente a hojas con márgenes enrollados hacia dentro o hacia arriba.

Lema. La bráctea exterior (del conjunto de dos brácteas) que envuelve cada una de las flores de la familia Poaceae.

Lígula. Un pequeño apéndice membranoso o formado de pelos y ubicado ventralmente en el punto de unión de la vaina con la lámina.

Monofilético. Grupo filogenético que incluye a todos los organismos que han evolucionado a partir de un ancestro común.

Pálea. la más interna de las dos brácteas, que hacen las veces del perianto de la flor.

Pectinadas. En forma de peine.

Perenne. Referente a plantas que viven normalmente tres o más años.

Polimórfica. Múltiples formas

Pubescente. Provisto de pelo

Raquilla. Eje de la espiguilla en las familias Cyperaceae y Poaceae.

Raquis. Eje principal de una inflorescencia o de una hoja compuesta.

resumen estadístico univariado

Rudimentario. Imperfectamente desarrollado.

Vaina. Parte basal de la hoja de muchas Umbelliferae, Poaceae, etc., que abraza parcial o totalmente al eje en que se inserta.

Xerófilo. Calificativo ecológico de las plantas y comunidades vegetales adaptadas a vivir en los medios secos.



BIBLIOGRAFÍA

- Alagarswamy, G., & Chandra, S. (1998). Pattern analysis of international sorghum multi-environment trials. *Theoretical and Applied Genetics*, *96*, 397-405.
- Alika, J., Aken´Ova, M., & Fatokun, C. (1993). Variation among maize (*Zea mays* L.) accessions of Bendel State, Nigeria. Multivariate analysis of agronomic data. *Euphytica*, *66*, 65-71.
- Allred, K. (1984). Morphologic Variation and Classification of the North American *Aristida Purpurea* Complex (GRAMINEAE). *New York Botanical Garden*, *36*(4), 384-395.
- Baker, M., & Pinkava, D. (1987). Cytological and Morphometric Analysis of Triploid Apomitic, *Opuntia X Kelvinensis* (Subgenus *Cylindropuntia*, Cactaceae). *Brittonia*, *39* (3), 387-401.
- Baker, M., & Johnson, R. (2000). Morphometric Analysis of *Escobaria sneedii* var. *sneedii*, *E. sneedii* var. *leei*, and *E. guadalupensis* (Cactaceae). *Systematic Botany*, *25* (4), 577-587.
- Baum, B. R., & Bailey, L. G. (1989). Differentiation of four *Hordeum* sect. *Stenostachys* spp. (Poaceae: Triaceae) Using Multivariate Morphometrics. *Plant Systematics and Evolution*, *166*, 211-223.
- Baum, B. R., Yang, J. L., & Yen, C. (1995). Taxonomic separation of *Kengyilia* (Poaceae: Triticeae) in relation to nearest related *Roegneria*, *Elymus* and *Agropyron*, Based on some Morphological characters. *Plant Systematics and Evolution*, *194*, 123-132.
- Beetle, A., Gordon, D., Cordova, A., & Flores, R. (1991). *Gramíneas de Sonora. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Sub Delegacion de Ganaderia*. Sonora, Mexico: COTECOCA.
- Bulińska-Radomska, Z. (2000). Morphological Relationships Among 15 species of *Trifolium* Occurring in Poland. *Genetics Resources and Crop Evolution*, *47*, 267-272.
- Claude, J. (2008). *Morphometrics with R*. Seattle, Washington, USA: SPRINGER.
- Columbus, J. (1999). An Expanded Circumscription of *Bouteloua* (Gramineae: Chloridoideae) New Combinations and Names. *Aliso*, *18* (1), 61-65.
- Columbus, J. (1996). Lemma Micromorphology, Leaf Blade Anatomy, and Phylogenetics of *Bouteloua*, *Hilaria*, and relatives (Gramineae: Chloridoideae: Boutelouinae). *Systematic Botany*, *23* (4), 467-478.

- Columbus, J., Kinney, M., Pant, R., & Siqueiros-Delgado, M. (1998). Cladistic Parsimony Analysis of Internal Transcribed Spacer Region (nrDNA) Sequences of *Bouteloua* and Relatives (Gramineae:Cloridoideae). *Aliso: A Journal of Sistematics and Evolutionary Botany*, 17(2), 99-130.
- Davidse, G., Sousa, M., & Charter, A. (1994). *Flora de Mesoamérica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México(Instituto de Biología), Missouri Botanical Garden, The Natural Hystory Museum (London).
- De la Cerda, M. (1996). *Las Gramíneas de Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Everitt, B., & Hothorn, T. (2011). *An Introduction to Aplied Multivariate Analysis with R*. Baltimore: Springer.
- Gould, F. W. (1980). The Genus *Bouteloua* (Poaceae). *Missouri Botanical Garden*, 66 (3), 348-416.
- Herrera-Arrieta, Y., Peterson, P., & De la Cerda-Lemus, M. (2004). Revision de *Bouteloua* Lag. (Poaceae). México, México: CIDIIR, CONABIO, Editorial Filo de Agua.
- Jaramillo, N. (2011). Morfometría geométrica: principios teóricos y métodos de empleo. *ResearchGate*, 1-23.
- Laphitz, M., & Semple, J. (2015). A Multivariate morphometrics Analysis of the *Solidago Chilensis* Group in South America and Related Taxa in North America (Asteraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 100, 432-441.
- Lebgue, T., & Valerio, A. (1986). *Manual para identificar las gramíneas de Chihuahua*. Chihuahua, Mexico: Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Marquet, P., Bozinovic, F., Bradshaw, G., Cornelius, C., & Gonzalez, H. (1998). Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71, 593-617.
- Morales , C., Madrid, L., Melgoza, A., Martínez, M., Arévalo, S., Rascón, Q., & Jurado, P. (2009). Análisis Morfométrico de la Diversidad del pasto navajita (*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth)Lag. ex Steud),México. *Técnica Pecuaria en México*, 47(3), 245-256.
- Noy-Meir, I. (1973). Desert Ecosystems: Evironment and Producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 25-51.
- Oliveira, R. P., Borba, E. L., & Longhi-Wagner, H. M. (2008). Morphometrics of Herbaceous Bamboos of the *Raddia brasiliensis* complex (Poaceae-Bambusoideae): Implications for the Taxonomy of the Genus and New Species from Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, 270, 159-182.

- Ospina-González, J., Aliscioni, S., & Denham, S. (2013). Estudios taxonómicos en el género *Festuca* L. (Poaceae) de Argentina. *Gayana Botánica*, 70(1), 1-15.
- Paliy, O., & Shankar, V. (2016). Application of multivariate statistical techniques in microbial ecology. *Molecular Ecology*, 25, 1032-1057.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos Multivariantes* (1 ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Pesqueira, E., Acevedo, N., Villa, M., González, F., Sierra, C., Reyes, S., & Cota, E. (1987). *Las Gramíneas de México* (Vol. II). Distrito Federal, México: SARH, COTECOCA.
- Peterson, P., Romaschenko, K., & Herrera-Arrieta, Y. (2015). Phylogeny and Subgeneric Classification of *Bouteloua* With. *Journal of Systematics*, 1-16.
- Pilatti, V., & Vegetti, A. (2014). Diversity of inflorescences in the Boutelouinae. *Flora*, 209, 1-16.
- Puppo, P. (2014). Revision of the *Calceolaria tripartita* s. l. species complex (Calceolariaceae) using multivariate analyses of morphological characters. *Phytotaxa*, 167(1), 61-78.
- Rohlf, F., & Marcus, L. (1993). A Revolution in Morphometrics. *Tree*, 8(4), 129-132.
- Ringnér, M. (2008). What is principal component analysis? *Nature Biotechnology*, 26, 303-304.
- Rohlf, F. (2000). *NTSYS pc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System: version 2.1 User Guide*. EUA: EXETER SOFTWARE.
- Rohlf, F. J. (1990). Morphometrics. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 21, 299-316.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Saitou, K., Fukuda, T., Yokoyama, J., & Maki, M. (2007). Morphological and Molecular (RAPD) Analyses Confirm the Hybrid Origin of the Diploid Grass *Calamagrostis longiseta* var. *longe-aristata* (Gramineae). *Folia Geobotanica*, 42, 63-76.
- Sánchez, D., Arias, S., & Terrazas, T. (2013). Análisis Morfométrico de las especies de *Echinocereus* sección *Triglochidiati* (Cactaceae) en México. *Brittonia*, 65 (3), 368-385.
- Siqueiros-Delgado, M., Ainouche, M., Columbus, J., & Ainouche, A. (2013). Phylogeny of *Bouteloua curtispindula* Complex (Poaceae: Chloridoideae) Based on Nuclear Ribosomal and Plastid DNA Sequences from Diploid Taxa. *Systematic Botany*, 38(2), 379-389.
- Sun, F., Levin, G., & Downie, S. (2008). A Multivariate Analysis of *Pteryxia terebinthina* (Apiaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society*, 135(1), 81-93.

Toro-Ibacache, M., Manriquez-Soto, G., & Suazo-Galdames, I. (2010). Morfometría Geométrica y el Estudio de las Formas Biológicas: De la Morfología Descriptiva a la Morfología Cuantitativa. *Internacional Journal of Morphology*, 28(4), 977-990.

Vermuza, K. (1980). *Lecture Notes in Chemistry: Patter Recognition in Chemistry. (Vol. 21)*. United Stated: Springer Berlin Heidelberg.

Zuur, A., Ieno, E., & Smith, G. (2007). *Analysing Ecological Data*. United States: Springer.



ANEXOS

ANEXO A. Protocolo de análisis morfométricos trabajando con NTSYS pc.

ANEXO B. Mapas de distribución.

ANEXO C. Matriz de datos morfológicos

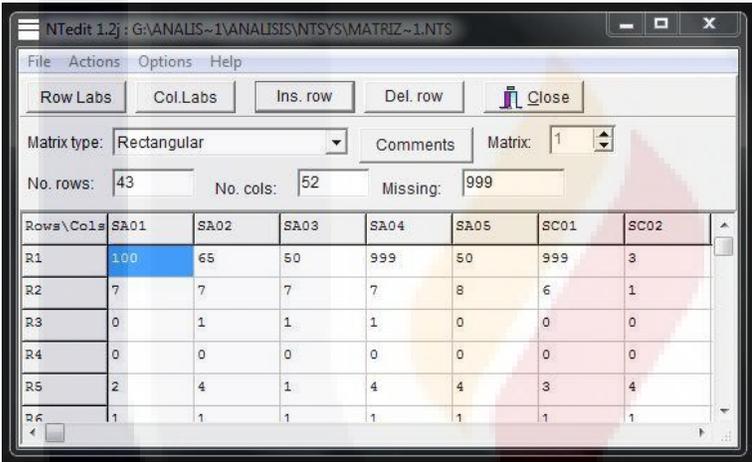
ANEXO D. Ejemplares examinados.



Anexo A. Protocolo de análisis morfométricos trabajando con NTSYS pc.

CREACIÓN DE LA MATRIZ DE DATOS EN NTedit.

1. Utilizando el editor de matrices NTedit, se especifican las características de la matriz: el tipo de matriz, comentarios sobre la matriz, el número de filas y de columnas, y el valor que representará a los valores ausentes. También se pueden modificar las etiquetas de las filas y de las columnas.



Rows\Col.s	SA01	SA02	SA03	SA04	SA05	SC01	SC02
R1	100	65	50	999	50	999	3
R2	7	7	7	7	8	6	1
R3	0	1	1	1	0	0	0
R4	0	0	0	0	0	0	0
R5	2	4	1	4	4	3	4
R6	1	1	1	1	1	1	1

Se introduce la información celda por celda. Se guarda en formato .nts (que es el formato del programa NTSYS), aunque también puede guardarse en formato de texto separado por tabulaciones o en formato .csv.

Para poder visualizar la matriz generada, o cualquier otra matriz dentro de NTSYSpc:

NTSYS / Output & transf. / Output

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizDeDatos.nts
Field width	9
Decimal places	3
Page width	90
Row order	--
Column order	--

Compute

Donde los argumentos son los siguientes:

- **Field width** : es el ancho de celda, aquí se establece el tamaño deseado de celda.
- **Decimal places** : es el número de decimales que deseamos que el programa nos muestre en la tabla generada.
- **Page width** : es el ancho de la página dado por el número de caracteres (de tamaño idéntico).

