TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS

TESIS

"FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA* BASADA EN DATOS MOLECULARES"

PRESENTA

Biól. Marisol Pacheco Jiménez

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

TUTOR

Dra. María Elena Siqueiros Delgado

COMITÉ TUTORAL

Dra. Amanda Fisher
Dra. Rosa Cerros Tlatilpa
Dr. Ernesto Flores Ancira

Aguascalientes, Ags., Junio del 2018

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA 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. MARISOL PACHECO JIMÉNEZ** con ID 71766, 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 **FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA* BASADA EN DATOS MOLECULARES.**

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 15 de Junio de 2018

Dra. María Elena Siqueiros Delgado

Tutora de tesis

c.c.p. Archivo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA 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. MARISOL PACHECO JIMÉNEZ** con ID 71766, 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 **FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA* BASADA EN DATOS MOLECULARES.**

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 15 de Junio de 2018

Amanda E. Fisher

Dra. Amanda Fisher
Asesor de tesis

c.c.p. Archivo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA 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. MARISOL PACHECO JIMÉNEZ** con ID 71766, 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 **FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA* BASADA EN DATOS MOLECULARES.**

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 12 de Junio de 2018

Dra. Rosa Cerros Tlatilpa
Asesor de tesis

c.c.p. Archivo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA 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. MARISOL PACHECO JIMÉNEZ** con ID 71766, 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 **FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA* BASADA EN DATOS MOLECULARES.**

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 15 de Junio de 2018

Dr. Ernesto Flores Ancira
Asesor de tesis

c.c.p. Archivo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

OF. NO. CCA-D-11-15-081-18

Dra. en Admón. María del Carmen Martínez Serna
Directora General de Investigación y Posgrado
P R E S E N T E.

Por medio de la presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA* BASADA EN DATOS MOLECULARES", de la alumna ***MARISOL PACHECO JIMENEZ***, 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.

A T E N T A M E N T E
Jesús María, Ags., 18 de Junio del 2018
"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

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater*, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por ser mi segunda casa por tantos años y ayudarme a convertirme en la profesionista que soy ahora.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado con la beca número 741986.

A la Dra. María Elena Siqueiros, porque además de ser una excelente maestra y tutora, es una persona increíble. Gracias por siempre estar dispuesta a escuchar mis dudas e inquietudes, y por adentrarme al hermoso mundo de los pastos y la filogenia.

A mis asesores; la Dra. Rosa Cerros, Dra. Amanda Fisher y el Dr. Ernesto Flores, por brindarme su conocimiento y apoyo en la realización de este trabajo.

A todo el personal del laboratorio de Biotecnología. Gracias por su amabilidad y por permitirme hacer uso de sus instalaciones, equipo y material para llevar a cabo la parte experimental del proyecto.

A mis compañeras del herbario, Gera, Marce y María Elena, por asesorarme, ayudarme y echarme porras siempre que tuvieron la oportunidad.

A Gera, gracias por ser mi compañera de laboratorio y campo, además de ser mi amiga y guía durante todo este proceso. No hubiera sido lo mismo sin ti.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

DEDICATORIAS

A mis tres superhéroes: mi mamá, papá y hermano.
Gracias por enseñarme el verdadero significado de la familia, por siempre estar a mi lado cuando más lo he necesitado, por el apoyo incondicional y amor tan grande que me han hecho sentir en cada momento de mi vida.
Gracias por motivarme a seguir soñando en grande y decirme que puedo lograr todo lo que me proponga; y que por más que el camino se ponga difícil, ustedes siempre estarán ahí para ayudarme.
Dios me dio a la mejor familia que existe y agradezco el poder compartir esta aventura con personas tan maravillosas como ustedes.

Armando, amor de mi corazón, gracias por estar ahí en cada momento bueno y malo de esta travesía. Por hacerme reír, abrazarme o simplemente tomarme de la mano cuando más lo necesitaba. Por entenderme en mis momentos de enojo y frustración, y festejar en los momentos de felicidad.
Gracias por siempre saber que decir para que no me diera por vencida y siguiera luchando para cumplir mi objetivo.
No podría haber elegido un mejor compañero de vida.

Gracias por creer en mi, sin ustedes no hubiera podido lograr esto.
¡Los amo!

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL……1
ÍNDICE DE TABLAS……4
ÍNDICE DE FIGURAS……5
ÍNDICE DE ANEXOS……7
ACRÓNIMOS……8
RESUMEN……9
ABSTRACT……11
INTRODUCCIÓN……13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……14
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN……14
OBJETIVOS……14
Objetivo general……14
Objetivos específicos……15
JUSTIFICACIÓN……15
MARCO TEÓRICO……15
Los pastizales……15
Importancia de los pastizales……16
El género *Bouteloua* Lagasca……16
Complejo *Bouteloua barbata*……17
Filogenia de *Bouteloua*……17
CAPÍTULO I. FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA*……21
MATERIALES Y MÉTODOS……21
Muestras……21
Extracción de ADN……26
Amplificación, purificación y secuenciación……26
Edición y alineamiento de secuencias……28
Análisis filogenético: Inferencia Bayesiana……28
RESULTADOS……29
Espaciador transcrito interno (ITS)……29
Intrón de la proteína ribosomal L16 (*rpl16*)……31

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Análisis combinado (ITS + intrón *rpl*16)……33
DISCUSIÓN……35
ITS y Combinado (ITS+ intron *rpl*16)……35
Intrón *rpl*16……37
CAPÍTULO II. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO……38
MATERIALES Y MÉTODOS……38
Material y caracteres analizados……38
Análisis ……39
Test de Mardia…… 39
Análisis de Componentes Principales (PCA)……39
PERMANOVA……40
Análisis de conglomerados-UPGMA…… 40
RESULTADOS……41
Análisis de Componentes Principales (PCA)……41
B. barbata var. *barbata,* var. *rothrockii y* var. *sonorae*……41
B. parryi var. *parryi y* var. *gentryi*……44
B. barbata var. *barbata y* var. *rothrockii*……44
B. barbata y B. parryi……44
PERMANOVA……47
Análisis de conglomerados-UPGMA…… 48
DISCUSIÓN……50
CAPÍTULO III. EVOLUCIÓN DE CARACTERES……52
MATERIALES Y MÉTODOS……52
RESULTADOS……54
Duración anual o perenne……54
Longitud de tallo……54
Ancho de lámina foliar……54
No. de ramas por inflorescencia……58
Longitud de espiguillas……58
Presencia/ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma……58
Presencia/ausencia de aristas en pálea……62
DISCUSIÓN……64

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Duración anual o perenne……64
Longitud de tallo……64
Ancho de lámina foliar……..……65
No. de ramas por inflorescencia……..65
Longitud de espiguillas……..……66
Presencia/ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma……..66
Presencia/ausencia de aristas en pálea……67
CONCLUSIONES……68
GLOSARIO……..…..……..……70
BIBLIOGRAFÍA……..……72
ANEXOS…...……..……77

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución y hábitat de las especies del complejo *Bouteloua barbata* de acuerdo a Gould[1] (1980) y Herrera *et al.*[2] (2004)……..18

Tabla 2. Colectas incluidas en los análisis filogenéticos de la región ITS en núcleo ([1]) y el intrón *rpl*16 en cloroplasto ([2])…… 21

Tabla 3. Información de las secuencias disponibles en GenBank, que fueron incluidas en el análisis filogenético de la región ITS…… 24

Tabla 4. Información de las secuencias proporcionadas por el Dr. Travis Columbus, del Rancho Santa Ana Botanic Garden, utilizadas en el análisis filogenético de la región ITS...25

Tabla 5. Primers utilizados para la amplificación y secuenciación de ADN……27

Tabla 6. Caracteres utilizados en los análisis morfométricos……..39

Tabla 7. Matriz de resultados obtenidos en el análisis PERMANOVA…….. 47

Tabla 8. Caracteres utilizados para estimar su evolución en los taxa del complejo *Bouteloua barbata*……...52

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Árbol filogenético obtenido del análisis de la matriz de la región ITS de los individuos del complejo *Bouteloua barbata* y grupo externo, mediante Inferencia Bayesiana…….. 30
Fig. 2. Árbol filogenético obtenido del análisis de la matriz del intrón *rpl*16 de los individuos del complejo *Bouteloua barbata* y grupo externo, mediante Inferencia Bayesiana……..32
Fig. 3. Árbol filogenético obtenido del análisis de la matriz combinada (ITS + intrón *rpl*16) de los individuos del complejo *Bouteloua barbata* y grupo externo, mediante Inferencia Bayesiana……34
Fig. 4. Análisis de componentes principales de todos los individuos muestreados del complejo *Bouteloua barbata*…… 42
Fig. 5. Análisis de componentes principales de los individuos de *Bouteloua barbata* var. *barbata* (cuadros rojos), *Bouteloua barbata* var. *sonorae* (triángulos verdes) y *Bouteloua barbata* var. *rothrockii* (estrellas moradas)…… 43
Fig. 6. Análisis de componentes principales de los individuos de *B. barbata* var. *barbata* (cuadros rojos) y *B. barbata* var. *rothrockii* (estrellas moradas)…… 45
Fig 7. Análisis de componentes principales de los individuos de *B. barbata* y *B. parryi* con sus respectivas variedades…….…….. 46
Fig.8. Dendograma obtenido mediante el algoritmo de UPGMA (Unweighted pair-group average) de los individuos analizados pertenecientes al complejo *Bouteloua barbata*…...49
Fig. 9. Reconstrucción evolutiva de la duración anual o perenne en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana…….55
Fig. 10. Reconstrucción evolutiva de la longitud de tallo en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana……...56
Fig. 11. Reconstrucción evolutiva del ancho de la lámina foliar en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana…….…57
Fig. 12. Reconstrucción evolutiva del número de ramas por inflorescencia en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana……59
Fig. 13. Reconstrucción evolutiva de la longitud de espiguillas en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana…….…60

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Fig. 14. Reconstrucción evolutiva de la presencia o ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana……61
Fig. 15. Reconstrucción evolutiva de la presencia o ausencia de aristas en la pálea en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana……62

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Fotos e ilustraciones de los taxa del complejo *B. barbata*……77

ANEXO B. Protocolo CTAB 2% de extracción de DNA (MINIPREP) (Doyle y Doyle,1987; modificado por Columbus *et al*.,1998)……..79

ANEXO C. Secuencias alineadas de la región ITS de las especies del complejo *B. barbata* y grupo externo, incluidas en los análisis filogenéticos…….81

ANEXO D. Secuencias alineadas del intrón *rpl*16 de las especies del complejo *B. barbata* y grupo externo, incluidas en los análisis filogenéticos…….....99

ANEXO E. Ejemplares utilizados en los análisis morfométricos, con sus respectivos caracteres morfológicos……...…106

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ACRÓNIMOS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
CTAB	Bromuro de hexadeciltrimetilamonio
dNTP	Desoxirribonucleótidos trifosfato
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
gr	Gramo
GTR	General Time Reversible; General de Tiempo Reversible
H_2O	Agua
HCl	Ácido clorhídrico
HKY	Hasegawa-Kishino-Yano
HUAA	Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes
hr	Hora
ITS	Internal Transcribed Spacer; Espaciador transcrito interno
PERMANOVA	Permutational analysis of variance
KCl	Cloruro de potasio
M	Molar
MCMC	Markov Chain Monte Carlo
min	Minuto
mM	Milimolar
ml	Mililitro
NaCl	Cloruro de sodio
ng	Nanogramos
PCA	Principal Component Analysis; Análisis de Componentes Principales
PCR	Polymerase Chain Reaction; Reacción en Cadena de la Polimerasa
pH	Potencial de Hidrógeno
***rpl*16**	Ribosomal protein L16; Intrón de la proteína ribosomal L16
Tris	Tris (hidroximetil) aminometano
UPGMA	Unweighted pair-group average
vol	Volumen
°C	Grados Celsius
µl	Microlitros
µM	Micromolar

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

RESUMEN

Uno de los géneros más representativos de los pastizales del continente americano es el de *Bouteloua*. Este género puede dividirse en clados denominados complejos, siendo uno de ellos el de *Bouteloua barbata* el cual se encuentra integrado por ocho taxa. Si bien el complejo ha sido incluido en algunos estudios moleculares que se han realizado a nivel de género, las relaciones filogenéticas inter e intraespecíficas no han sido dilucidadas. Debido a lo expuesto anteriormente se decidió realizar este estudio, en el cual los principales objetivos fueron establecer las relaciones filogenéticas del complejo *Bouteloua barbata,* estimar la monofilia de sus especies, definir los caracteres morfológicos diagnósticos que permitan la identificación de sus taxa y definir los caracteres morfológicos apomórficos y plesiomórficos del grupo.

Los individuos utilizados en este estudio fueron obtenidos mediante colectas realizadas en campo y ejemplares de herbarios; para los análisis filogenéticos además se incluyeron secuencias de GenBank para cubrir el mayor rango de distribución de los taxa. Secuencias de la región ITS y del loop D4 del intrón *rpl*16 fueron analizadas mediante Inferencia Bayesiana para inferir la filogenia del complejo.

Para conocer cuales de los 15 caracteres morfológicos medidos podrían ser utilizados para la circunscripción de los taxa de *B. barbata,* se realizaron análisis de componentes principales, conglomerados y PERMANOVA de 147 ejemplares. Mientras que para definir los caracteres morfológicos apomórficos y plesiomórficos del grupo, se mapearon los caracteres obtenidos como informativos de los análisis morfométricos en una hipótesis filogenética de ITS, donde solo se consideraron los individuos de los que se tenían las mediciones correspondientes.

En los análisis filogenéticos se observó que la única especie monofilética del complejo es *B. breviseta*. Por su parte, en los análisis morfométricos se obtuvieron nueve caracteres morfológicos informativos, sin embargo, al mapearlos en la hipótesis de ITS para observar su evolución, se concluyó que sólo cuatro pueden ser utilizados para diferenciar a algunos de los taxa del complejo. Para *B. ramosa* el presentar de 1 a 2 ramas por inflorescencia es

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

su sinapomorfia, mientras que para *B. elata* su autapomorfia es la longitd del tallo; la presencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma es la sinapomorfia de *B. elata* y *B. parryi* y el caracter más significativo para diferenciar a *B. parryi* de *B. barbata*. Por su parte, la longitud del tallo y la duración de la planta fueron los caracteres que se encontraron como útiles para diferenciar a *B. barbata* var. *barbata* de la var. *rothrockii;* ya que la var. *rothrockii* es perenne y de tallos largos, mientras que la var. *barbata* es anual y presenta tallos más cortos.

Con la información obtenida en los análisis moleculares y morfométricos se pudo concluir que *B. barbata* var. *barbata* y *B. barbata* var. *rothrockii* están bien delimitadas entre ellas y por lo tanto sí son variedades diferentes; sin embargo, el encontrar algunas formas intermedias sugieren que está existiendo hibridación entre ellas. Por otra parte, la var. *sonorae* no logró diferenciarse de las otras dos variedades de *B. barbata*, debido a esto y a que los caracteres considerados como diagnósticos de dicha variedad se encontraron en la var. *rothrockii,* se concluyó que dicho taxón realmente no existe.

Palabras clave: *Bouteloua,* caracteres morfológicos, filogenia, intrón *rpl*16, ITS.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ABSTRACT

America one of the most representative genus of grasslands is *Bouteloua*. This genus can be divided into complexes, such as *Bouteloua barbata*, which is a group integrated by eight taxa. Although the complex has been included in some molecular studies that have been carried out at the genus level, their inter and intraspecific phylogenetic relationships have not been elucidated. Due to this, it was decided to carry out this study, in which the main goals were to stablish the phylogenetic relationships of the *Bouteloua barbata* complex, to estimate the monophyly of the species complex, define the diagnostic morphological characters that allow the identification of its taxa and define the apomorphic and plesiomorphic characters of the group.

Specimens were obtained through field and herbarium collections. For phylogenetic analyzes GenBank sequences were also included to cover the most of their distribution range. ITS and D4 loop *rpl*16 intron DNA sequences were analyzed by Bayesian Inference to infer the complex phylogeny.

To know which of the 15 morphological characters measured could be used for the circumscription of *B. barbata* taxa, analysis of principal components, cluster and PERMANOVA of 147 specimens were performed. To define the apomorphic and plesiomorphic characters of the group, the ones obtained as informative of the morphometric analysis were mapped in a phylogenetic hypothesis of ITS.

In the phylogenetic analyzes it was observed that the only monophyletic species of the complex is *B. breviseta*. On the other hand, in the morphometric analysis nine informative morphological characters were obtained, however, when mapping them in the ITS hypothesis to observe their evolution, it was concluded that only four can be used to differentiate some of the taxa of the complex. For *B. ramosa*, presenting 1 to 2 branches per inflorescence is its synapomorphy, while for *B. elata* its autapomorphy is the length of the culms; the presence of papillose-base hairs on the second glume is the synapomorphy of *B. elata* and *B. parryi* and the most significant character to differentiate *B. parryi* from *B. barbata*. On the other hand, the length of the culms and the duration of the plant help to

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

differentiate *B. barbata* var. *barbata* of the var. *rothrockii;* because var. *rothrockii* is perennial and long, while var. *barbata* is annual and has shorter culms.

With the information obtained in the molecular and morphometric analyzes it was possible to conclude that *B. barbata* var. *barbata* and *B. barbata* var. *rothrockii* are well delimited among them and therefore they are different varieties; however, finding some intermediate forms suggests that there is hybridization between them. On the other hand, var. *sonorae* could not be differentiated from the other two varieties of *B. barbata*, because of this and that the characters considered as diagnostic of this variety were also found in var. *rothrockii*, it was concluded that this taxon does not really exist.

Key words- *Bouteloua*, morphological characters, phylogeny, *rpl16* intron, ITS.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales donde el papel preponderante corresponde a las gramíneas, se les denomina pastizales. La familia de las gramíneas es una de las más importantes económicamente hablando, ya que constituyen la base de la alimentación humana y el medio natural más propicio para el aprovechamiento pecuario (Rzedowski, 2006). Desde el punto de vista ecológico también presentan una gran importancia por su diversidad, abundancia y capacidad de formar suelos (Herrera, 2001). Sin embargo, actualmente los pastizales son uno de los ecosistemas más severamente dañados, y por lo tanto más vulnerables por el impacto que las actividades humanas han ejercido sobre ellos desde hace miles de años (Villers y Trejo, 2000; Breymeyer *et al.*, 1996).

Los pastizales están compuestos por una gran diversidad de especies que interactúan entre sí y con el ambiente en que se encuentran (Martín y Agüero, 2014). Algunas de las especies de gramíneas que forman parte de estos ecosistemas son del género *Andropogon, Eragrostis, Aristida, Heteropogon, Muhlenbergia,* entre otros, siendo *Bouteloua* el género más representativo (Rzedowski, 2006). En el continente americano, este género es considerado como uno de los más importantes, no sólo debido a que sus especies son elementos significativos de las asociaciones naturales, sino que también son las de mayor calidad forrajera en terrenos dedicados al pastoreo extensivo (Herrera *et al.*, 2004).

Los miembros de *Bouteloua* pueden ser anuales o perennes. Se caracterizan por poseer inflorescencias unilaterales formadas por una a pocas ramas con muchas espiguillas, o bien, por muchas ramas con pocas espiguillas (Gould, 1980). El número básico de cromosomas de *Bouteloua* es x=10, sin embargo, se han encontrado especies diploides y poliploides (Gould, 1980; Siqueiros, 2001). Todos los integrantes de este género poseen fotosíntesis C4, con anatomía Kranz, la cual en algunas especies ha sido útil para inferir relaciones filogenéticas (Columbus, 1996, 1999; Siqueiros y Herrera, 1996; Siqueiros, 2007).