La tabla se desplegará en una ventana separada, la cual podrá ser guardada como archivo de texto:

FILE / Save / Current section...

Save as	MatrizDeDatos.txt
---------	-------------------

Save

Este archivo de texto podrá ser editado posteriormente en cualquier editor de textos.

ESTANDARIZACIÓN DE LA MATRIZ DE DATOS

Para estandarizar los datos de nuestra matriz se sigue el siguiente proceso:

NTSYS / Output & transf. / Standardization

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizDeDatos.nts
Stand by rows?	<input type="checkbox"/>
Output file	MatrizSTD.nts
Subtract option	<i>YBAR</i> ▼
Divide option	<i>STD</i> ▼
Constant	0.00000

Compute

Los argumentos pueden ser:

- **Stand by rows?** : hay que tener en cuenta en que sentido van los valores para un caracter, si en columnas o en filas.
- **Subtract option** : puede variar YBAR y MIN.
- **Divide option:** puede ser RANGE, STD, SUMY, etc.

La matriz de datos estandarizados nos permitirá realizar todos los demás procesos (salvo que se indique lo contrario).

ÍNDICES DE SIMILITUD Y DISTANCIA

Este procedimiento nos permitirá obtener las diferencias o similitudes entre los OTUs, dependiendo del coeficiente que se vaya a utilizar.

NTSYS / Similarity / Interval data

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizSTD.nts
By rows?	<input type="checkbox"/>
Coefficient	<i>DIST</i> ▼
Output file	CBss-DistTaxProm.nts

Compute

Los argumentos son los siguientes:

- **By rows?** : es importante siempre tener presente si nuestros OTUs están en líneas o en columnas, para hacer la anotación correspondiente, ya que la similitud o distancia será entre ellos.

- **Coefficient** : es el coeficiente que se utilizará, pudiendo ser:

CORR : Correlación, similitud. Donde 1 representa la similitud total, y todos los valores por debajo de él, indican menos similitud.

DIST : Distancia Taxonómica Promedio; diferencia. A menor distancia mayor similitud y, a mayor distancia menor similitud.

EUCLID : Distancia Euclidiana; diferencia. A menor distancia mayor similitud y a mayor distancia menor similitud.

SM : Simple Matching, similitud. Para datos binarios. Donde 1 representa la similitud total y 0 la diferencia total.

J : Jaccard, similitud. Para datos binarios. Donde 1 representa la similitud total, y 0 la diferencia total.

PHI : Phi, similitud. Para datos binarios. Donde 1 representa la similitud total, y todos los valores por debajo de él, indican menos similitud.

ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

El proceso del Análisis de Conglomerados se divide en varias etapas: 1) la generación de la matriz del árbol fenético, 2) la generación del árbol fenético correspondiente (fenograma), 3) la obtención de la matriz cofenética del árbol fenético generado, y 4) la obtención del valor r del árbol fenético.

1. Para generar la matriz del árbol fenético, a partir de los índices de similitud o distancia.

NTSYS / Clustering / SAHN

Parameters:	Arguments:
Input file	CBss-DistTaxProm.nts
Output tree file	CBss-UPGMA Tree.nts
Clustering method	UPGMA ▼
In case of ties	WARN
Maximum no. tied tres	25
Tie tolerance	0.00000000
Beta	0.00000000

Compute

Los argumentos son los siguientes:

- **Clustering method** : es el agrupamiento que se utilizará, pudiendo ser:

SINGLE : Single linkage o Vecino más cercano, agrupa en base a la mayor similitud entre los OTUs.

UPGMA : Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean, agrupa en base al promedio de las distancias entre los OTUs.

COMPLETE : Complete linkage o Vecino más lejano, agrupa en base a la mayor diferencia entre los OTUs.

2. Para generar el árbol fenético o fenograma correspondiente.

NTSYS / Graphics / Tree plot

Parameters:	Arguments:
Input file	CBss-UPGMA Tree.nts

Compute

Al ejecutar el comando, se abrirá una ventana donde se mostrará el árbol fenético generado. En esta ventana también se podrán modificar las características gráficas del fenograma:

OPTIONS / Plot options

En esta sección se puede modificar tanto el título del gráfico así como las etiquetas, la fuente, las líneas, etc.

El archivo del grafico se guarda de la siguiente forma:

FILE / Save as Metafile...

Save as	CBss-UPGMA Tree.emf
---------	---------------------

Save

En este formato, el archivo del gráfico puede ser modificado o editado con otros programas para tal fin.

3. Para obtener la matriz cofenética correspondiente.

NTSYS / Clustering / Cophenetic values

Parameters:	Arguments:
Input file	CBss-UPGMA Tree.nts
Output coph. file	CBss -UPGMA Coph.nts
Method	UltrametricDis
O-U alpha	0.00000000

Compute

4. Para obtener el coeficiente de correlación cofenética (valor r).

NTSYS / Graphics / Matrix comparison plot

Parameters:	Arguments:
Input file 1 (X)	CBss -DistTaxProm.nts
Input file 2 (Y)	CBss -UPGMA Coph.nts
Input file 3 (Z)	--
Normalize Mantel stat	<input type="checkbox"/>
Number of permutations	0

Compute

El valor r nos indicará la consistencia del árbol fenético obtenido. El rango del valor r va del 0 a 1, donde 0 indica ninguna consistencia y 1 indica consistencia total, por lo que los valores más cercanos a 1 son los más deseables.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PCA)

El proceso de Análisis de Componentes Principales (PCA) se divide en varias etapas: 1) la generación de la matriz de correlación entre caracteres, 2) la obtención de los valores y vectores Eigen, 3) la obtención de la matriz de proyección, y 4) el graficado de los componentes.

1. Para generar la matriz de correlación entre caracteres, se utiliza un coeficiente de correlación (similitud).

NTSYS / Similarity / Interval data

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizSTD.nts
By rows?	<input type="checkbox"/>
Coefficient	CORR
Output file	CBss -Correlacion.nts

Compute

Es importante recordar si los caracteres están en filas o en columnas para marcar la casilla correspondiente.

2. Para la obtención de los valores Eigen así como de los vectores Eigen.

NTSYS / Ordination / Eigen

Parameters:	Arguments:
Input matrix file	CBss -Correlacion.nts
Number of dimensions	3
Output eigenvector file	CBss -PCA Evec.nts
Output eigenvalue file	CBss -PCA Eval.nts
Vector scaling	SQRT(LAMBDA)
Sample size	0
Degrees of freedom	0
Show details?	<input type="checkbox"/>
Cutoff for roots	0

Compute

Es importante que al concluir la generación de los valores Eigen y los vectores Eigen, sus matrices sean impresas, ya que los datos contenidos en dichas matrices serán utilizados al explicar los componentes:

- *valores Eigen* : indicaran el porcentaje de variación explicada por componente o acumulada.
- *vectores Eigen* : indicaran cuales son los elementos de mayor peso o valor en la conformación de cada componente.

3. Para obtener la matriz de proyección

NTSYS / Ordination / Projections

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizSTD.nts
OTU's are rows?	<input type="checkbox"/>
Input factor matrix file	CBss -PCA Evec.nts
Output projection file	CBss -PCA Proj.nts
Projection type option	PROJ
Input eigenvalues file	--

Compute

4. Para graficar los componentes.

NTSYS / Graphics / Matrix plot

Parameters:	Arguments:
Input file	CBss -PCA Proj.nts
Plot by rows?	<input type="checkbox"/>
Abscissa	1 (2)
Ordinate	2 (3)
Graph matrix file	--
Plot symbol input file	--
Secondary input file	--
Plot secondary by rows?	<input type="checkbox"/>

Compute

Con esta configuración se graficarán los componentes 1 y 2 (en el eje de las “x” y de las “y” respectivamente), solamente se modificaría a 2 y 3 si deseamos que se grafiquen dichos componentes.

Ahora bien, también se puede generar una gráfica en donde se muestran los 3 componentes al mismo tiempo:

NTSYS / Graphics / Mod 3D plot

Parameters:	Arguments:
Input file	CBss -PCA Proj.nts
Plot by rows?	<input type="checkbox"/>
Abscissa	1
Ordinate	2
Graph matrix file	3
Plot symbol input file	--

Compute

Es muy deseable que los primeros 3 componentes juntos expliquen más del 50% de la variación observada o acumulada, de otro modo indicarían que los elementos responsables de dichos componentes no tienen la “fuerza” suficiente para soportar los grupos formados.

ANÁLISIS DE COORDENADAS PRINCIPALES (PCO)

El Análisis de Coordenadas Principales (PCA) contrasta las coordenadas de los OTU's contra las coordenadas de las variables o caracteres medidos. Es un proceso doble, ya que el mismo procedimiento se aplica a los OTU's y a las variables a partir de la matriz estandarizada de datos: 1) se obtiene la matriz de distancia entre OTU's y entre variables, 2) se hace un doble centrado para los OTU's y para las variables, 3) se obtienen los valores y vectores Eigen para los OTU's y para las variables, y 4) se grafican las coordenadas.

1. Para la generación de las matrices de distancia.

NTSYS / Similarity / Interval data

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizSTD.nts
By rows?	<input type="checkbox"/>
Coefficient	DIST
Output file	CBss -PCO OTU- DistTaxProm.nts

Compute

Parameters:	Arguments:
Input file	MatrizSTD.nts
By rows?	<input type="checkbox"/>
Coefficient	DIST
Output file	CBss -PCO CAR- DistTaxProm.nts

Compute

2. Para el doble centrado.

NTSYS / Output & transf. / Dcenter

Parameters:	Arguments:
Input matrix file	CBss -PCO OTU- DistTaxProm.nts
Result matrix	CBss -PCO OTU DCen.nts
Square distances?	<input type="checkbox"/>

Compute

Parameters:	Arguments:
Input matrix file	CBss -PCO CAR- DistTaxProm.nts
Result matrix	SCC-PCO CAR DCen.nts
Square distances?	<input type="checkbox"/>

Compute

1. Para la obtención de los valores y vectores Eigen.

NTSYS / Ordination / Eigen

Parameters:	Arguments:
Input matrix file	CBss -PCO OTU DCen.nts
Number of dimensions	3
Output eigenvector file	CBss -PCO OTU Evec.nts
Output eigenvalue file	CBss -PCO OTU Eval.nts
Vector scaling	SQRT(LAMBDA)
Sample size	0
Degrees of freedom	0
Show details?	<input type="checkbox"/>
Cutoff for roots	0

Compute

Parameters:	Arguments:
Input matrix file	CBss -PCO CAR DCen.nts
Number of dimensions	3
Output eigenvector file	CBss -PCO CAR Evec.nts
Output eigenvalue file	CBss -PCO CAR Eval.nts
Vector scaling	SQRT(LAMBDA)
Sample size	0
Degrees of freedom	0

Show details?	<input type="checkbox"/>
Cutoff for roots	0

Compute

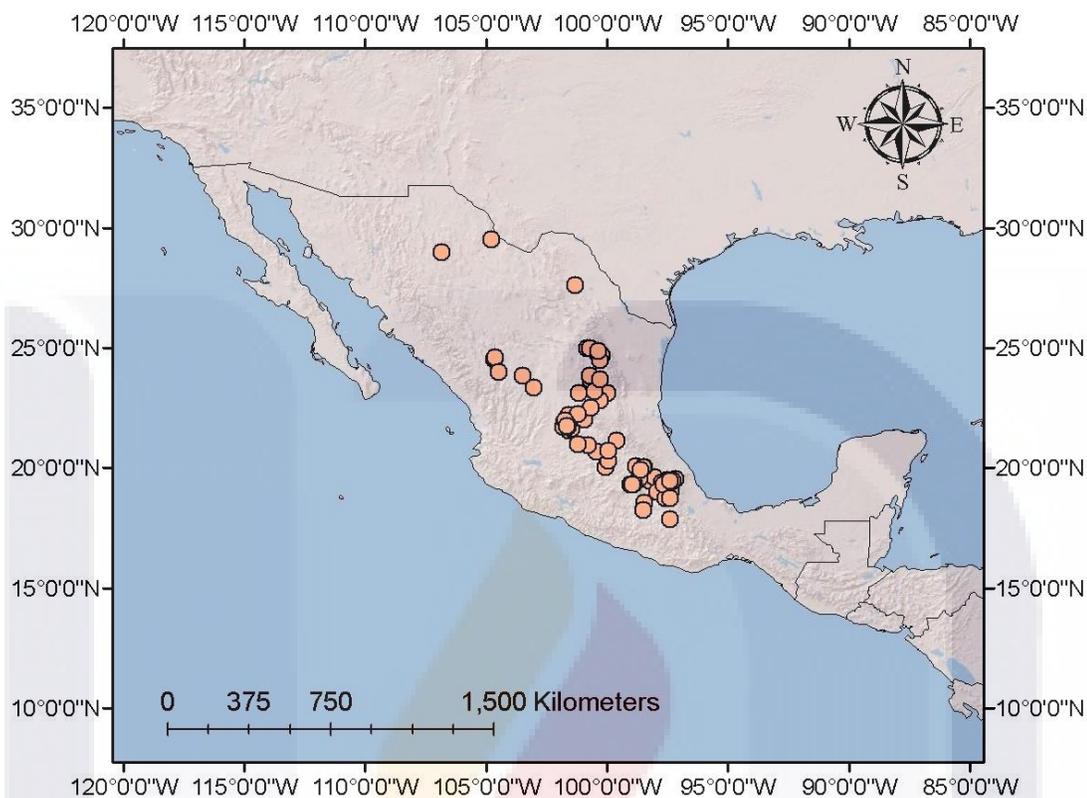
4. Para el graficado de las coordenadas principales.