El género *Bouteloua* está constituido por diferentes complejos, que son grupos de especies que comparten el mismo ancestro y que están cercanamente relacionadas entre si. Uno de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

dichos complejos es el de *Bouteloua barbata,* el cual está integrado por ocho taxa; *Bouteloua barbata* var. *barbata,* var. *rothrockii* y var. *sonorae, B. elata, B. parryi* var. *parryi* y var. *gentryi, B. breviseta* y *B. ramosa* (Columbus *et al*., 1998).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por su gran importancia, el género *Bouteloua* ha sido ampliamente estudiado desde el punto de vista de taxonomía tradicional en base a caracteres morfológicos, lo cual en muchos casos no permite la delimitación precisa de las especies por las similitudes que existen entre ellas, además de que usualmente no reflejan la historia evolutiva del grupo. Por ello es necesario buscar otros criterios de delimitación de especies que permitan una identificación clara y certera de las mismas, y que además sean congruentes con su filogenia.

Por otro lado, es importante mencionar que a pesar de que se han realizado varias publicaciones acerca de las relaciones filogenéticas del género *Bouteloua* (Columbus *et al.*,1998, 2000; Siqueiros *et al.,* 2013; Peterson *et al*., 2015), las relaciones evolutivas entre las especies del complejo *Bouteloua barbata* han sido poco exploradas, por lo que no se conoce la monofilia de sus taxa y la evolución de sus caracteres morfológicos.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

El complejo *Bouteloua barbata* es un grupo monofilético, sin embargo, algunas de las especies que lo constituyen no parecen ser grupos naturales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer las relaciones filogenéticas del complejo *Bouteloua barbata.*

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Objetivos específicos

- Estimar la monofilia de las especies que forman el complejo *Bouteloua barbata*.
- Definir los caracteres morfológicos diagnósticos que permitan la identificación de las especies del complejo *Bouteloua barbata*.
- Definir los caracteres morfológicos apomórficos y plesiomórficos del grupo.

JUSTIFICACIÓN

Los pastizales son muy importantes para la vida humana, ya que proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida diaria, como la captura y el almacenamiento de agua en acuíferos, lagos y ríos; la producción de alimentos a partir de los sistemas agrícolas; la captura del bióxido de carbono producido por la actividad humana al quemar combustibles fósiles; la estabilidad climática por la regulación del ciclo hídrico, humedad y temperatura del aire; el mantenimiento de suelos fértiles; y el control de deslaves y arrastres masivos de suelo por el efecto de lluvias torrenciales (CONABIO, 2006). No obstante, la pérdida de pastizales ha alcanzado niveles preocupantes, ya que su cobertura se ha reducido en los últimos 150 años a menos del 15% de la que tenía históricamente, esto como resultado del manejo inadecuado de la ganadería, expansión de la agricultura, urbanización, cambio climático y la presencia de especies invasoras (Guzmán *et al.*, 2011).

Por ello es importante realizar este estudio, ya que al definir las relaciones filogenéticas entre las especies del complejo *Bouteloua barbata,* se facilitará su circunscripción y así en un futuro se podrá realizar una clasificación más certera, con la cual se lograrán establecer programas de conservación para sus especies, las cuales constituyen un recurso forrajero importante de los pastizales mexicanos.

MARCO TEÓRICO

Los pastizales

Los pastizales naturales son comunidades vegetales compuestas por una diversidad importante de especies herbáceas y leñosas dominadas por gramíneas (Martín y Agüero,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

2014). Aunque existen pastizales casi en toda la República Mexicana, éstos son mucho más extensos en las regiones semiáridas y de clima templado. También son comunes en zonas planas o de topografía ligeramente ondulada, y con menor frecuencia se presentan sobre declives pronunciados (Rzedowski, 2006).

Importancia de los pastizales

Además de todo lo expuesto anteriormente los pastizales son de suma importancia desde el punto de vista biológico, ya que son el hábitat específico y alimento de muchas especies de fauna silvestre como el antílope, bisonte, perros de la pradera y diversas aves (Gould y Shaw, 1992). Asimismo, se sabe que las gramíneas forrajeras constituyen la base de la ganadería intensiva y extensiva, dada su capacidad de soportar la defoliación, el pisoteo, tipos de dentición y pezuñas, incendios naturales e inducidos y sequías intermitentes (Herrera *et al.*, 2004).

El género *Bouteloua* Lagasca

Bouteloua es un grupo monofilético con 57 especies *sensu* Columbus (1999) y cuyo centro de origen es México, ya que de acuerdo con Rzedowski (2006) la mayor diversidad del género se encuentra en nuestro país.

Las especies de *Bouteloua* habitan por lo general en zonas conservadas o con poco disturbio, sin embargo, algunas pueden comportarse como malezas estrictas, entre las que se pueden citar *B. aristidoides, B. barbata* y *B. simplex*. Se desarrollan prácticamente en todo tipo de vegetación, desde pastizales naturales hasta bosques subtropicales, pasando por los diferentes tipos de matorrales.

A pesar de que muchas de sus especies se distribuyen en todo el continente, algunas se encuentran mucho más restringidas, como es el caso de *B. breviseta* la cual se presenta solo en el norte de México y sur de Estados Unidos de América (EUA). También se conoce que otras especies del género son endémicas de algún lugar, o bien, presentan una distribución disyunta (*B. alamosana*, *B. barbata* var. *barbata*) (Herrera *et al.*, 2004).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Complejo *Bouteloua barbata*

El complejo *Bouteloua barbata* está conformado por 8 taxa; *Bouteloua barbata* var. *barbata,* var. *rothrockii* y var. *sonorae, B. elata, B. parryi* var. *parryi* y var. *gentryi, B. breviseta* y *B. ramosa* (Columbus *et al.*, 1998) (Anexo A). La distribución de los integrantes de este complejo va desde el sur de Estados Unidos de América hasta Argentina (Tabla 1).

Las especies del complejo pueden ser anuales o perennes, cespitosas o rizomatosas, y rara vez estoloníferas. Sus tallos pueden medir de 1-140 cm de alto, erguidos, a veces geniculados; entrenudos glabros, de vez en cuando glaucos. Hojas basales o caulinares; vainas glabras; lígulas con 0.1-0.5 mm de largo, con una franja de pelos ciliada; vainas de 1-50 cm de largo, 0.7-4 mm de ancho, planas, dobladas o involutas, glabras, escabrosas y a veces con pelos de base papilosa. Inflorescencia de 0.7-60 cm de largo con 1-20 ramas; ramas de 1-8 cm de largo, con 30-100 espiguillas, enderezadas a recurvadas, raquis a veces con pelos de base papilosa (*B. parryi*); desarticulación por encima de las glumas. Espiguillas pectinadas con una flor basal perfecta, y una o dos flores rudimentarias; glumas superiores de 0.5-4 mm de largo, 1-nervada, de vez en cuando con pelos de base papilosa (*B. parryi*); lema de 2-4 mm largo, 3-nervada y con 3 aristas, aristas de 1-4 mm de largo, las aristas centrales flanqueadas por dos lóbulos membranosos (Peterson *et al.*, 2015).

Filogenia de *Bouteloua*

Desde el punto de vista ecológico y taxonómico, con base en caracteres morfológicos o anatómicos, *Bouteloua* ha sido ampliamente estudiado. Algunas de las revisiones taxonómicas exclusivas del género son la de Griffiths (1912), Gould (1980), Herrera y De la Cerda (1997), y Herrera *et al.* (2004).

Con respecto a las relaciones filogenéticas del género, Columbus *et al.* (2007), Hilu y Alice (2001), Liu *et al.* (2005), y Peterson *et al.* (2010) aportaron datos de la subfamilia Chloridoideae, pero solo con el objetivo de conocer la posición del género *Bouteloua* dentro de esta.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Tabla 1. Distribución y hábitat de las especies del complejo *Bouteloua barbata* de acuerdo a Gould[1] (1980) y a Herrera *et al.*[2] (2004).

Taxón	Distribución	Hábitat
Bouteloua barbata **Lag. var. *barbata***	• EUA: Arizona, California, Colorado, Nevada, Nuevo México, Texas y Utah. [1] • México: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Jalisco, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. [1] • Argentina [2]	Altitud de 20 a 2550 m, predominando entre los 1800 a 2000 m. Orilla de caminos, bordos, arroyos; áreas con disturbio, suelos arenosos, gravosos y arcillosos (zonas de pastoreo, áreas de cultivo); matorral desértico micrófilo, espinoso, subespinoso, sarco-crasicaule y dunas arenosas. [2]
Bouteloua barbata **var. *rothrockii* (Vasey) Gould**	• EUA: Arizona, Nuevo México y California. [1] • México: Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Sinaloa y Sonora. [1]	Altitudes de 750 a 1700 m. Laderas secas y suelos arenosos.[1]
Bouteloua barbata **var. *sonorae* (Griffiths) Gould, Ann**	• México: Sinaloa y Sonora. [1]	Altitud: 130 a 1500 m. Suelos arenosos de los alrededores de selva baja caducifolia y zonas costeras abiertas. [2]

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Bouteloua parryi* (E. Fourn.) Griffiths var. *parryi	• EUA: Arizona y Nuevo México [2]. • México: Coahuila, Chihuahua, Colima, Durango, Jalisco, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas [2]	Altitud: 50 a 2600 m. Laderas arenosas, mesetas, colinas rocosas y a orilla de carreteras. [2]
***Bouteloua parryi* (E. Fourn.) Griffiths var. *gentryi* (Gould) Gould**	• México: Durango y Sinaloa. [1]	Altitud: 0 a 730 m. Claros de bosque, matorral espinoso, orillas de arroyos y suelos arenosos, a elevaciones bajas. [2]
***Bouteloua elata* Reeder & C.**	• México: Chiapas, Colima y Jalisco [2]	Altitud: 400 a 1500 m. Bosques tropicales caducifolios, en laderas rocosas del Pacífico. [2]
***Bouteloua breviseta* Vasey, Contr**	• EUA: Nuevo México y Texas. [2] • México: Chihuahua [2]	Altitud: 900 a 2400 m. Laderas pedregosas y secas, a lo largo de arenas yesosas y calcáreas. [2]
***Bouteloua ramosa* Scribn. ex Vasey**	• EUA: Texas. [2] • México: Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas [2]	Altitud: 900 a 2400 m. Laderas pedregosas y secas, y a lo largo de arenas yesosas y calcáreas. [2]

Las primeras contribuciones significativas sobre la filogenia del género abarcando la mayoría de las especies *sensu* Gould (1980) fueron publicadas por Columbus *et al.* (1998, 2000), ya que proporcionaron un panorama general de las relaciones entre las especies de *Bouteloua* basadas en secuencias de ADN nuclear y de cloroplasto. Derivado de estos

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

resultados se propuso la ampliación del género de 42 (Gould, 1980; Beetle, 1982; Columbus, 1996) a 57 especies. Además de que emergieron varias preguntas con respecto a la evolución de algunos caracteres del género, así como de las relaciones filogenéticas entre las especies y dentro de las mismas.