NTSYS / Graphics / Matrix Plot

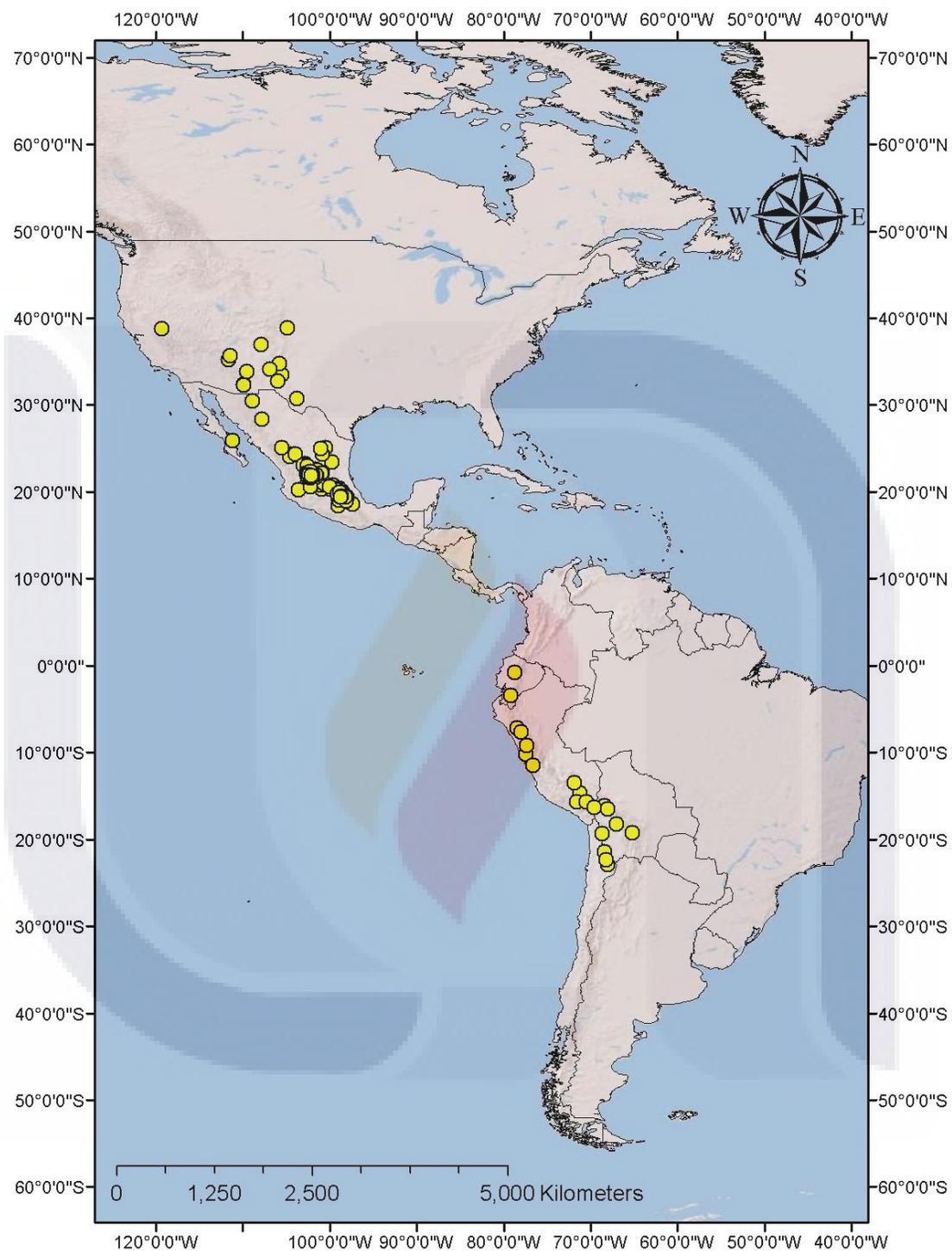
Parameters:	Arguments:
Input file	CBss -PCO OTU Evec.nts
Plot by rows?	<input type="checkbox"/>
Abscissa	1
Ordinate	2
Graph matrix file	--
Plot symbol input file	--
Secondary input file	CBss -PCO CAR-Evec.nts
Plot secondary by rows?	<input type="checkbox"/>

Compute

ANEXO B. Mapas de distribución.



Mapa1. Ubicación geográfica de la población de *Bouteloua scorpioides*.



Mapa 2. Ubicación geográfica de la población de *Bouteloua simplex*.

ANEXO C. Matriz de Datos Morfológicos.

Parte 1. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24
R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R4	35	17	27	20	30	27	35	15	40	25	30	24	45	18	50	25	22	30	27	25	20	30	27	35
R5	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	0.8	1	1	1.5	1	1	1	0.8	0.8	1.5	1.5	1.5	1.5
R6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
R7	1	1	2	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.5	1	1	1
R8	0.2	0.2	0.2	1	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	1	0.5	0.2	0.2
R9	20	17	15	15	15	15	10	15	18	20	20	10	23	10	25	20	20	24	15	15	15	15	15	10
R10	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	0.8	1	1	1.5	1	1	1	0.8	0.8	1.5	1.5	1.5	1.5
R11	25	16	25	20	13	15	25	15	20	20	25	13	22	14	30	22	22	20	17	17	20	13	15	25
R12	44	24	40	30	22	22	22	20	30	34	36	20	38	20	44	32	30	34	22	24	30	22	22	22
R13	3	5	4.5	5	6	5	6	5	5	4	5	4.5	4	4	5	6	6	6	5	6	5	6	5	6
R14	1	2	2	2	1	1.5	1	1	1	1	1.5	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	2	2	1	1.5	1
R15	20	12	20	14	10	12	20	10	18	18	15	10	20	10	28	18	15	15	22	20	14	10	12	20
R16	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R17	2.5	2	2	1.5	2	3	4	2	2	1.5	2	2	1.5	1.3	1	2	2.5	2.5	2	2	1.5	2	3	4
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R20	4	5	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	3.8	3	5	5	5	4.5	5	4	4	5	5
R21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.5	1	2	1	1	1	1
R23	4	4.5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	6	5	4	4	4	5	4	4	5	5
R24	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1	1.5	2	2	2	2	3	1	1.5	1.5	1.5
R25	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1.5	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1	1
R26	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2.2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3
R29	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	2	2	3	3	3	3	3
R30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R31	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	6	4	5	4	3	3	3	4	4	5	5	5
R32	0.2	0.2	1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
R33	3.8	3	4	3	4	5	6	3	4	5	3	3	3	2	4	3	2	2	2	3	3	4	5	6
R34	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3
R35	0.3	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2	0.8	0.2	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
R36	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
R37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R38	1.8	1.8	1.5	1.2	1	2	3	1.8	1	1.2	1.5	2	2	2	3	3	2	2	2	3	1.2	1	2	3
R39	1	1	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	1.8	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
R40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Parte 2. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48
R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R4	15	40	25	30	24	45	18	50	25	22	30	27	25	55	15	10	13	32	42	18	19	15	32	20
R5	1.5	1	1	1	0.8	1	1	1.5	1	1	1	0.8	0.8	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1.2	1
R6	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
R7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
R8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R9	15	18	20	20	10	23	10	25	20	20	24	15	15	35	10	10	20	18	15	18	12	15	22	20
R10	1.5	1	1	1	0.8	1	1	1.5	1	1	1	0.8	0.8	2	1.5	1	1	1	2	1	1	1	1	1
R11	15	20	20	25	13	22	14	30	22	22	20	17	17	30	15	20	20	15	15	20	15	15	20	25
R12	20	30	34	36	20	38	20	44	32	30	34	22	24	44	32	24	38	16	38	32	24	20	32	88
R13	5	5	4	5	4.5	4	4	5	6	6	6	5	6	6	5	4	5	5	5	5.5	5	5	5	5
R14	1	1	1	1.5	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	1.5	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R15	10	18	18	15	10	20	10	28	18	15	15	22	20	28	12	8	18	12	12	15	10	10	15	20
R16	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R17	2	2	1.5	2	2	1.5	13	1	2	2.5	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	5.5	2	2
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R19	4	4	3	4	4	4	3.8	3	5	5	5	4.5	5	5	4	5	5	6	5	4.5	4	6	4.5	4
R20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1.5	1	2	1	0.5	1.5	1	2	1	1	1	1	1	1
R21	4	5	5	4	4	4	4	6	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4
R22	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1	1.5	2	2	2	2	3	1	1	1	1.5	2	1.5	2	2	2	2	2
R23	1	1	1	1.5	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1	1	1.5	1	1	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1
R24	2	2	2	2	2.2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2
R25	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	1	1	6	6	6	6	6
R26	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	2	2	3	3.5	3.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
R27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2	1	1	1.2	1
R28	4	4	4	4	4	6	4	5	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	5	4
R29	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R30	3	4	5	3	3	3	2	4	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4
R31	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	1	1	8	8	8	6	6	6	6	6
R32	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2	0.8	0.2	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	--	--
R33	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	--	--
R34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--
R35	1.8	1	1.2	1.5	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	1.5	1.2	1.2	1.2
R36	1.8	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Parte 3. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X49	X50	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X58	X59	X60	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X68	X69	X70	X71	X72	
R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R4	18	30	30	35	40	45	20	25	20	18	20	35	30	18	80	20	50	35	30	40	30	30	30	35	
R5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	
R9	18	15	15	19	20	25	18	20	15	15	15	20	10	10	25	10	20	20	25	15	15	20	20	25	
R10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R11	17	10	15	20	30	22	13	18	15	20	18	20	28	18	20	15	20	23	30	20	18	15	25	18	
R12	26	18	16	20	20	34	22	34	18	38	20	32	32	22	22	20	32	30	36	28	36	34	44	40	
R13	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R14	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	
R15	12	8	10	18	15	18	18	15	13	15	15	18	25	15	18	12	18	20	25	18	15	12	20	15	
R16	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
R17	2	2	2.5	2	1.8	2	2	2	2	2	2	2	2	1.8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R18	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
R19	5	4.5	4	4	3.8	4.5	4.5	5	4.5	4.5	5.5	5	4.5	4.5	4	5	4	5.5	4.5	4	4	4	4	4	
R20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
R21	5	4.5	4	4.5	3.5	4	4.5	5	5	5	5	4.5	4	3	4.5	5	4	4.5	5	4	3	3	4	4	
R22	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
R23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1	
R24	2	2	2	2	2	2	2.5	2.5	2	2.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1	1	1	
R25	6	6	6	6	6	3	3	3	3	6	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
R26	3	3	3	3	2.5	3	3	3	3	3	4	4	3.5	3.5	4	4	3.5	4	4	3.5	2.5	2.5	3	3	
R27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	1	1	
R28	5.5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	5	4	3.5	3.5	3.5	3	3.5	5	3	3	3	4	4	
R29	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	
R30	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	4	3.5	3	3	3	2.5	3	4	2.5	2.5	2.5	3	3	
R31	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
R32	--	--	--	0.8	0.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	
R33	--	--	--	0.2	0.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	--	--	
R34	--	--	--	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	
R35	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	--	2	2	
R36	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	--	0.5	0.5	
R37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Parte 4. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X73	X74	X75	X76	X77	X78	X79	X80	X81	X82	X83	X84	X85	X86	X87	X88	X89	X90	X91	X92	X93	X94	X95	X96
R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R4	20	30	28	32	90	20	40	23	20	42	45	20	35	30	40	35	23	10	10	25	47	68	35	40
R5	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1.3	1	1
R6	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2
R7	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1.3	1.3	1
R8	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R9	10	10	10	18	25	10	20	20	15	20	30	20	25	20	20	20	26	10	20	25	42	23	20	25
R10	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1.3	1.3	1
R11	15	30	40	20	30	15	20	20	20	20	23	20	18	25	25	18	23	12	12	24	20	22	18	20
R12	30	42	44	46	30	26	34	24	24	28	40	24	28	40	40	28	42	20	20	32	20	46	36	38
R13	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
R14	2	2	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
R15	12	12	35	18	25	10	15	15	18	18	20	18	15	20	20	18	20	10	20	18	20	15	15	18
R16	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
R17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	3	2	2	3	2	2	2	2.5
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3
R19	5	6	6	3	4	4	5	4	4	5.5	5	4	4	4	4.5	4	4	3	3	4	4	4	3.5	4
R20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R21	3	6	6	3	3	3	5	5	4.5	5	4.5	5	4	4	4.5	4	5	4	4	5	4	4	4	4.5
R22	1	1	1	1	1	1	1.2	1.2	1	1.2	1	1.2	1	1	1	1	1.5	1	14	1.5	1	1	1	1
R23	1	1.5	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R24	1.5	1.5	1.5	1	1	1	2.5	2.5	2	2	2.5	2.5	2	2	2.5	2	2	1.5	1.5	2	1	1	1	1
R25	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R26	4	3	5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3.5
R27	1	1	1	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R28	5	6	6	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3.5	3	5	4	4	4	4	4	4	4
R29	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
R30	4	5	5	2	2.5	2.5	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
R31	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R32	--	2	2	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	0.5	0.5	--	--	--	0.5
R33	--	0.5	0.5	0.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	0.5	0.5	--	--	--	0.5
R34	--	1	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	--	--	--	1
R35	2	--	2	--	2	2	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2	--	--	--	2	1.5	1.5	--
R36	0.5	--	0.5	--	0.5	0.5	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	--	--	--	0.5	0.5	0.5	--
R37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Parte 5. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X97	X98	X99	X100	X101	X102	X103	X104	X105	X106	X107	X108	X109	X110	X111	X112	X113	X114	X115	X116	X117	X118	X119	X120
R1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
R2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
R3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R4	20	52	28	25	25	45	8	35	9	41	12	20	32	50	50	30	20	20	25	45	40	15	20	30
R5	1	1	1	1	0.8	1	1	1.2	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1.5	1
R6	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R7	1	1	1	1	0.8	1	1	1.2	1.5	2	1.5	1.5	2	1	1	1.5	1.5	1	1	2	2	1	1.5	1.5
R8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
R9	10	25	28	16	15	20	10	20	18	15	10	15	15	20	20	15	15	10	15	20	20	12	15	16
R10	1	1	1	1	0.8	1	1	2	1.5	2	1.5	1.5	2	1	1	1	1	1	1	0.2	0.2	0.1	1.5	1.5
R11	25	23	22	20	25	30	18	18	10	22	10	30	27	15	25	15	15	30	15	30	30	20	20	25
R12	34	42	42	44	40	40	30	36	12	34	20	46	42	18	40	28	18	26	20	62	50	24	18	48
R13	5	5	5	5.5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	7.5	7	6	7
R14	1.5	1.5	3	3	1.5	1.5	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5
R15	20	20	20	28	20	25	13	13	5	20	7	28	24	12	20	12	10	25	17	25	25	15	12	20
R16	0.3	0.3	1	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
R17	2	3	2.5	3	3	2	2	3	2	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	2.5	3
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2
R19	5	4.5	4.5	5	5	5	5.5	5.5	4.5	5	4.5	5.5	4	4.5	5	3	4	4	5	5	5	5	5	6
R20	1.5	1.5	1	1.2	1	1	2	2	1.2	1	1	1	1	1.2	1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R21	5	4.5	4	4.3	4.5	6	5.5	6	4	4.1	4	4	4	4	4	4	4.5	4	5	6.5	5.5	6	6	6.5
R22	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	2	2	1.2	1	1	1.2	1	1	1	1	1.2	1	1.2	1.2	1	0.8	0.8	1.2
R23	1	1	1	0.5	1	1	1	1.5	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	1.5	1	1	1.5	1	1.5	1.5	1	2.5	2.5	2
R24	2	2	2	1	1	1	2	2.5	2	2.2	2	2.2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	4
R25	6	6	4	4	5	5	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4
R26	3	3.5	3	3	3	4	3	3	2.5	3	3	3	3	3.5	2.5	3	3.5	3.5	3	3	3	5	5	4
R27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1
R28	5	4	5	4	3	3	4	4.5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	7	6	4	4	7.5
R29	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R30	4	3	3	3	2	2	3	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3	3	3	3	2.5	3	5	4.5	3	3	5.5
R31	6	6	6	6	6	6	1	3	8	8	1	1	1	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6
R32	--	--	0.4	0.4	--	1.2	1.2	1.2	--	--	--	0.5	--	--	--	--	--	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1
R33	--	--	0.5	0.5	--	0.2	0.2	0.2	--	--	--	0.1	--	--	--	--	--	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
R34	--	--	1	1	--	1	1	1	--	--	--	1	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	1	1
R35	2	2	2	2	2	--	--	2	1.8	1.5	1.5	--	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	--	--	--	--	--	
R36	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	--	--	0.5	0.5	0.5	0.5	--	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5	--	--	--	--	--	
R37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Parte 6. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X121	X122	X123	X124	X125	X126	X127	X128	X129	X130	X131	X132	X133	X134	X135	X136	X137	X138	X139	X140	X141	X142	X143	X144
R1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R4	14	20	25	20	15	20	20	10	15	20	45	10	10	23	30	39	43	15	48	21	10	30	22	43
R5	1	1	1	1		1.5	1.2	0.8	1	1	1	0.8	1	1	1	1.2	1	1.2	1.2	1	1	1.5	1	1
R6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R7	1	1	1	1	1	1.5	1.2	0.8	1	1	1	0.8	1	1	1	1.2	1	1.2	1	1	1	1.5	1	1
R8	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R9	15	15	27	15	15	18	23	10	20	15	23	15	10	27	23	30	32	18	17	18	12	28	20	18
R10	1	1	1	1	1	1.5	1.2	0.8	1	1	1	0.8	1	1	1	1.2	1	1.2	1	1	1	1.5	1	1
R11	15	28	23	15	20	18	23	12	30	20	35	12	15	28	20	24	20	18	19	16	12	23	20	25
R12	18	50	46	18	30	26	32	14	50	28	42	16	18	42	26	36	31	34	30	31	20	49	32	42
R13	6	8	6	5	6	5	6	4	6	5	8	6	7	6	6	7	5	5	5	5	4	6	7	5
R14	1	2	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	2	2	2	2	1.5	1	1	2	2	2	1	1	1	2
R15	12	23	18	10	15	13	19	9	25	15	30	8	11	23	16	32	28	30	25	26	16	45	28	20
R16	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
R17	4	5	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2.5	2	2	3	3
R18	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.1	0.2
R19	5	5.5	5	5	5	4	5	4	5	5	4.5	5	5	5	4	5	4	4	4.5	4	3.5	5	5	4
R20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	1.2	1	1
R21	6.5	5.5	6	6	5	5	5.2	4	7.5	5	7	5	5	6	4.5	5	4	4	5	4.5	4	4	4	4
R22	1.2	1	0.8	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1	1	1	1.5	1.2	1	1	1.2	1	1	1	1	1
R23	1.5	1	1	1.5	1.5	1.8	1.5	1	2	1	2	1	1	1.5	1.8	2	1	1	1.5	1	1	1	1	1.5
R24	4	3	3	3	3	2.5	3	2.2	4	2.5	3.5	3	2.5	3.5	2.2	3.2	2	1.5	3	2	1.5	2	2.5	2.2
R25	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R26	3	3	4	3	3	5	3.5	3	4	3	3	3	3	3	3.5	3	3	3	3	3	2.5	3	3	3
R27	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1.2	1	1	1	1.2	1	0.8	1	1	1
R28	7	6	5	7	6	5	5.5	4	7.5	5	8.5	6	6	6	5	6	5	4	6	4.5	3.5	5.5	5	4.5
R29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R30	5	4.5	4	4.5	4	4	4	2.5	6	3.5	6.5	4	4	4	3	4	4	3	3.5	3	2	3	4	3
R31	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R32	1	1	--	--	1	--	--	--	--	1	1.5	--	--	--	0.5	0.5	0.5	--	--	--	0.5	0.5	0.5	--
R33	0.1	0.2	--	--	0.1	--	--	--	--	0.1	0.2	--	--	--	0.1	0.1	0.1	--	--	--	0.1	0.1	0.1	--
R34	1	1	--	--	1	--	--	--	--	1	1	--	--	--	1	1	1	--	--	--	1	1	1	--
R35	--	--	--	2	--	--	1.8	1.8	2	2	--	1.8	2	1.8	1.8	--	--	1.8	1.8	2	1.5	--	1.2	1.5
R36	--	--	--	0.5	--	--	0.2	0.2	0.8	0.8	--	0.2	0.5	0.5	0.5	--	--	0.8	0.5	0.8	0.2	--	0.5	0.5
R37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Parte 7. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	X145	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23
R1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R4	25	45	30	18	57	10	85	10	30	120	60	50	85	52	80	80	38	45	38	75	45	40	60	45
R5	1	1	1.2	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1
R6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R7	1	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.2	1	1	1.2	1	1	1.5	1	1	1.2
R8	0.2	1	0.8	0.8	1	0.8	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	1	0.5	0.5	0.5
R9	20	42	10	30	30	30	55	3.5	40	60	60	35	80	55	40	45	20	20	20	40	20	30	30	20
R10	1	2	1	1.8	1.8	1	1	1	1	1	1	2	1.5	3	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1.2
R11	15	30	24	20	20	30	44	40	35	70	55	50	55	45	50	30	30	50	37	45	30	25	35	40
R12	20	72	106	30	52	64	86	87	64	96	92	84	80	90	74	82	50	70	48	98	68	74	68	66
R13	5	4	4	4	4	4	6	6	6	6	5	5	4	5	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5
R14	2	1	1	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	3	3	2	2
R15	10	28	17	15	15	25	40	35	40	65	50	45	8	8	48	28	2.8	48	35	42	26	25	32	38
R16	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R17	2	2	2	3	3	2	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2	2	2	3	3	2	2	2.5	2.5	3	3
R18	0.2	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
R19	4	3.5	4	3.5	3.5	4	6	6	6	6	6	5	5	5	5.5	5	4.5	5	4.5	5	3.5	3.5	6	5
R20	1	1	0.8	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R21	4	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5	5	5	5	4	4	4	4	4.5	4.5	4	4	4	4.5	4.5
R22	1	1.2	1.2	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1.2	1.2	1.2	1	1	1	1	1.5	1.2	1.5
R23	1.2	2	1.5	2	2	1.5	2.5	2.5	2.5	1	1	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1.5
R24	2.2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1.5	1.5	2	2	2	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5
R25	1	6	1	1	1	3	1	1	1	1	1	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R26	3	3	3	3	3	3	4.5	4	3	4.5	4.5	4	3	3	4	4	4	4.5	4	4	3.5	3.5	4	4
R27	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5
R28	4	4	4	4	4	4.5	6	5	4	6	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3.2
R29	1	1	1	1	1	1.5	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R30	3	2.5	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3
R31	1	6	1	1	1	3	1	3	1	1	3	4	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R32	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	2.8	3.5	3	2	2	3	2	2	2	2.8	--	3	2	2.8	3	3	3	2.8	2
R33	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	--	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2
R34	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	--	2	2	2	2	2	2	2	2
R35	1.8	2	2	2	2	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2	--	--	--	--	--	--	--
R36	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	0.5	--	--	--	--	--	--	--
R37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parte 8. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48
R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R4	50	76	60	65	50	45	20	50	25	15	30	45	40	85	45	60	30	40	21	30	60	40	80	45	70
R5	1	1	1	1	1	1	2	2	2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R7	1.2	1	1	1.5	1	1	1	3	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1.5	2	1.5	1	1.5	1.5	1.5
R8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5
R9	30	20	20	20	15	20	10	30	45	10	20	20	20	28	15	20	20	20	10	35	20	20	30	25	45
R10	1.2	1	1	1.5	1	1	1	3	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1.5	2	1.5	1	1.5	1.5	1.5
R11	35	35	22	20	25	45	15	55	35	15	30	40	25	32	40	52	25	20	20	40	38	30	40	35	50
R12	78	60	76	54	64	134	24	112	66	20	44	42	32	40	64	84	30	28	26	60	72	80	126	60	80
R13	5	6.5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	6	6	4	6	6	6	5	6	6
R14	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R15	30	30	20	20	20	42	15	50	30	10	25	35	25	30	35	48	20	15	18	35	35	28	35	32	48
R16	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R17	3	2	2	2	2.8	2.5	3	2.5	2.5	2	2	2.5	3	2.5	2.5	3	2.5	2	2.5	2.5	2	2	2	2.5	3
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
R19	5	4	4	4.5	4.5	4	4.5	5	5	4.5	4	4	5	4.5	5	6.5	5	4	5	5	4.5	4	3.5	5	6
R20	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1	1	1.2	1.5
R21	4.5	5	4	4.5	4.5	4	4.5	5	5	4.5	4	4.5	5	5	5	4.5	5	3	5	5	4.5	4	4	5	5
R22	1.5	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	2	2	1	1	2	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1.2	1.2	1	1.5	1.5	1.5	1.5
R23	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R24	1.5	1.5	1	1.5	1	1	1	1	1	2	2	1	1.5	2	1.5	2	1	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1.5	1.5
R25	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R26	4	4	4	4	4.5	3.5	3.5	4	4	3	3	4	4	3	4.5	4.5	4	3	4	4	4	3	3.5	4.5	4.5
R27	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1.3	1.3	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5
R28	3.2	4	3	3	4	3.5	2.5	4	3.5	4	4	4	4	5	3.2	4	4	2.2	4	4	4	4	4	4	4
R29	2	1.5	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
R30	3	3	2.5	2.5	3	3	2	3	2	3	3	3.8	3.8	4	3	3.8	3.8	2	3.8	3.8	3.8	3	3	3	3
R31	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R32	2.5	2.5	2.5	1.5	3	3	2.8	3	3	--	--	2	2		2	2.8		2	3	3	3	1.2		2	--
R33	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	--	--	0.3	0.2		0.2	0.4		0.5	0.5	0.5	0.5	0.2		0.5	--
R34	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
R35	--	--	--	--	--	--	--	2	1.8	1.8	1.8	--	--	1.8	--	--	2	--	--	--	--	--	1.5	--	2
R36	--	--	--	--	--	--	--	0.3	0.5	0.5	0.5	--	--	0.6	--	--	0.5	--	--	--	--	--	0.5	--	0.5
R37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parte 9. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73
R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R4	70	30	45	20	40	70	40	50	80	25	70	64	75	137	45	45	110	15	39	60	55	100	72	47	55
R5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
R6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R7	1.5	1.5	1.5	1	1	1.5	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.5	1	1.5	2	1.5	1.5	2
R8	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5
R9	55	35	40	15	20	40	33	30	45	10	40	25	20	20	15	40	30	12	25	20	30	30	20	30	45
R10	1.5	1.5	1.5	1	1	1.5	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1.5	2	1.5	2	1.5	1.5	2
R11	40	20	47	20	30	40	20	33	55	25	40	35	40	35	33	30	30	22	32	32	35	50	40	50	34
R12	78	42	88	30	66	86	38	66	88	64	90	50	72	60	54	36	34	66	62	58	60	70	88	100	58
R13	6	5	5	5	6	6	5	5	5	6	6	6	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5.5	6.5	5
R14	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	2	2	1	1	1	1.5
R15	35	18	42	18	28	35	18	30	50	20	38	30	35	30	28	25	28	26	28	30	45	35	45	30	30
R16	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R17	2.5	2	2	1.5	2	2	3	2	3	1.5	2	3	2	2	2	2	2	1.5	2	2	2	1	2	2.5	2.5
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.5	0.5
R19	5	4	4	3	4	5	5	4	5	3.5	4	5	4	4.5	5	4	4	3.5	4	4.5	4.5	4.5	4	5	5.5
R20	1.2	1	1	1	1	1.2	1	1	1	1	1	1	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	2	1.5
R21	4	4	4	4	4.5	4.5	5	5	5	4.5	4.5	5	5	4	4.5	5	5	4.5	4	4.5	5	4.5	4	4.5	5
R22	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
R23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1	1.5	1	1	2	2	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1
R24	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1.5	1.5	2	2	2	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2
R25	6	6	6	6	6	6	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R26	3.8	3	3	3	4	3.8	4	4	4	3.5	4	4	4	3.5	4	4	4	3.5	4	4	3.5	4.5	3.5	3.5	4
R27	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1.5	1.5	1	1.5	2	1.5	1.5	2
R28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	5	5	5	4	5	4.5	4	4	4.5	5	5
R29	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	3	3.5	3	3	3	3	3	2.5	3	3	3	3
R31	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	3	1	6	3	3	3	3	8	8	8	8	8
R32	1.2	1.2	1.2	1.8	3	3	2	2		3	3	2	1.5	1.5	1.5	1.5	--	1	1	2.5	2.8	2	1.8	1.5	1.5
R33	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	--	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
R34	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	--	2	2	2	2	2	2	2	2
R35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--
R36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5	--	--	--	--	--	--	--	--
R37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parte 10. Se tiene en las columnas los OTU's donde "X" representa a *Bouteloua simplex* y "S" a *Bouteloua scorpioides*. En las filas se encuentra codificados los caracteres que aparecen en la tabla 1.