En lo que se refiere a aportaciones de las relaciones filogenéticas entre las especies del género, además de las de Columbus *et al.* (1998 y 2000) las cuales incluyen solo una o dos colectas por especie, están la de Siqueiros *et al.* (2013) y Peterson *et al.* (2015). Siqueiros *et al.* (2013) propusieron la primera hipótesis filogenética de las especies del complejo *Bouteloua curtipendula* en base a datos moleculares de núcleo y cloroplasto; mientras que Peterson *et al.* (2015) obtuvieron una clasificación subgenérica incluyendo la nueva especie *Bouteloua herrera-arrietae*.

Con respecto a la filogenia de las especies del complejo *Bouteloua barbata*, solamente se tienen la de Columbus *et al.* (1998 y 2000) y Peterson *et al.* (2015). Sin embargo, en la de Columbus *et al.* (1998 y 2000) no se incluyeron a todos los taxa del complejo; y en el caso del trabajo de Peterson *et al*. (2015) solamente consideraron una accesión de algunas especies.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO I. FILOGENIA DEL COMPLEJO *BOUTELOUA BARBATA*

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

En el análisis filogenético de núcleo se incluyeron 17 individuos obtenidos mediante colectas en campo y ejemplares de herbarios (Tabla 2). Además, se consideraron 14 secuencias disponibles en GenBank (Tabla 3) y 16 proporcionadas por el Dr. Travis Columbus (Tabla 4), esto con la finalidad de cubrir una mayor distribución de las especies pertenecientes al complejo, contar con un mayor número de muestras y obtener una mejor resolución.

Para el análisis de cloroplasto se tomaron 28 muestras provenientes de colectas en campo y ejemplares del Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Tabla 2), de las cuales solo 13 coinciden con las muestras incluidas en ITS ya que el resto no amplificaron para cloroplasto, por lo que se utilizaron otras muestras disponibles.

Como grupo externo se seleccionaron tres muestras de especies del complejo *B. gracilis-simplex* para núcleo y dos para cloroplasto.

Tabla 2. Colectas incluidas en los análisis filogenéticos de la región ITS en núcleo ([1]) y el intrón *rpl*16 en cloroplasto ([2]).
HUAA: Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; IS: Herbario del Instituto Darwinion de Buenos Aires, Argentina; RSA: Herbario de Rancho Santa Ana Botanic Garden, EUA.

Taxón	Localidad	Colector /No. colecta	Herbario
Bouteloua barbata* Lag. var. *barbata	Ruta Nacional 40- km 3696. De Huaco a Guandacol. Entre postes de alta tensión n° 409 y n°410, San Juan, Argentina.	Donadío, S. / 61 [1,2]	IS
	Orilla del Río Conchos, brecha del Pacualeño al río, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5422 [1]	HUAA

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

	Km 2.5 del entronque a la Hormiga, sobre la brecha a la Hormiga. Km 43.5 carretera Aldama-Ojinaga. Ladera de cerro en extracción de material, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5447 [1]	HUAA
	Hacienda "La Bóveda", cerro del colorín, Aguascalientes, Mexico.	Siqueiros / 2478 [1,2]	HUAA
	Entrada al pueblo de Viezca, frente a la cruz, cruzando la carretera, Coahuila, México.	Siqueiros / 5416 [1,2]	HUAA
	SW de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.	MAG / 126 [1,2]	HUAA
	2 km al S de San Ignacio sobre la carretera transpeninsular #5, km 65, Baja California Sur, México.	Siqueiros / 5257 [1,2]	HUAA
	Predio Los Mercedes, carretera Cuencamé-Pedriceña, carretera 49, Durango, México.	Siqueiros / 5111 [2]	HUAA
	Orilla N de Guerrero Negro, sobre la orilla de la carretera, 2 km al sur del límite de Baja California y Baja California Sur, Baja California Sur, México.	Siqueiros / 5251 [2]	HUAA
	1km al oeste de Zapotitlán Salinas, Puebla, México.	MAG / 10 [2]	HUAA
	Tarrant Co., downtown Fort Worth, corner of 4th and Pecan Streets, Texas, EUA.	M. Nee / 57051 [2]	IS
	10 km sobre el camino hacia el Rancho las Pampas, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5137 [2]	HUAA
	Km 71.5 carretera opuesta a Flores Magón 5 km al S del entronque a Casas Grandes, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5148 [2]	HUAA
***Bouteloua barbata* var.**	Magdalena de Kino, área urbana sobre la calle de entrada junto al	Siqueiros / 5229 [2]	HUAA

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

***rothrockii* (Vasey) Gould**	letrero de desviación de Hermosillo y zona centro, Sonora, México.		
	Km 107 autopista Navojoa- Los Mochis, Sonora, México.	Siqueiros / 5473 [2]	HUAA
	Km 143 carretera a Cananea-Imuris, 15 km al S de Imuris. Orilla de carretera, Sonora, México.	Siqueiros / 5228 [1,2]	HUAA
	Km 122 carretera transpeninsular 4 km al N de Guerrero Negro, 1 km al S del límite de Baja California y Baja California Sur, Baja California Sur, México.	Siqueiros / 5249 [1,2]	HUAA
	32 km al E de Alamos, Sonora, carretera Navojoa-Alamos, orilla carretera, Sonora, México.	Siqueiros / 5460 [1,2]	HUAA
	Km 194 Carretera Cd. Obregón-Alamos, bosque espinoso, orilla de carretera en arena, Sonora, México.	Siqueiros / 5456 [1,2]	HUAA
	Km 137 autopista Navojoa-Mochis, Sonora, México.	Siqueiros / 5467 [1,2]	HUAA
***Bouteloua barbata* var. *sonorae* (Griffiths) Gould, Ann**	Calle Antonio Rincón, Cd. Obregón, Sonora, México.	Siqueiros / 5459 [1]	HUAA
***Bouteloua parryi* (E. Fourn.) Griffiths var. *gentryi* (Gould) Gould**	Carretera Culiacán-Tamazula, Dgo., km 16, rumbo a Sanalona. Orilla de la carretera, desviación a comedero a 8 km de Sanalona, Sinaloa, México.	Siqueiros / 5476 [1]	HUAA
	Camino vecinal a la termoeléctrica, a la salida sur de rumbo a Mazatlán, carretera libre, 15 km sur de Culiacán, Sinaloa, México.	Siqueiros / 5489 [2]	HUAA
***Bouteloua elata* Reeder & C.**	Carretera Mex. 80 (Autlán de Navarro-Unión de Tula), aprox. 5 km antes de Autlán, Jalisco, México.	Columbus / 2358 [1,2]	HUAA

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

***Bouteloua breviseta* Vasey, Contr**	Texas, EUA*	Columbus / 2908 [1,2]	RSA
***Bouteloua ramosa* Scribn. ex Vasey**	Km 2.5 del entronque a la Hormiga, sobre la brecha a la Hormiga. Km 43.5 carretera Aldama-Ojinaga. Ladera de cerro en extracción de material, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5437 [2]	HUAA
	Km 162 carretera Galeana-Casas Grandes, 20 km al S de Casas Grandes, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5156 [2]	HUAA
	Km 19 del entronque de carretera a General Zepeda de la carretera Saltillo-Torreón, Coahuila, México.	Siqueiros / 5411 [2]	HUAA
	Km 71.5 carretera opuesta a Flores Magón 5 km al S del entronque a Casas Grandes, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5147 [2]	HUAA
	1 km al Ote de Ranchería San Ramón, hacia las montañas. Sobre la carretera 69 Jiménez-Camargo, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5124 [2]	HUAA
	1 km al Ote de Ranchería San Ramón, hacia las montañas. Sobre la carretera 69 Jiménez-Camargo, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5125 [2]	HUAA
	Km 71.5 carretera opuesta a Flores Magón 5 km al S del entronque a Casas Grandes, Chihuahua, México.	Siqueiros / 5144 [1,2]	HUAA

***Sólo ADN**

Tabla 3. Información de las secuencias disponibles en GenBank, que fueron incluidas en el análisis filogenético de la región ITS.

Taxón	No. Accesion	Origen
Bouteloua barbata* Lag. var. *barbata	GU359280.1	Chihuahua, México
	KR184841.1	Texas, EUA
	KR184836.1	San Luis Potosí, México

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

	KR184835.1	San Luis Potosí, México
	KR184834.1	San Luis Potosí, México
***Bouteloua barbata* var.**	KR184839.1	Sonora, México
***rothrockii* (Vasey) Gould**	KR184838.1	Arizona, USA
	KR184837.1	Sonora, México
	KR184833.1	Arizona, EUA
***Bouteloua parryi* (E. Fourn.) Griffiths var. *gentryi* (Gould) Gould**	KR184918.1	Sinaloa, México
Bouteloua elata Reeder & C.	KR184875.1	Oaxaca, México
	KR184874.1	Colima, México
***Bouteloua breviseta* Vasey, Contr.**	KR184842.1	Nuevo México, EUA
Bouteloua ramosa Scribn. ex Vasey	JF791632.1	Coahuila, México

Tabla 4. Información de las secuencias proporcionadas por el Dr. Travis Columbus, del Rancho Santa Ana Botanic Garden, utilizadas en el análisis filogenético de la región ITS.