	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87
R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R4	140	20	70	50	35	35	30	30	35	50	70	43	50	80
R5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1	1.5
R6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R7	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1.2	1.5
R8	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5
R9	50	26	30	15	20	20	25	25	30	35	40	40	25	45
R10	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1.2	1.5
R11	35	20	40	25	35	25	25	20	15	60	45	50	25	30
R12	96	42	50	35	66	48	35	30	30	80	63	96	38	48
R13	4	4	6	5	5	4.5	5	5	4.5	5	5	5	4	5
R14	1	1	1.5	1.5	1	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	2	1.5	2
R15	30	16	35	20	30	20	40	25	12	55	40	45	20	25
R16	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
R17	2	2	2	2	2	2	2	3	1.5	2	2	2	1.5	2
R18	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2
R19	4	4	5.5	5	4.5	4.5	5	5	4	5	5	5	3.5	4.5
R20	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5
R21	4	4	5	5	4	4	4.5	5	4	4	4.5	4	4	5
R22	1.5	1.5	2	2	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R23	1.5	1.5	1	1	1.5	1	2	2	1	1	2	1.5	1	1.5
R24	2	2	2	2	2	1.5	2	2	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5
R25	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
R26	3.5	3.5	4	4	4	4	4.2	4	4	4.2	4	4	4	4
R27	1.5	1.5	2	2	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R28	4.5	4	5	5	4.5	4	5	4.5	4	5	4.5	4	5	5
R29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R30	3	2.5	3	3	2.5	2	3	3	2	3	3	2	3	3
R31	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R32	1.8	1.8	2.5	2.5	2.8	--	--	--	--	3	3	3	3	--
R33	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	--	--	--	--	0.3	0.3	0.3	0.3	--
R34	2	2	2	2	2	--	--	--	--	2	2	2	2	--
R35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2
R36	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.5
R37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO D. Ejemplares examinados.

Bouteloua simplex Lag., Varied. Ci 4: 141. 1805. *Actinochloa simplex* (Lag) Kunth, Revis. Gramin. 1:94. 1829. TIPO: Perú. Née. s.n.?(Isotipo: M. LE-TRIN 2127.2!). *Chloris procumbens* P.Durand, Chlor. Sp. 16. 1808. *Chondrosum simplex* (P. Durand) Desv., Nouv. Bull. Sci. Soc. Philom. Paris 2:188.1810.

MÉXICO. Aguascalientes. Aguascalientes: 8 km al Norte de Cañada Honda, 22°4'0.25" N, 102°10'9.16" W, *M. de la Cerda 3271* (HUAA)(X8); Alrededores de presa El Muerto, 21°44'8.24" N, 102°13'24.26" W, *M. de la Cerda 4331* (HUAA)(X10); Faldas del cerro el Salteador (Peñon), 21°44'41.57" N, 102°30'34.86" W, *M. de la Cerda 3558* (HUAA)(X13); Cerro de la Cruz, 21°39'58.86" N, 102°16'27.71" W, *J. Refugio Barba s/n* (HUAA)(X16); Cerro el Roble, 21°58'16.45" N, 102°27'38.46" W, *M. de la Cerda 4229* (HUAA)(X17); Los Durón, 21°53'21.33" N, 102°15'33.25" W, *M. de la Cerda 5401* (HUAA)(X19); Faldas del cerro el Salteador (Peñon), 21°44'41.57" N, 102°30'34.86" W, *M. de la Cerda 3565* (HUAA)(X21); Calvillito, 21°52'58.27" N, 102°15'30.71" W, *M. de la Cerda 3234* (HUAA)(X25); Presa El Rayo, 21°52'18.11" N, 102°8'41.27" W, *M. de la Cerda 3548* (HUAA)(X26); Rancho El Atorón (Carr. Ags. -Ojuelos), 21°48'26.49" N, 102°3'33.23" W, *M. Elena Siqueiros D. 3510* (HUAA)(X29); Orilla de la presa El Llaverero, 22°56'14.6" N, 102°59'10.3" W, *M. de la Cerda 3761* (HUAA)(X33); Entronque carretera a SLP-Palo Alto, 21°49'8.62" N, 102°5'48.84" W, *M. de la Cerda 4012* (HUAA)(X36); Presa El Rayo, 21°52'18.11" N, 102°8'41.27" W, *M. de la Cerda 4516* (HUAA)(X37); Asientos: Orilla del bordo Pilotos, 22°2'16.4" N, 101°58'3.73" W, *M. de la Cerda 4202* (HUAA)(X14); Orilla del bordo Pilotos, 22°0'16.4" N, 102°58'3.73" W, *M. de la Cerda 4208* (HUAA)(X15); Bordo la Colorada al S de poblado La Luz, 21°59'26.54" N, 101°59'37.97" W, *M. de la Cerda 4029* (HUAA)(X30); Calvillo: Cerro la iguana, 21°54'50" N, 102°37'60" W, *Victor Manuel Silva 49* (MEXU)(X58); El Maguey, 21°54'10.37" N, 102°38'21.59" W, *Bruno A. Hernández s/n* (HUAA)(X2); 8 km al N de Milpillás, 22°58'38" N, 102°34'21" W, *Y. Herrera & A. Cortes 1388* (HUAA)(X3); El Maguey, 21°54'10.37" N, 102°38'21.59" W, *José Díaz R. s/n* (HUAA)(X32); Cosío: 2 km al S del rancho El Coyote (límite con Zacatecas), 22°22'22.88" N, 102°15'12.71" W, *M. de la Cerda 3790* (HUAA)(X34); Jesús María: 1 km al NW de la antena doble A., 20°63'34.46" N, 102°13'44.76" W, *M. de la Cerda 3855* (HUAA)(X12); Mesa Montoro , 22°8'22" N, 102°24'58.39" W, *M. de la Cerda 3906* (HUAA)(X18); Mesa Montoro, 22°8'22.01" N, 102°24'58.39" W, *M. de la Cerda 3930* (HUAA)(X24); Cañada Arroyo los Cedros, 21°57'11.13" N, 102°24'27.1" W, *M. de la Cerda 4439* (HUAA)(X35); San José de Gracia: La Ciénega, 22°8'4.43" N, 102°39'49.49" W, *M. de la Cerda 3982* (HUAA)(X6); La Congoja, 22°10'3.22" N, 102°33'16.58" W, *Enrique de la Cerda s/n* (HUAA)(X7); 1.5 km del entronque a San José de Gracia, 22°8'27.63" N, 102°18'21.58" W, *M. de la Cerda 3776* (HUAA)(X9); Barranca Los Planes, Sierra Guajolotes, 22°3'14.56" N, 102°29'42.33" W, *Gerardo García R. 2007* (HUAA)(X11); 1 km al E de Cieneguita, 22°9'55.5"

N, 102°24'11.13" W, *Sierra-Muñoz 235* (HUAA)(X20); Barranca El Empinado, 22°10'55.76" N, 102°33'54.44" W, *M. de la Cerda 3977* (HUAA)(X23); Rancho El Jagüey, 22°10'28.07" N, 102°34'45.02" W, *M. de la Cerda s/n* (HUAA)(X27); 11 km NE de San Antonio de los Ríos , 21°42'56.41" N, 102°26'56.96" W, *M. de la Cerda 3455* (HUAA)(X31); Tepezalá: 2 km al E de Tepezalá, 22°13'3.92" N, 102°8'30.78" W, *M. de la Cerda 3893* (HUAA)(X5); 3 km al E de mina San Pedro, 22°13'30.81" N, 102°6'29.18" W, *M. de la Cerda 4141* (HUAA)(X22); 1 km al NW de Arroyo Hondo, 22°12'6.52" N, 102°12'44.34" W, *M. de la Cerda 3465* (HUAA)(X28); 3 km al W de Tepezalá, 22°13'33.64" N, 102°12'47.39" W, *M. de la Cerda 4382* (HUAA)(X1). **Baja California Sur.** La Paz: Isla Carmen, 25°57'9.61" N, 111°10'6.24" W, *Anónimo 31* (MEXU)(X91). **Chihuahua.** Guerrero: Tamochi, 2 km alrededor del poblado, 28°21'27" N, 107°49'54" W, *Martha A. Vergara 149* (MEXU)(X107). **Coahuila.** Saltillo: LA Ventura, aprox. 80 km al S de Saltillo, 24°24'0" N, 100°53'60" W, *J. A. Villareal, M.A. Carranza y J. Valdés R. 3502* (IBUG) (X48). **Distrito Federal:** 19°19'50.16" N, 99°0'15.96" W, *J.R. Reeder & C.G. Reeder s/n* (MEXU) (X59); 19°15'20" N, 99°0'15.96" W, *Ernest Lyonnet s/n* (MEXU) (X60). **Durango.** Durango: Predio La Morena, 24°21'2" N, 104°32'1" W, *José L. Martínez M. 617* (MEXU)(X54); Ciénega cerca de un lago pequeño a 60 km al N de la ciudad e Durango, 24°33'39.87" N, 104°38'58.96" W, *Howard Scott G. 8591* (MEXU)(X69); 2 km al S de Durango, 24°4'39.12" N, 104°38'23.73" W, *Edwar Palmer 712* (MEXU)(X70); Guadalupe Victoria: 8 km al SW de Guadalupe Victoria, 24°23'57.07" N, 104°11'57.07" W, *Howard Scott G. 8415* (MEXU)(X68); Ejido Felipe Carrillo, 22°19'50.08" N, 104°0'58.22" W, *Ing. Gerardo Casas S. 8* (MEXU)(X77); Santiago Papasquiaron: 20 km de la carretera Santiago Papasquiaron-Altaires, 25°6'7.12" N, 105°33'29.9" W, *Alejandro Benitez P. 2522* (MEXU)(X71); 10 km de la carretera Santiago Papasquiaron-Altaires, 25°6'43.12" N, 105°36'29.9" W, *Martha A. Vergara 263* (INEGI)(X101). **Guanajuato.** Cortázar: Faldas del cerro de Culiacán, 20°22'21.38" N, 100°58'50.67" W, *Juan José Macías Cuellar 71* (MEXU)(X115); Cima del cerro Culiacán, 20°20'28.06" N, 100°58'18.56" W, *T.F. Juan José Macías Cuellar 67* (MEXU)(X84); Guanajuato: Camino Real de Dolores Hidalgo-Guanajuato, al a altura de Rancho de Enmedio, 21°5'27.8" N, 101°9'51.73" W, *T.F. Juan José Macías Cuellar 874* (MEXU)(X85); Juventino Rosas: Agua Zarca, 20°45'58.2" N, 101°1'10" W, *T.F. Juan José Macías Cuellar 796* (MEXU)(X86); San Miguel de Allende: 4 millas N de San Miguel de Allende, 20°58'58.18" N, 100°43'57.62" W, *J.R. Reeder & C.G. Reeder 2273* (MEXU)(X64); Xichu: Mina Asarco, 24°1'37.57" N, 101°14'45.36" W, *Arturo Mora Benitez 286-AMB* (MEXU)(X76). **Hidalgo.** Epazoyucan: 4 km al NNE de Epazoyucan, 20°3'20.36" N, 98°36'45.5" W, *M. Medina-Cota 1698* (MEXU) (X50); Mixquiahuala: Sta. Ma. Batha, 20°13'25.71" N, 99°15'3.26" W, *Juan P. Pérez J. 828* (MEXU) (X87); Pachuca: 1.5 km al sur de la cabecera municipal sobre la carr. Federal 130 Pachuca-Tulancingo, 20°6'18" N, 98°43'39" W, *Miguel A. Osorio 23* (MEXU)(X112); Santiago de Anaya, EL Palmar, 20°22'0" N, 99°5'45" W, *Juan Praxedes Pérez Jiménez 686* (MEXU)(X94); Hermosillo, 20°27'30" N, 98°58'0" W, *Norberto Vázquez Ceron 33* (MEXU)(X95); Mesa el Tablón, 20°22'0" N, 99°5'45" W, *Juan Praxedes Pérez Jiménez*

(MEXU)(X96); Tepeapulco: Irolo, 19°43'60" N, 98°34'60" W, *Juan Praxedes Pérez Jiménez* 550 (MEXU)(X81); Tlanalapa: San Pedro, 19°49'60" N, 98°37'0" W, *Juan Praxedes Pérez Jiménez* 556 (MEXU)(X82). **Jalisco.** Ojuelos: 4 km por la Brecha a Las Encinas, cerca de la granja, 21°52'50.34" N, 101°31'23.57" W, *F.J. Santana Michel* 2486 (IBUG) (X40); Rancho "Las Papas de Arriba", 4.5 km al noreste de Guadalupe Victoria, área de pastizal., 21°44'31.23" N, 101°36'21.49" W, *Luz. A. García-R.* 263 (IBUG) (X41); Rancho Buena Suerte, 45 km al NE de Lagos de Moreno, por la carretera a Ojuelos, 21°40'40.33" N, 101°37'58.71" W, *F.J. Santana Michel* 3067 (IBUG) (X42); San Julián: 12 km de San Julián, entre San Diego de Alejandría y San Julián, 21°0'25.38" N, 102°2'48.56" W, *A.A Beetle and R. Guzmán M.* M-5571 (MEXU) (X57); San Miguel el Alto: Cruce San Miguel-León, 21°0'54" N, 102°19'16.48" W, *Beetle & Guzmán s/n* (IBUG) (X38); Tepetitlan de Morelos: Potrero de El Guilote 2.5 km de carr. Arandas, camino cerro El Guilote, 20°52'44" N, 102°37'41" W, *F. Rodríguez y A. Castro* 833 (MEXU) (X108); Zacoalco: Vaso de Zacoalco, 20°13'30.77" N, 103°34'52.7" W, *Luz Ma. Villarreal de Puga* 10946 (IBUG) (X39). **Estado de México.** Teotihuacán: Ruinas arqueológicas de San Juan, 19°41'15.32" N, 98°50'36.77" W, *R. Guzmán* 3848 (MEXU)(X92); Tepetlaoxtoc: Frente al restaurante, 19°34'40.7" N, 98°49'1.93" W, *Ing. Silverio Rojas Villgas* 7 (MEXU)(X61); Texcoco: Lomas de Cristo, 19°27'59.61" N, 98°53'4.78" W, *Sergio Santos s/n* (MEXU)(X83); Suelos húmedos alcalinos alrededor del Lago de Texcoco, 19°30'0" N, 98°57'0" W, *H.H. Iltis, A. Jose, A. Lasseigne* 780 (MEXU)(X73); Carretera México-Pachuca Lago de Texcoco 25 km., 19°56'16.6" N, 98°52'51.26" W, *Luz Ma. Villarreal de Puga* 736 (IBUG)(X44); Cerro Tetzcutzingo, 8 km al e de Texcoco, 19°29'48.52" N, 98°43'16.25" W, *M.T. Pulido S.* 389 (IBUG)(X46); 10 km al SSE de Texcoco, 19°27'19.34" N, 98°46'54.02" W, *Steephen D. Koch* 77153 (IBUG)(X47); Zumpango: Carretera Zumpango-Zitlatepec, 19°49'1.52" N, 99°7'57.16" W, *Altrogge Giron R. s/n* (MEXU)(X93). Morelos. Tlaquiltenango: Huautla, 18°26'21.23" N, 99°1'30.44" W, *G. Villegas* 1623 (MEXU) (X65); Totolapan: Cerro Villa Nicolás Zapata, 19°2'7.94" N, 98°54'47.26" W, *G. A. Ayalia* 80 (MEXU) (X66). **Nuevo León.** Galeana: E de Boca de Refugio por el camino a San Pablo, 25°3'55" N, 100°28'9" W, *V.W.Steinmann* 3758 (MEXU) (X111). **Puebla.** Atlixco: Entorno en comunidad La Trinidad, 21°1'22.64" N, 98°9'48.59" W, *F. Domínguez F-55* (MEXU) (X74); Nicolás Bravo: Entrada de San Vicente, a Nicolás Bravo, 12 km de la carretera Tehuacán - Córdoba, viniendo de Tehuacán, 18°38'20" N, 97°24'0" W, *Aragon L.* 545 (MEXU) (X56). **Querétaro.** Cadereyta: 4 km al S de Vizarron, 20°47'21.99" N, 99°43'40" W, *Avalos M.A.* 212 (MEXU)(X109); 3.5 km al S de Vizarron, 20°47'44" N, 99°43'25" W, *V.W.Steinmann* 3652 (MEXU)(X110); Ezequiel Montes: 4 km al N de Ezequiel Montes, 20°41'56" N, 99°52'21" W, *Avalos M.A.* 205 (MEXU)(X106); km 16 de la carretera Bernal-Tepozán, 20°40'1.27" N, 100°4'27.75" W, *De la Mora* 539 (MEXU)(X72); San Juan del Río: Autopista México-Querétaro, 20°18'41" N, 99°58'23" W, *Avalos M.A.* 128 (MEXU)(X97). **San Luis Potosí.** Armadillo de los Infante: Cerca de Puerta Huerta, Sierra de Álvarez, 22°9'4.26" N, 101°2'17.63" W, *Ernest R. Sohns* 1028 (MEXU)(X63); Salinas de Hidalgo: Playa de la Laguna N de Salinas de Hidalgo, 22°39'0" N, 101°43'0" W, *Miguel A. Reyes*