Taxón	No. de colecta	Origen
Bouteloua barbata* Lag. var. *barbata	4943	ND
	2229	Arizona, México
	2941	ND
	2940	ND
***Bouteloua barbata* var.**	2454	Arizona, México
***rothrockii* (Vasey) Gould**	2934	ND
***Bouteloua barbata* var. *sonorae* (Griffiths) Gould, Ann**	5353	ND
	2368	ND
	2299	Sonora, México

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Bouteloua parryi* (E. Fourn.) Griffiths var. *parryi	5349	ND
***Bouteloua parryi* (E. Fourn.) Griffiths var. *gentryi* (Gould) Gould**	2369	ND
	316	ND
***Bouteloua elata* Reeder & C.**	23588	Jalisco, México
	4086	ND
***Bouteloua ramosa* Scribn. ex Vasey**	2287	Coahuila, México
***Bouteloua breviseta* Vasey, Contr**	2211	ND

ND: no disponible

Extracción de ADN

Para la extracción de ADN se tomaron muestras de hojas de las colectas obtenidas en campo, preservadas en sílica-gel; mientras que de los ejemplares de herbarios las hojas se tomaron directamente de cada individuo. Dicho material vegetal se pulverizó con nitrógeno líquido utilizando un mortero y pistilo. Posteriormente se realizó la extracción de ADN mediante el protocolo CTAB de Doyle y Doyle (1987) modificado por Columbus *et al.* (1998) (Anexo B). Una vez obtenido el ADN, se procedió a cuantificar su concentración en cada muestra mediante la absorbancia a una longitud de onda de 260 nm usando un espectofotómetro Colibri de TITERTEK BERTHOLD. De la misma manera se obtuvo la pureza del ADN midiendo la relación A 2620/280 nm. Una vez conocida su concentración, se realizaron diluciones con agua destilada estéril para que cada muestra quedara entre 10 a 70 ng de ADN/µl.

Amplificación, purificación y secuenciación

Después de haber obtenido el ADN de todas las muestras, se amplificaron las regiones ITS (internal transcribed spacer) (ITS1+5.8S+ITS2) en núcleo y el loop D4 del intrón *rpl16* (ribosomal protein L16) en cloroplasto, mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando un Termociclador Bibby Scientific™ Techne™ TC-312.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para la amplificación de las dos regiones se realizaron reacciones a un volumen de 20 µl, utilizando la polimerasa Phusion® High-Fidelity. Las reacciones contenían lo siguiente: 11.8 µl de H_2O para PCR, 4 µl de Buffer, 1 µl de cada primer (forward y reverse), 0.6 µl de dNTPs, 0.6 µl de DMSO, 0.15 µl de Phusion® DNA Polymerase, y 1 µl de ADN. Los primers utilizados para ITS fueron el 18SF y 26SR (Prince, 2010); mientras que para el intrón *rpl*16 se usaron el sak16F (Watts *et al.*,2008) y R1516 (Jordan *et al.*,1996; Kelchner y Clark,1997) (Tabla 5).

La programación del termociclador utilizada para ITS fue la siguiente: desnaturalización inicial a 98ºC por 30 seg, seguido de 35 ciclos de 10 seg a 98ºC para desnaturalización, 30 seg a 56ºC para alineamiento, 30 seg a 72ºC para extensión y 10 min de extensión final a 72ºC. Para el intrón *rpl*16 se utilizó una desnaturalización inicial a 98ºC por 30 seg, seguido de 35 ciclos de 10 seg a 98ºC para desnaturalización, 30 seg a 58ºC para alineamiento,30 seg a 72ºC para extensión y 10 min de extensión final a 72ºC.

Tabla 5. Primers utilizados para la amplificación y secuenciación de ADN.

Región	Primer	5' Secuencia 3'	Autor
ITS	18SF	CGATTGAATGGTCCGGTGAAG	Prince, 2010
	26SR	AGGACGTTTCTACACAGACTACAA	
Loop D4 del intrón *rpl*16	sak16F	GGATGGCGGAACAAACC	Watts *et al.* (2008)
	R1516	CCCTTCATTCTTCCTCTATGTTG	Jordan *et al.* (1996), y Kelchner y Clark (1997)

Para comprobar la amplificación de la región de interés se realizó una electroforesis en gel de agarosa al 1% con una cámara Fotodyne®; posteriormente se tiñó con bromuro de etidio y se observó en un transiluminador SYNGENE™.

Una vez lograda la amplificación, se enviaron 10 µl de cada producto de PCR obtenido, junto con sus respectivos primers (ITS:18SF; intrón *rpl*16: sak16F) a una concentración de 10000 pmol/µl, al laboratorio Macrogen Corp (Maryland, EUA) para ser purificado con el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

protocolo ExoSAP-IT™ y posteriormente secuenciado mediante el método de Sanger (1977).

Edición y alineamiento de secuencias

Las secuencias obtenidas se alinearon manualmente en el programa BioEdit Sequence Alignment Editor v.7.2.5 (Hall, 2013). Se insertaron espacios para poder alinearlas debido a la presencia de indeles (inserciones y deleciones).

Utilizando el mismo programa, una vez alineadas las matrices de ITS y del intrón *rpl*16 se procedió a realizar una combinada (ITS + intrón *rpl*16), esto para mejorar la resolución en el análisis filogenético.

Análisis filogenético: Inferencia Bayesiana

Las tres matrices se analizaron por separado y de manera combinada (ITS, intrón *rpl*16 e ITS + intrón *rpl*16) mediante Inferencia Bayesiana con el programa MrBayes 3.2 (Ronquits *et al.*, 2011). Los modelos de evolución de sustitución de nucleótidos que se utilizaron se obtuvieron mediante el programa JModelTest en la plataforma de CIPRES (Miller *et al.*, 2010). Para la matriz de ITS y combinada el modelo seleccionado fue el General de Tiempo Revesible (GTR) (nst=6) (Tavaré, 1986) con una distribución Gamma (Yang, 1994); y para el intrón *rpl*16 el modelo Hasegawa-Kishino-Yano (HKY) (nst=2) (Hasegawa *et al.*,1985) con una distribución Gamma (Yang, 1996). En el análisis se corrieron cuatro cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC) por 10,000,000 de generaciones, muestreando cada 1000, para finalmente construir un árbol consenso de mayoría.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

RESULTADOS

Espaciador transcrito interno (ITS)

La longitud total de las secuencias de la matriz alineada fue de 619 caracteres, incluyendo los indeles codificados (Anexo C).

La hipótesis obtenida (Fig. 1) muestra al complejo *B. barbata* como monofilético, con un soporte del 100% de PP (probabilidad posterior). El primer grupo en diversificar (A) está conformado por los ejemplares de *B. breviseta* y *B. ramosa* (100% PP). Todas las accesiones de *B. breviseta* formaron un clado con un soporte medio del 71% PP y se presentó como grupo hermano de dos accesiones de *B. ramosa* de Coahuila (*2287* y *JF91632_1*), sin embargo, el ejemplar *5144* de *ramosa* del estado de Chihuahua, al separarse de las anteriores hace que dicha especie sea parafilética.

El siguiente grupo que diversificó (B) es el de *B. elata*, este contó con una probabilidad posterior del 100% e incluyó a la mayoría de sus individuos, a excepción de la accesión *2358* de Jalisco que se ubicó como grupo hermano de *B. parryi.*

Posteriormente se obtuvo un grupo (C) compuesto por las especies *B. parryi* y *B. barbata* (100% PP), que presentó dos grandes ramificaciones. La primera (C1) dio origen a uno de los dos subgrupos formados por las accesiones de la variedad *barbata* (100% PP), en el cual se pudo observar que los individuos provenientes de Chihuahua (*5422, 5447, GU359280_1*) están estrechamente relacionados entre si. La segunda ramificación fue una politomía (83% PP) formada por las accesiones de *B. parryi* var. *parryi* y var. *gentryi*, a excepción de la *316* de la var. *gentryi* que se encontró fuera de esta agrupación.

Todos los ejemplares analizados de B*. barbata* var. *rothrockii* se agruparon (E) con un soporte alto (93%) y se separaron claramente de la var. *barbata,* sin embargo, dentro de este también se encontraron dos accesiones de la variedad *sonorae* (*5353* y *5459*), evitando así que la var. *rothrockii* pudiera ser considerada como monofilética. Este grupo a su vez (E), está cercanamente relacionado con el segundo subgrupo de la var. *barbata* (D).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

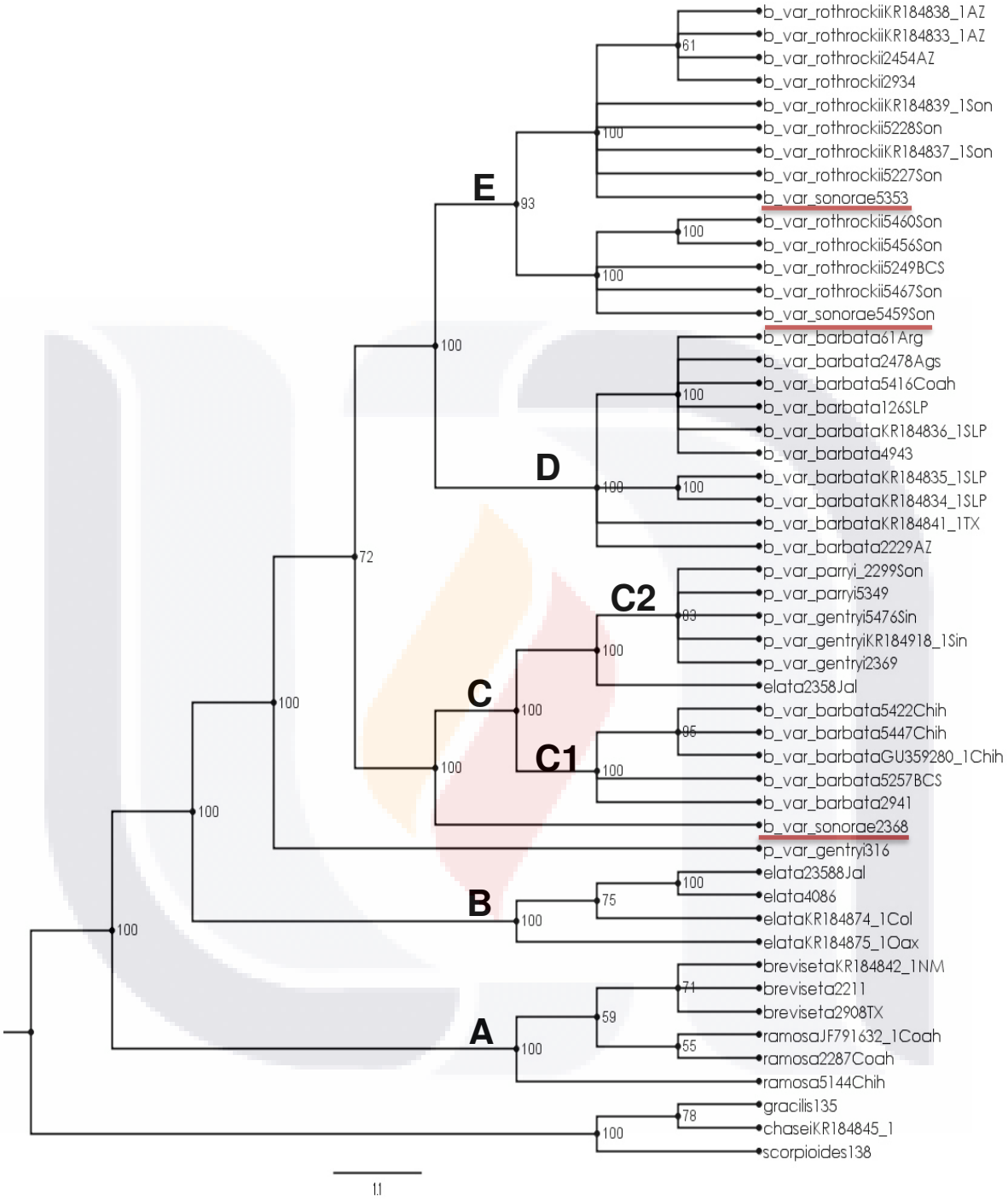


Fig. 1. Árbol filogenético obtenido del análisis de la matriz de la región ITS de los individuos del complejo *Bouteloua barbata* y grupo externo, mediante Inferencia Bayesiana. Valores de probabilidad posterior en los nodos. A, B, C, C1, C2, D, E: grupos referidos en resultados.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

En el caso de *B. barbata* var. *sonorae* (subrayadas) se pudo observar que las tres accesiones que se incluyeron en el análisis no se agruparon entre ellas; como ya se mencionó anteriormente dos se encontraron dentro del grupo de la var. *rothrockii* (*5353* y *5459*), mientras que la *2368* esta relacionada al grupo C conformado por *B. barbata* var. *barbata* y *B. parryi*.

Intrón de la proteína ribosomal L16 (*rpl16*)

Debido a que no se analizaron las mismas accesiones que en ITS, ambas hipótesis no pudieron compararse, sin embargo, se decidió estudiar el árbol obtenido (Fig. 2); además es importante considerar que en este análisis no se incluyeron a los taxa *B. barbata* var. *sonorae* y *B. parryi* var. *parryi*.

La longitud total de las secuencias de la matriz alineada fue de 442 caracteres, incluyendo los indeles codificados (Anexo D).

Como se podrá observar a continuación, este marcador molecular no brindó suficiente resolución a nivel inter e intraespecífico. No obstante, resuelve agrupaciones semejantes a las de ITS, reuniendo a la mayoría de las muestras de *B. barbata* var. *barbata* y var. *rothrockii* en grupos independientes. En el árbol se observó una politomía formada por las muestras sin resolver de *B. ramosa* y *B. breviseta*; además de un clado con la accesión *B. barbata* var. *barbata* (*5257*) como la mas divergente. Este último comparte ancestría con *B. elata* más el clado fuertemente soportado (100% PP) que incluye a dos grupos hermanos; el primero formado por los individuos de *B. barbata* var. *barbata,* más una muestra de *B. parryi* var. *gentryi* (*5489)* de Sinaloa (82% PP), y el segundo que incluye las accesiones de *B. barbata* var. *rothrockii,* más el individuo *5111* (Durango) de *B. barbata* var. *barbata* (100% PP).

B. barbata var. *rothrockii* formó un clado con un soporte del 74% de probabilidad posterior, mientras, la mayoría de los ejemplares de *B. barbata* var. *barbata* se agruparon con un soporte del 100% de PP, en donde se pudo observar que los individuos de Aguascalientes (*2478*) y San Luis Potosí (*126*) están cercanamente relacionados entre si.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

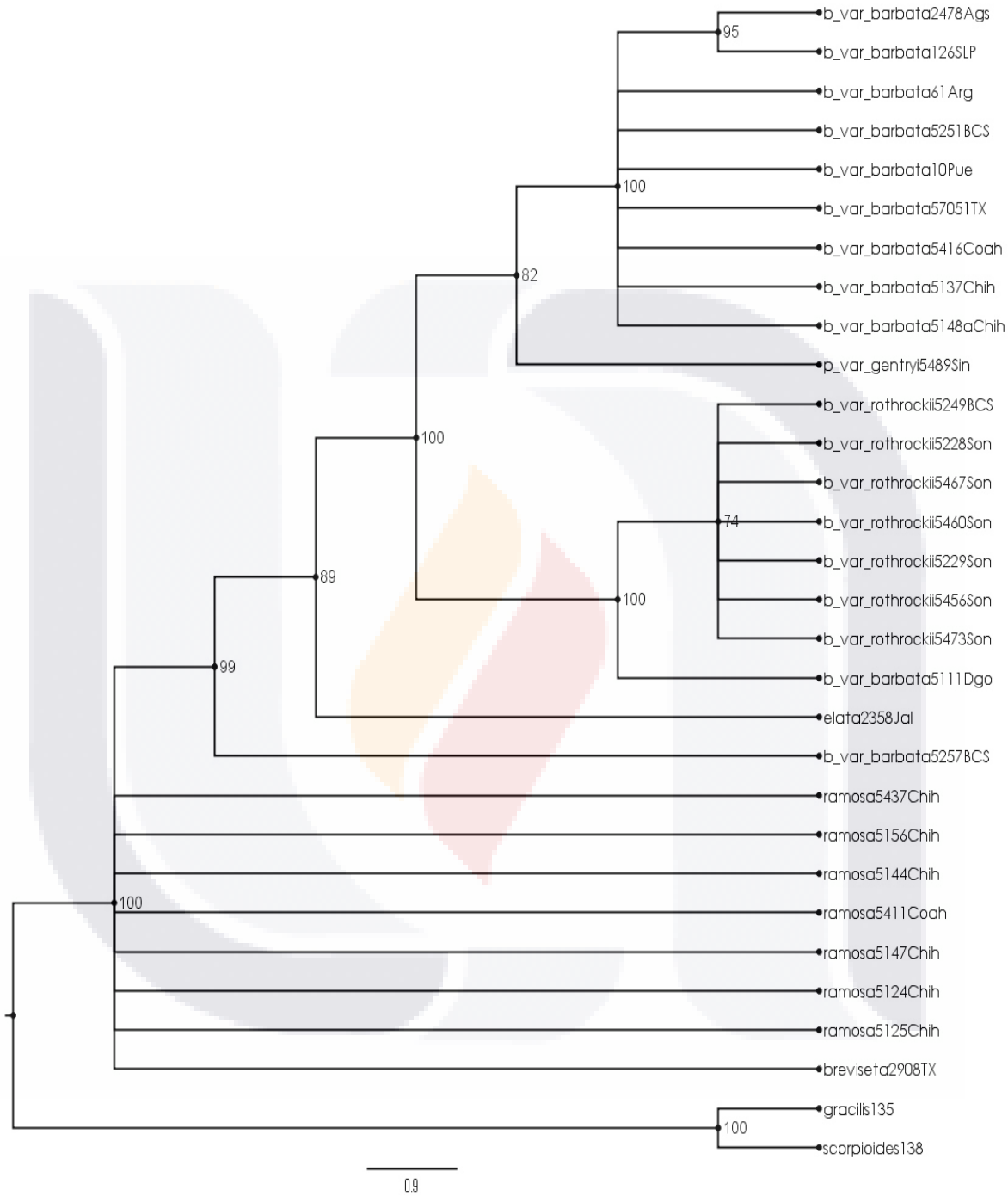


Fig. 2. Árbol filogenético obtenido del análisis de la matriz del intrón *rpl*16 de los individuos del complejo *Bouteloua barbata* y grupo externo, mediante Inferencia Bayesiana. Valores de probabilidad posterior en los nodos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Análisis combinado (ITS + intrón *rpl*16)

Es importante considerar que en este análisis no se incluyeron a todos los taxa del complejo, sin embargo, la topología del árbol obtenido apoya casi totalmente la de cloroplasto, con la diferencia de que el individuo *5257* de *B. barbata* var. *barbata* de BCS, comparte ancestría con la accesión de *B. elata*.

El primer grupo en diversificar fue el de *B. ramosa* y *B. breviseta* con un soporte del 100% de probabilidad posterior. *B. barbata* var. *barbata* se ubicó como grupo hermano de la var. *rothrockii*; en este al igual que en la hipótesis del intrón *rpl*16, las accesiones de Aguascalientes (*2478*) y San Luis Potosí (*126*) se encuentran estrechamente relacionadas. Por otro lado, la variedad *rothrockii* formó un grupo monofilético con una alta probabilidad posterior (100%).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