431 (MEXU)(X113); 5 km al N de salinas de Hidalgo, cerro El Venadito, 22°30'0" N, 102°33'0" W, *Miguel A. Reyes* 454 (MEXU)(X114); San Luis Potosí: 2 km al S de San Luis Potosí, 22°8'59" N, 100°58'30" W, *Dr. Edward Palmers* 176 (MEXU)(X90); Soledad de Graciano Sánchez: Palma de la cruz, 22°15'2.21" N, 100°50'57.03" W, *Miguel H. Castro* 23 (MEXU) (X88); 3 km al N de Palma de la cruz, 22°13'29.87" N, 100°52'23.76" W, *Héctor Bravo* 58 (MEXU) (X62). **Sonora.** Bavispe: Rancho de Robles, 30°30'3.29" N, 108°56'34.95" W, *José Vera Santos* 1940 (MEXU) (X67). **Tamaulipas.** Bustamante: Joya de herrera, 23°25'26.96" N, 99°48'51.25" W, *R. López* 45 (MEXU) (X55). **Tlaxcala.** Nopalucan: 22 km del límite con Puebla rumbo a Tlaxcala, 19°9'47.1" N, 97°55'22" W, *Roberto Martínez* 17 (MEXU) (X105); Tetlan: Coaxamaluca, 19°28'45" N, 98°1'39" W, *E. Oviedo* 66 (MEXU) (X80); Xaltocan: Rancho La Retama, 19°27'2.3" N, 98°15'29.46" W, *P. Moya* 45 (MEXU) (X89). **Zacatecas.** Fresnillo: por la carretera a Torreón, a 5 km del entronque con la carretera a Durango, 23°15'21.34" N, 102°55'43.33" W, *J.J Balleza C.* 1702 (MEXU) (X53); A 15 km de Fresnillo, 23°7'20.21" N, 103°3'40.23" W, *Luz Ma. Villarreal de Puga* 2272 (IBUG)(X45); Guadalupe: Ejido Puerta de Fierro, 22°42'0" N, 102°15'0" W, *Vinicio J. Medina Acuna* 761 (MEXU)(X98); Pinos: Carretera Pinos-La pendencia, 22°23'15.78" N, 101°36'5.74" W, *O. Rosales* 3406 (MEXU)(X51); Entronque a los arquitos, 22°31'60" N, 101°28'60" W, *O. Rosales* 3388 (MEXU)(X78); La Jaula de Abajo, 22°1'38.9" N, 101°34'34.71" W, *Luz A. García-R* 1386 (IBUG)(X43); Villa Hidalgo: Km 66 carretera ojo caliente - pinos, 22°20'40.25" N, 101°42'41.48" W, *J.J Balleza C.* 1921 (MEXU)(X52); Villanueva: 3 km al E de la Com. Maravillas, 22°35'33" N, 102°40'26" W, *Ma. Clara Arteaga Saucedo* 714 (MEXU) (X79); 1 km al E de la Com. Maravillas, 22°34'57" N, 102°39'14" W, *Ruth Domínguez* 520 (INEGI) (X102); Zacatecas: Km 45, carr. 54 Zacatecas-Salttillo, 25°0'16" N, 101°4'12" W, *Y. Herrera & A. Cortes* 1459 (HUAA) (X4). **ESTADOS UNIDOS.** **Arizona.** Coconino: 9 miles west of Ashfork, 35°40'18.62" N, 111°27'53.4" W, *R.A. Darrow* 3080 (USNH)(X143); Tucson: Hookers Ranch, 32°23'15.27" N, 109°54'2.76" W, *J.J. Thornber s/n*, (MEXU)(X100); 2 km to Hookers Ranch, 32°21'34.25" N, 109°55'10.65" W, *J.J. Thornber s/n* (MEXU)(X99); Flagstaff: 35°12'21.26" N, 111°40'39.1" W, *David Griffiths* 7362 (USNH)(X138); Apache: White Mts., 33°54'40.11" N, 109°35'2.58" W, *David Griffiths* 5277 (USNH)(X137); Flagstaff: Fort Valley Exp. Station, 35°13'33.27" N, 111°38'43.35" W, *A.S. Hitchcock* 13209 (USNH) (X142). **Colorado.** Manitou: Garden of the gods, 38°51'56.77" N, 104°53'30.26" W, *Agnes Chase* 387 (USNH) (X135). **Nevada.** Lyon: Smith Valley, just sout of house at 13 siegel court, 3 air miles just E of due N of Wellington, T11N, R23E, S23, 38°48'8.64" N, 119°22'33.72" W, *Arnol Tiehm* 16509 (USNH) (X141). **New Mexico.** Glenwood: Fort Stanton Ranch, Mesa (aireport) pasture and adjacent slops, 33°29'48.52" N, 105°31'11.41" W, *K.W. Allred* 2573 (IBUG)(X49); Trrance: 34°48'1.24" N, 105°49'40.03" W, *Paul C. Standey* 5049 (USNH)(X139); San Juan: Vicinity of Cedar Hill, 36°56'22.11" N, 107°53'49" W, *Paul C. Standey* 7899 (USNH)(X136); Otero: 32°44'60" N, 105°59'23.22" W, *C.G. Pringle s/n* (USNH)(X140); Socorro: Mogollon monuntaian, on or near the W fork of the gila river, 34°6'26.03" N, 106°54'13.37" W, *O.B. Metcalfe* 583 (USNH)(X145). **Texas** Jeff Davis County:

Fort Davis, 30°45'28.58" N, 103°50'37.26" W, *W.W. Eggleston 11370* (USNH) (X144). **PERU. Cajamarca.** Cajabamba: 6 km S of Cajabamba on road towards huamachuco, 7°39'3.5" N, 78°2'58.81" W, *P.M. Peterson & N. Refulio Rodríguez 13988* (USNH) (X120). Cajamarca: 3.5 km al NW de Cajamarca, 7°10'7.58" N, 78°31'14.51" W, *D. N. Smith 7377* (MEXU) (X103). Cuzco. Cuzco: entre Socorro- Kinko, 13°26'3.5" N, 71°52'11.81" W, *C.Vargas C. 13150* (USNH)(X119); **Espinar:** Yauri, Pajonal de puna, 14°40'60" N, 71°16'0" W, *L. Valenzuela, J. Farfan, I. Huamantup, a, E. Suclli, H. Coasaca 2020* (MEXU)(X104). Ancash Bolognesi: 8 km E of Raquia & 2 km W of Cajacay on Ruta 02-014, 10°8'47" N, 77°26'0.49" W, *P.M. Peterson, N. Refulio, A. Cano, M. La torre & I. Salinas 17874* (USNH)(X123); Carhuas: Cordillera Blanca, Valley of the Rio Marcara, Vicos, 9°9'30.3" N, 77°23'2.7" W, *Paul C. Hutchinson, J. Kenneth Wright 4298* (USNH)(X118). Arequipa. Caylloma: 5 km W of Chivay on road towards yanque, 15°39'9.4" N, 71°38'20.4" W, *P.M. Peterson & N. Refulio Rodríguez 18292* (USNH)(X122). **Puno.** El Collao: 27 km S of Ilave on road towards Conduriri, 16°20'399" N, 69°37'42.3" W, *P.M. Peterson & N. Refulio Rodríguez 14618* (USNH)(X116); San Román: 4 km E of Santa Lucia, 15°41'4.2" N, 70°34'8.8" W, *P.M. Peterson & N. Refulio Rodríguez 18335* (USNH)(X121). **Lima.** Canta: 2 km al SE of San José Canta, 11°30'2" N, 76°40'23.4" W, *P.M. Peterson & N. Refulio Rodríguez 17976* (USNH)(X117). **ECUADOR. Azuay.** Along panamericana carr 2 km S of southern entrance to Susudel, 3°25'15.72" N, 79°10'43.98" W, *Simon Laegaard-Angel Sanchez, 20005* (USNH)(X134); 16.2 km N of Ona the Pan American Highway, 3°24'34.1" N, 79°10'42.95" W, *P.M. Peterson, C.R. Annable & M.E. Poston 8902* (USNH)(X132). Cotopaxi. Andenes Ecutorianos, 0°47'52.72" N, 78°42'59.56" W, *R. Spruce 5922* (USNH)(X133). **BOLIVIA. Oruro.** Cercado: 14 mi S of Oruro on Hwy towards Challapata, 18°11'22.58" N, 67°0'49.27" W, *P.M. Peterson, C.R. Annable, S. Leaegard & R.J. Soreng. 12695* (USNH)(X127). Chuquisaca. Oropeza: 15 km al S de Sucre, 19°12'14" N, 65°11'28.9" W, *S.A. Renvoi & T.A. Cope 3844* (USNH)(X131). Potosí. Quijarro: 4 mi SW of Vilacota on E facing slope above lago., 16°4'27.67" N, 68°25'47.18" W, *P.M. Peterson, S. Leaegard & R.J. Soreng. 13124* (USNH)(X130). La Paz. Murillo: La paz-los pinos, cerca del bosque de Eucaliptus, 16°31'15.97" N, 68°1'29.47" W, *F. Liberman 898* (USNH)(X129). **CHILE Tarapaca.** Regio I. 6km SW of Colchane on Hwy towards Huara, 19°19'59.87" N, 68°42'24.81" W, *P.M. Peterson, R. Soreng 15664* (USNH)(X125). **Antofagasta.** Region II. At Estación Cacote, 3 km W of Hwy 21., 21°25'52.9" N, 68°24'26.1" W, *P.M. Peterson, R. Soreng 15590* (USNH)(X128); Region II (Antofagasta). Km 17.7 to 19.6 E from San Pedro de Atacama on paved Hwy towards Argentine border at Paso de J ama., 22°54'48" N, 68°1'32.98" W, *P.M. Peterson, R. Soreng & E.J. Judziewicz 15503* (USNH)(X126); Región II (Antofagasta). 5 km W of the El Tatio turnof., 22°20'29" N, 68°17'25" W, *P.M. Peterson, R. Soreng & E.J. Judziewicz 15554* (USNH)(X124).

Bouteloua scorpioides Lag., Gen. Sp. Pl. 5. 1816. *Actinochloa scorpioides* (Lag.) Roem. & Schult., Syst. 2:420.1817. *Antheropogon scorpioides* (Lag.) Spreng., Syst. Veg. 1: 293.1825. *Chondrosum scorpioides* (Lag.) Kunth, Revis. Gramin. 1:94.1829. TIPO--: México. "Habitat in N. Hisp." Sessé s.n. (Holotipo: MA?).

MÉXICO. Chihuahua. Cuauhtemoc: Rancho: Las carretas, Acceso: De Chihuahua hacia Namiquipa, desviar en Campo 73 a la izquierda terrace. 12 km, 106°49'58.8" N, 29°0'0" W, *Guillermo Gómez Espinoza* 222 (MEXU)(S65); Ojinega: 46 km al W de Ojinega on hugh way to chihuahua city and S 2 km to the deep canyon of rio Conchos in the Sierra Poguis, 104°48'0" N, 29°31'59.99" W, *F. Chiang, T. Whedt and M. C. Johnston* 9742 (MEXU)(S61). **Coahuila.** Ramos Arizpe: San José de los Nuncio, 100°49'58.8" N, 25°0'0" W, *F. Alcalá* 128 (MEXU)(S67); San Roberto: 35 miles NNW of San Roberto., 101°19'40.8" N, 27°38'27.64" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder* 4509 (MEXU)(S41); San Roberto: Km 150, carr. 57 Matehuala-Salttillo, a 20 km de San Roberto, 100°17'45.6" N, 24°29'26.98" W, *Y. Herrera & M. de la Cerda* 1450 (HUAA)(S4); San Roberto: Km 130, carr. 57 Matehuala-Salttillo, 100°22'30" N, 24°52'21" W, *Y. Herrera & M. de la Cerda* 1452 (HUAA)(S5). **Distrito Federal.** Delegación de Tlahuac: Vertiente S del cerro de la Caldera, 98°57'48.24" N, 19°20'7.94" W, *J. Rzedowski* 35338 (MEXU)(S74); Delegación de Tlahuac, Vertiente S del cerro de la Caldera, 98°57'48.24" N, 19°20'7.94" W, *J. Rzedowski* 35338 (MEXU)(S19); Ixtapalapa: Valle de Mexico, 99°1'2.28" N, 19°19'37.92" W, *R. Valencia* 45 (MEXU)(S46). Morelos Cuernavaca: 9 km de Cecytc, 99°10'32.98" N, 18°56'40.17" W, *G. Ayala A.* 36 (MEXU)(S79). **Durango.** Durango: 35 miles N of Durango, 104°39'0" N, 24°33'18.58" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder* 4639 (MEXU)(S54); Durango: 33 miles N of Durango, 104°39'18" N, 24°31'33.82" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder* 3175 (MEXU)(S31); Durango: 40 miles N of Durango, 104°38'16.8" N, 24°37'33.53" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder* 4484 (MEXU)(S34); Durango, 4 miles E of Durango, 104°29'24" N, 24°0'53.21" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder* 4462 (MEXU)(S60). **Estado de México.** Ixtapaluca: Cerro del Pino, 98°55'10.92" N, 19°20'36.02" W, *L.G. Riccon, A. Avalos* 49 (MEXU)(S84); Ixtapaluca: Cerro del Pino, 98°53'41.64" N, 19°21'4.03" W, *Pedro P. García* 417 (MEXU)(S29); Ixtapaluca: 2 km del Cerro del pino, 98°54'35.0388" N, 19°18'49.02" W, *Pedro G. García* 417 (IBUG)(S12); Tezoyuca: En el cerro de Tezoyuca, 97°23'16.08" N, 18°44'47.9" W, *E. Martínez S.* M-21836 (MEXU)(S40); Tezoyuca: 6 km al N del cerro de Tezoyuca, 97°29'16.08" N, 18°57'23.9" W, *E. Martínez S.* M-21828 (MEXU)(S42); Tezoyuca: En el cerro de Tezoyuca, 97°23'16.08" N, 18°44'47.9" W, *E. Martínez S.* , M-218388 (MEXU)(S15). **Guanajuato.** San Felipe: Rancho el cerrito, 101°29'52.8" N, 21°28'39.98" W, *J. L. Villalpando P.* 1238 (MEXU)(S86); San Felipe: 2 km la NW de San Felipe, 101°15'28.3" N, 21°31'17.09" W, *Belén G. Fernández* 200 (MEXU)(S56); Guanajuato: Parador turístico El Roble, por la carretera Juventino Rosas-Guanajuato, 100°58'38.79" N, 20°38'4.59" W, *R. Guzmán M.* 4469 (MEXU)(S72); Guanajuato: Ejido la escondida,

estribaciones de la sierra de Jacales, 101°35'16.8" N, 21°33'42.08" W, *R. Guzmán M. 4558* (MEXU)(S73); Ocampo: Desviación a la Estancia, 101°28'30" N, 21°38'23.53" W, *E. Carranza y cols. 4297-a* (MEXU)(S47); Ocampo: 2 km al sur de Ocampo, 101°28'25.9428" N, 21°37'55.36" W, *E. Carranza y Cols. 4303* (IBUG)(S13); Dolores Hidalgo: 27 km al S de Dolores, Sobre la carretera a San Miguel de Allende, 100°46'15.6" N, 20°58'18.44" W, *J. Rzedowski 41055* (MEXU)(S49); Comonfort: Cerca de Calderón, 101°13'8.4" N, 21°0'9.14" W, *J. Rzedowski 52453* (MEXU)(S39). **Guerrero.** Oaxaca 2.5 kms sobre la desv. A San Francisco Teopan, Carretera Tamazulapan-Tepelmeme, 97°23'43.08" N, 17°51'40.93" W, 235 (MEXU)(S27). **Hidalgo.** Zempoala: 2.5 km Zontecomate station, 98°48'3.24" N, 20°5'28.86" W, *C. G. Pringle 8820* (MEXU)(S81); Zempoala: Cerro Tecajete, cerca de Santa María Tecajete, Tejacate, 98°36'54" N, 19°56'3.3" W, *R. M. Suarez, J.L. Ortiz 208* (MEXU)(S43); Pachuca: 18 miles E of Pachuca, 98°26'38.4" N, 20°3'38.23" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 3721* (MEXU)(S35); Pachuca: 13.5 miles E of Pachuca, 98°30'10.8" N, 20°3'14.54" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 4286* (MEXU)(S36); Huasca: Barranca de Las Ventanas, 98°29'39.84" N, 18°14'49.99" W, *Enrique Guizar 5476* (MEXU)(S37). **Nuevo León.** Galeana: 6 miles north of San Roberto, about 72 miles south-east of Saltillo, 100°18'54" N, 24°45'47.77" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 3650* (MEXU)(S52); Galeana: 2 miles north of San Roberto, about 72 miles south-east of Saltillo, 103°2'16.8" N, 23°20'54.46" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 4179* (MEXU)(S32); Galeana: 2 km al S de Salero, 1 km W carr. 57 Matehuala-Saltillo, 100°42'0" N, 25°34'11.28" W, *Jesús Valdés y J. S. Marroquin VR-1624* (MEXU)(S16); Galeana: 8 km al entronque de San Roberto, 100°12'39.6" N, 24°40'57" W, *Y. Herrera & M. de la Cerda 1448* (HUAA)(S3); Matehuala: 14 miles north of matehuala, 100°42'0" N, 23°52'4.58" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 3661* (MEXU)(S53); Matehuala: 14 miles north of matehuala, 100°31'4.8" N, 23°12'8.96" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 3661* (MEXU)(S24); 0.5 km al Mex. Hwy. 57, 3 km N of Potosí, 22 km N of San Roberto junction and road E to Linares., 100°22'1.2" N, 24°45'2.99" W, *R. Spellenberg, M. Mahrt, L. Rayburn s/n* (MEXU)(S30); Dr. Arroyo: El Jarro 16 km al W de Dr. Arroyo, 100°18'25.2" N, 23°42'12.46" W, *F.G. Medrano 4956* (MEXU)(S18); Dr. Arroyo: 5 km al SW de Dr. Arroyo, 100°13'14.6" N, 23°34'48.63" W, *M. A. López s/n* (MEXU)(S58). **Jalisco.** Ojuelos: W de ojuelos, alrededor de Aguascalientes, 101°47'27.6" N, 21°55'17.32" W, *A.A. Beetle and R. Guzmán M--5669* (IBUG)(S6); Ojuelos: Rancho "Ciénega de Mata", 101°49'26.4" N, 21°44'31.31" W, *Melgoza-Martín 168* (IBUG)(S7); Ojuelos, 1 k al S de Matancillas, 101°39'10.8" N, 21°52'33.17" W, *F.J. Santana Michel 2475* (IBUG)(S8); Ojuelos: Rancho "Las Papas de Arriba", 4.5 km al noreste de Guadalupe Victoria, parcela con cultivo de nopal y con pastoreo., 101°36'21.6" N, 21°44'31.24" W, *Luz A. García-R. Y M.Harker 304* (IBUG)(S9); Ojuelos: Vaquerías, 8 km al SW de Ojuelos, 101°38'49.2" N, 21°46'15.49" W, *F.J. Santana Michel 1553* (IBUG)(S10); Ojuelos: Nopalera cultivada, comunidad de "La Palma", Ojo de agua, limite noreste entre Jalisco y Zacatecas.,

101°43'30" N, 21°59'55.82" W, *Luz A. García-R. 840* (IBUG)(S11); Ojuelos: CEP-Vaquería, 101°39'36" N, 21°46'13.04" W, *Gerardo A. Aguado Santacruz 1-A* (HUAA)(S2); Lagos de Moreno: Rancho Buena suerte, 45 km al NE de Lagos de Moreno por la carretera a Ojuelos, 101°37'40.06" N, 21°39'53.29" W, *F.J. Santana M. 3067* (MEXU)(S33). **Puebla.** Tlachichuca: Pico de Orizaba, 97°21'6.12" N, 19°2'49.2" W, *M. Alejandro Rojas Viloria s/n* (MEXU)(S69); Xicotlan: 1 km antes de Zacatepec viniendo del Carmen, 97°32'19.32" N, 19°15'19.62" W, *León Román M. 52* (MEXU)(S71); Tepeyahualco: Campo de la Noria, 97°29'40.92" N, 19°30'22.36" W, *Librado C. J. G. 400* (MEXU)(S83); Alchichica: Laguna de alchichica, 98°28'19.2" N, 18°34'3.39" W, *M. Vázquez & W. Márquez R. 2016* (MEXU)(S51); Puebla: 10 miles E of puebla, 97°56'47.4" N, 19°1'15.6" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 4315* (MEXU)(S45); Puebla: Cerro Guadalupe, 98°13'8.42" N, 18°55'53.84" W, *G. Arseno 253* (MEXU)(S48); Palmar de Bravo; Barranca de Tlacotepec a 30 km Tecamachalco, Rumbo a cañada Morelos y a 6 km de Cuaunopal, por la terracería a San Martín Espirilla, 97°34'19.92" N, 18°44'44.99" W, *A. Miranda, L. Aragón 1068* (MEXU)(S21). **Querétaro.** Amealco: 1 km al N de Santiago Mexquititlan, 100°3'32.4" N, 20°3'55.01" W, *M. H. Cervera 134 A* (MEXU)(S64); San Juan del Rio, Puente de San Sebastián, cerca de palmillas, 99°56'32.64" N, 20°19'31.69" W, *J. Rzedowski 51080* (MEXU)(S70); Querétaro: Ladrillera, 100°26'9.6" N, 20°41'43.58" W, *J. Enrique Sierra 25* (MEXU)(S76); Colon: Sierra de pinal del zamorano, 99°37'5.52" N, 21°8'53.48" W, *Arturo Mora Benites y Fco. Javier Ramírez Rodríguez 422-AMB* (MEXU)(S77); Colon: 2.5 km al W de Colon, 100°4'52.71" N, 20°46'50.25" W, *Fernando Ramírez 170* (MEXU)(S59); Toluca: San Antonio de la Cal más o menos 2 km después del pueblo hacia Cadereyta, 99°56'12.84" N, 20°44'48.34" W, *Berta Rodríguez C.* (MEXU)(S20); Toluca: San Antonio de la Cal más o menos 2 km después del pueblo hacia Cadereyta, 99°56'12.84" N, 20°44'48.34" W, *Berta Rodríguez C. s/n* (HUAA)(S1). **San Luis Potosí.** Charcas: 5 km al W del poblado de charcas, la carreteras Sto. Domingo, 101°9'0" N, 23°8'44.99" W, *Pedro G. García G. 417* (MEXU)(S85); Matehuala: Tanque colorado, 100°39'36" N, 23°39'30.6" W, *Juan Jose Macías Cuellar 32* (MEXU)(S75); San Luis Potosí: 1 mile S of Santo Domingo, 48 miles S of San Luis Potosí, 100°17'9.6" N, 22°50'44.66" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 3694* (MEXU)(S62); San Luis Potosí: Alrededores de la presa de Terreros .Sierra de San Miguelito, 100°55'51.6" N, 22°2'4.66" W, *F. Gomez-Lorence 599* (MEXU)(S38); San Luis Potosí: 28 km NNE of San Luis Potosí along Hwy. 57., 100°39'36" N, 22°31'58.37" W, *J. R. Reeder & C. G. Reeder 7048* (MEXU)(S28); Mexquitc: Agua prieta, 101°11'20.4" N, 22°15'51.98" W, *F. Gomez-Lorence 695* (MEXU)(S17); Mexquitc: Alrededores de la presa Mexquitc, 101°7'14.19" N, 22°15'27.36" W, *Alejandro Pérez M. 22* (MEXU)(S87). **Veracruz.** Perote: Al S de Tolco, 97°19'55.92" N, 19°25'14.02" W, *G. Castillo-Campos, S. Avendaño R., R. A. Palestina G. 16913* (MEXU)(S63); Perote: Acueducto El Conejo, 97°9'20.16" N, 19°32'39.98" W, *Galindo C. R. 108* (MEXU)(S82); Perote: Cerro de Tenextepc, 97°16'18.12" N, 19°28'21.94" W, *G. Castillo-Campos, A. P. Vovides, R. A. Palestina G.*

16445 (MEXU)(S50); Totalco: Limites de Puebla y de Veracruz, 97°24'5.76" N, 19°29'45.82" W, *M. Vázquez* 2025 (MEXU)(S14). **Tamaulipas.** Tula: La Tapona, 99°59'29.76" N, 23°8'48.16" W, *R. Guzmán* 3893 (MEXU)(S55); Tula: La Tapona, 99°59'29.76" N, 23°8'48.16" W, *M. H. Cervera* 134 (MEXU)(S66). **Tlaxcala.** Atlantepec: Zumpango, 98°13'24.96" N, 19°34'29" W, *J. Rosadp* 86 (MEXU)(S68); Muñoz: San José Techopa, 98°13'59.88" N, 19°28'40" W, *A. López A.* 145 (MEXU)(S78); Tzompantepec: Faldas del cerro San Marcos, 98°3'1.08" N, 19°37'0.01" W, *A. Caraño V.* 190 (MEXU)(S80); Atltzayanca: Santa María de Las Cuevas, 97°43'58.08" N, 19°23'26.34" W, *Rosalía Cantera Barrios y Reyes Bonilla Beas S/n* (MEXU)(S44); Calpulapan: Entre San Cristóbal y Calpulapan, 98°38'6.72" N, 19°34'56.85" W, *Ernest R. Sohns* 557 (MEXU)(S25); Zacatepec: El Carmen, 97°39'34.92" N, 19°18'39.71" W, *F.G. Medrano* 4767 (MEXU)(S26). **Zacatecas.** Sombrerete: Rancho Altamira, por la brecha entre Francisco I. Madero y vasco de Quiroga., 103°29'20.4" N, 23°50'20.47" W, *J.J. Balleza* 2633 (MEXU)(S22); Pinos: 4 km del entronque con la terracería Pinos-Ojuelos, 101°34'48" N, 22°12'7.48" W, *J.J. Balleza* 1923 (MEXU)(S23); Pinos: El Sitio, por la terracería Pinos-Ojuelos, Jal., 101°35'42" N, 21°54'0.83" W, *J.J. Balleza C.* 2458 (MEXU)(S57).