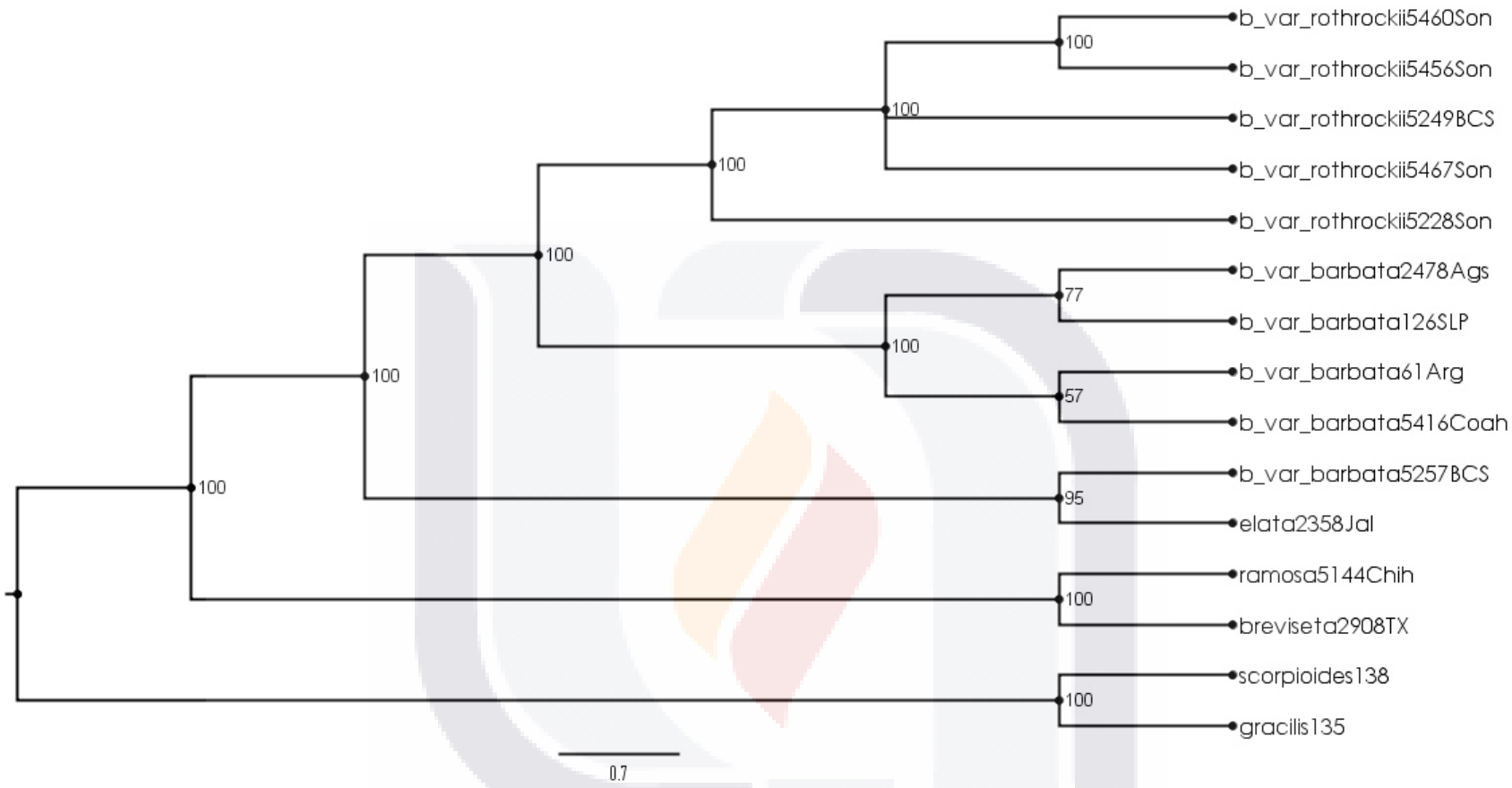


Fig. 3. Árbol filogenético obtenido del análisis de la matriz combinada (ITS + intrón *rpl*16) de los individuos del complejo *Bouteloua barbata* y grupo externo, mediante Inferencia Bayesiana. Valores de probabilidad posterior en los nodos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

DISCUSIÓN

Las hipótesis obtenidas de ITS y el intrón *rpl*16 serán discutidas por separado debido a que no se analizaron los mismos individuos, no obstante, es importante mencionar que estas resultaron similares.

ITS y Combinada (ITS + intrón *rpl*16)

En ITS *B. breviseta* es claramente una especie monofilética, sin embargo, parece haberse diversificado a partir del pool genético de *B. ramosa*, ya que su ancestro mas reciente incluye a las tres accesiones de *B. breviseta*. Esto difiere a lo obtenido por Peterson *et al.* (2015) y Columbus *et al.* (1998), ya que dichos autores concluyen que las dos especies están claramente separadas, lo cual concuerda con el análisis combinado, en el cual, al igual que en las hipótesis de Peterson *et al.* (2015) y Columbus *et al.* (1998), incluyen solo una accesión de ambos taxa, lo cual hace imposible definir su monofila. La gran similitud y cercanía que existe entre estas dos especies ha sido estudiada en diferentes ocasiones, ya que han sido tratadas de diferentes maneras por distintos autores. Ambas fueron descritas el mismo año por Vasey (1980a,1980b) como especies diferentes; Dewey (1894), Scribner (1897) y Griffiths (1912) trataron a estos dos taxa como Vasey (1980), sin embargo, Griffiths (1912) hace una discusión en la que concluye que sería posible que estudios posteriores demostrarían que *B. ramosa* es realmente una forma de *B. breviseta*. Gould (1980), por su parte, trató a estas especies como coespecíficas; sin embargo, Reeder y Reeder (1980) argumentaron que basándose en el nivel de ploidía; aspecto del tallo; forma y color de ramas; geografía y hábitat, las dos son diferentes. Por otro lado, Siqueiros (2007) encontró que existen caracteres anatómicos que también apoyan la estrecha cercanía de estas dos especies, ya que estas comparten una gran similitud en estructuras Kranz.

La estrecha relación entre *B. elata* con *B. parryi* y *B. barbata,* ya se había observado anteriormente basada en caracteres moleculares (Peterson *et al.*, 2015; Columbus *et al.*, 1998), morfológicos (Reeder y Reeder, 1963) y micromorfológicos (Columbus,1996). La accesión *2358* de Jalisco que se separó del resto de los ejemplares de *B. elata* en ITS no presentó caracteres morfológicos que la diferenciaran del resto de los individuos del mismo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

taxón, sin embargo, el colocarse como grupo hermano de *B. parryi* en ITS y de la variedad *barbata* en la matriz combinada tiene sentido después de observar la cercana relación que presentan estos tres taxa en base a caracteres moleculares y morfológicos, sin embargo, tampoco se descarta que haya existido contaminación en el manejo de dicha muestra de *B. elata.*

Las variedades *parryi* y *gentryi* se agrupan, más no se diferencian entre ellas. Peterson *et al.* (2015) obtuvieron el mismo resultado con las tres accesiones de *B. parryi* que incluyeron en su análisis, ya que no existieron agrupamientos visibles de cada variedad. Es importante mencionar que incluso morfológicamente dichos taxa son difíciles de identificar. Con respecto a la accesión *316* de la variedad *gentryi* que se separó del resto de los ejemplares de *B. parryi*, no se pudo examinar morfológicamente para observar diferencias significativas debido a que no se contó con el ejemplar en físico.

B. barbata var. *barbata* formó dos grupos independientes, uno que comparte ancestría con *B. parryi*, y otro con *B. barbata* var. *rothrockii*; lo cual sugiere que existen dos linajes diferentes dentro de esta variedad, y concuerda con lo observado en el estudio de Peterson *et al*. (2015). Desde el punto de vista morfológico también se ha evidenciado la estrecha relación entre dichos taxa. Watson (1883) incluso llego a tratar a *B. barbata* y *B. parryi* como la misma especie debido a su gran similitud. Por su parte, Columbus (1996) evidenció la cercanía de *B. barbata* con *B. parryi* por la similitud en la anatomía de la hoja. Algo que es importante considerar, es que la variación entre los individuos de la var. *barbata* era algo que se esperaba encontrar debido a que es el taxón que presenta un mayor rango de distribución de todo el complejo.

Todos los individuos de *B. barbata* var. *rothrockii* se agrupan entre ellos y se separan claramente de la variedad *barbata* (grupo hermano) tanto en ITS como en el análisis combinado, sin embargo, se puede observar que en ITS dos de los tres ejemplares de la var. *sonorae* se encuentran dentro de la variedad *rothrockii*, mientras que el tercero (*2368*) es el grupo hermano de la var. *barbata*, var. *rothrockii* y *B. parryi*; esta última relación (accesión *2368*) también ocurre en el estudio de Peterson *et al.* (2015), y por esto ellos concluyen que la var. *sonorae* debería de ser tratada de nuevo como una especie diferente y no como variedad de *barbata,* ya que inicialmente Griffiths (1912) la describió como *B.*

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sonorae; además, de acuerdo a ellos, el hecho de que la var. *sonorae* sea perenne y presente estolones le da soporte a dicha conclusión. Sin embargo, como ya se ha mencionado anteriormente, ellos sólo incluyeron una muestra de dicho taxón en su estudio, es por eso que nuestros análisis, al introducir más de un ejemplar, no soportan la separación de la variedad *sonorae* como especie. Además, los resultados obtenidos sugieren la artificialidad de esta variedad, y no soportan su identidad. Por otro lado, con nuestros resultados y los de Siqueiros *et al.* (2013), se sabe que la presencia de estolones, que es utilizado como caracter diagnóstico de la var. *sonorae*, es homoplásico, ya que los estolones también se presentaron en ejemplares de la var. *rothrockii*.

Intrón *rpl*16

El árbol obtenido nos muestra que aunque el marcador ha sido utilizado con éxito en diversas angioespermas (Zhang, 2000; Kelchner y Clark, 1997; Cerros-Tlatilpa *et al.*, 2011; Watts *et al.*, 2008), no brindó suficiente resolución para determinar las relaciones inter e intraespecíficas de los taxa del complejo *Bouteloua barbata*.

La relación entre *B. breviseta* y *B. ramosa* no se pudo resolver, ya que no existe ni agrupamiento ni separación clara entre dichas especies; esto probablemente se debe a la poca variación que existe entre las secuencias de cada uno de los individuos utilizados en el análisis, además de que como ya se discutió anteriormente, ambas especies se encuentran estrechamente relacionadas.

A pesar de que los individuos analizados en ITS no fueron los mismos que en el intrón *rpl*16, se pudieron observar relaciones similares entre algunos taxa del complejo, como es el caso de *B. elata* que se encontró como grupo hermano de *B. barbata* y *B. parryi*; mientras que *B. parryi* var. *gentryi* se presentó como grupo hermano de *B. barbata* var. *barbata.* Otro caso similar, fue que la variedad *rothrockii* siguió presentando una estrecha relación con la variedad *barbata*. Todas estas relaciones ya fueron discutidas en el apartado anterior.

B. barbata var. *rothrockii* formó un clado con alto soporte, sin embargo, en este análisis no se incluyeron ejemplares de la variedad *sonorae*, por lo tanto, no se puede determinar que *rothrockii* sea monofilética, ya que en ITS ambas variedades no se diferenciaban entre si.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO II. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

MATERIALES Y MÉTODOS

Material y caracteres analizados

Se seleccionaron un total de 147 individuos de los taxa del complejo *B. barbata* (Anexo E), obtenidos mediante colectas en campo y ejemplares del HUAA, para la realización de los análisis morfométricos. La especie *B. breviseta* no fue incluida en el presente estudio ya que no se logró colectar ningún individuo.

Todos los ejemplares fueron identificados con la ayuda de tres claves taxonómicas: Herrera *et al*. (2004), Gould (1980) y Griffiths (1912); esto debido a la dificultad para poder diferenciar entre las variedades, ya que los caracteres utilizados para su circunscripción son muy ambigüos; además de que algunas claves no incluian todos los taxa que conforman el complejo *Bouteloua barbata*. Una vez identificados, cada ejemplar se observó con un microscopio estereoscópico Leica para medir 35 caracteres morfológicos, de los cuales 15 fueron seleccionados para ser analizados, debido a que presentaron una mayor variación entre especies y variedades (Tabla 6). Los caracteres cuantitativos se midieron por triplicado en cada individuo, para posteriormente promediarlos y así obtener un valor más cercano al real.

La matriz de dichos caracteres se realizó en Excel, para posteriormente copiarla al programa PAST 3.20 (Hammer *et al*., 2001) donde se llevaron a cabo todos los análisis. Los valores cualitativos se codificaron de manera binaria, es decir, ausencia (0) y presencia (1); mientras que los valores cuantitativos continuos se homogeneizaron redondeándolos a dos decimales.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Tabla 6. Caracteres utilizados en los análisis morfométricos.

Tipo de caracter	Caracter
Cuantitativo	Longitud de tallo (cm)
	Ancho de lígula (mm)
	Ancho de lámina foliar (mm)
	Longitud de lámina foliar (cm)
	No.de ramas por inflorescencia
	Ancho de ramas (mm)
	Longitud de ramas (cm)
	No. de espiguillas por rama
	Ancho de espiguillas (mm)
	Longitud de espiguillas (mm)
Cualitativo	Duración perenne
	Tallo decumbente
	Estolones
	Pubescencia de base papilosa en segunda gluma
	Aristas en pálea

Análisis

Test de Mardia

Para verificar la distribución de los datos se realizó una prueba de normalidad multivariada denominada Mardia, al obtener una $p<0.05$ se concluyó que los datos de la matriz no presentaron una distribución normal, y por lo tanto se tuvieron que estandarizar para ser correctamente analizados.

Análisis de Componentes Principales (PCA)

El análisis de componentes principales encontró variables hipotéticas (componentes) que representaron la mayor cantidad posible de la varianza en los datos (Davis, 1986; Harper, 1999); estas nuevas variables obtenidas fueron combinaciones lineales de las originales.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

PCA reduce el conjunto de datos a solo dos variables (los dos primeros componentes) para fines de representación.

Debido a que las variables se midieron en unidades diferentes se realizó una matriz de correlación; ya que esto implicó normalizar todas las variables dividiéndolos por sus desviaciones estándar. Este análisis encontró los valores eigen (valores propios) y vectores eigen (vectores propios) de dicha matriz de correlación, mediante el algoritmo de descomposición en valores singulares (SVD). Los valores eigen dieron una medida de la varianza explicada por los vectores eigen correspondientes (componentes); también se obtuvieron los porcentajes de la varianza explicados por estos componentes. Si la mayor parte de la varianza era explicada por el primero o los dos primeros componentes el análisis era exitoso, pero si esta se encontraba distribuida más o menos uniformemente entre los componentes el PCA no era útil (Hammer *et al.*, 2001).

Se realizaron varios análisis de PCA. En el primero se incluyeron todos los taxa medidos, en el segundo solo los ejemplares de *B. barbata* var. *barbata*, var. *rothrockii* y var. *sonorae*; el tercero *B. parryi* var. *parryi* y var. *gentryi;* el cuarto *B. barbata* var. *barbata* y var. *rothrockii;* y en el último *B. barbata* y *B. parryi* con sus respectivas variedades. Estos últimos análisis se realizaron para ver si se lograban obtener caracteres que presentaran suficiente variación para ayudar a la circunscripción de las variedades.

PERMANOVA

Debido a que los datos de la matriz no presentan una distribución normal, se decidió realizar este test no paramétrico para observar si existen diferencias significativas entre los grupos de estudio.

Análisis de conglomerados-UPGMA

Este análisis dio como resultado un dendograma en donde se forman agrupaciones en base a la distancia promedio entre los miembros de los grupos. El índice de similtud utilizado fue mixto: para las variables continuas se usó el de Gower y para las binarias el de Jaccord.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

RESULTADOS

Análisis de Componentes Principales (PCA)

En el primer análisis realizado donde se incluyeron a todos los individuos medidos de los taxa del complejo, se consideró como exitoso ya que más del 50% de la variación total fue explicada por los primeros dos componentes. Los caracteres que explicaron dicha variabilidad fueron la longitud del tallo, ancho de ramas, número de ramas por inflorescencia, ancho de láminas foliares y la presencia de aristas en la pálea.

Como se puede observar en la figura 4, *B. ramosa* y *B. elata* fueron las dos especies que se encontraron mejor delimitadas y separadas del resto de los taxa del complejo; mientras en *B. parryi* var. *parryi* se obtuvo todo lo contrario, ya que los individuos analizados de dicho taxón se encontraron mezclados con los de la var. *gentryi* y sin formar una agrupación aparente. Por otro lado, *B. barbata* var. *sonorae* presentó individuos dentro del grupo formado por la var. *barbata*, sin embargo, la variedad *rothrockii* se separó claramente de ellas.

B. parryi var. *gentryi* fue el taxón que contó con una mayor similitud morfológica con *B. barbata*, ya que varios de sus ejemplares se encontraron en las agrupaciones de la var. *barbata* y var. *rothrockii.*

B. barbata var. *barbata*, var. *rothrockii* y var. *sonorae*

Como se pudo observar en la figura 5, al solo incluir a las variedades de *B. barbata* se siguen obteniendo los mismos resultados que en el análisis donde se consideraron a todos los taxa; sin embargo, en este los caracteres que explican la variabilidad obtenida fueron la longitud del tallo, número de ramas por inflorescencia, ancho de ramas, y ancho y longitud de espiguillas.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

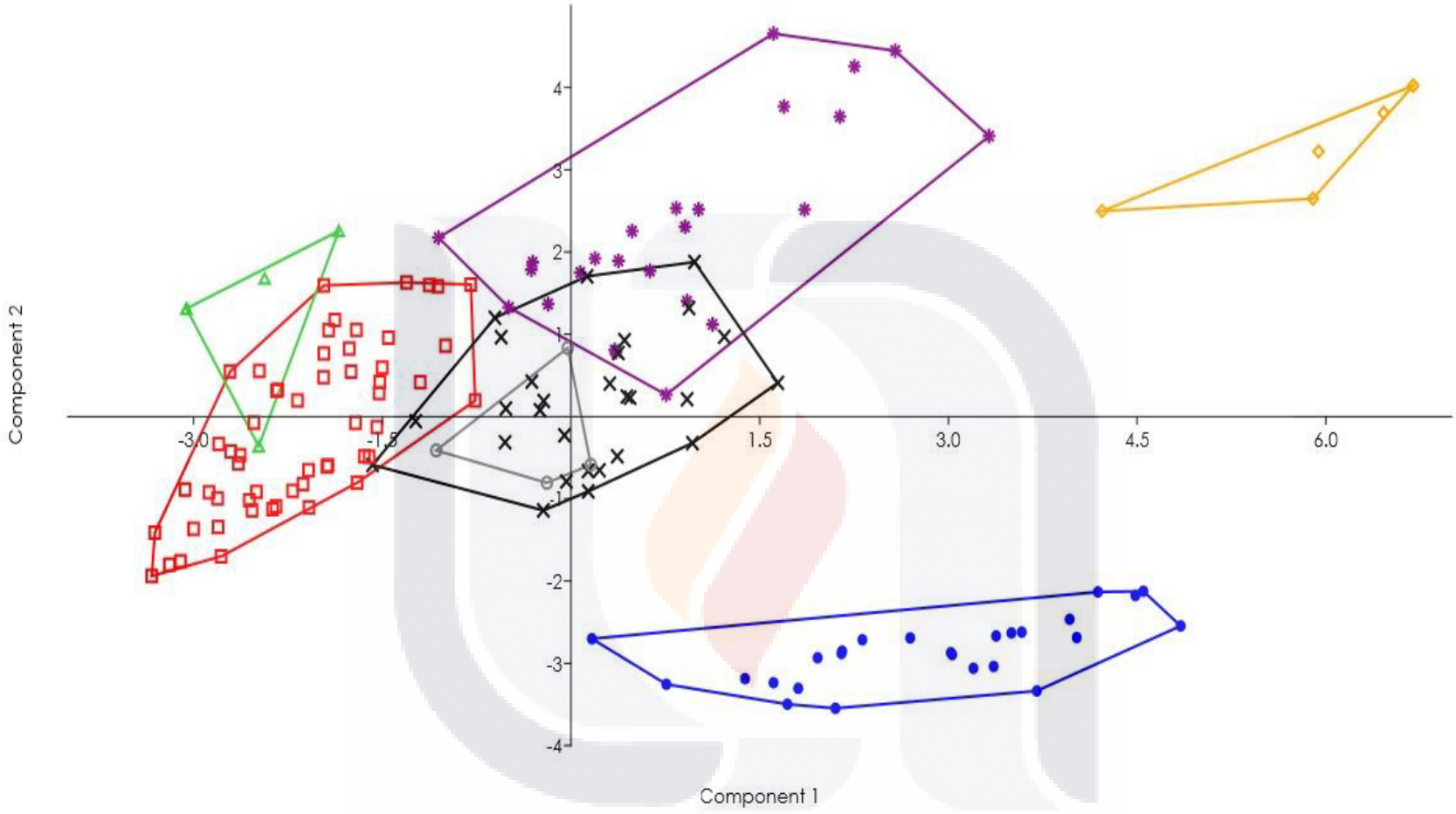


Fig. 4. Análisis de componentes principales de todos los individuos muestreados del complejo *Bouteloua barbata*. *Bouteloua barbata* var. *barbata*-cuadros rojos, *Bouteloua barbata* var. *sonorae*-triángulos verdes, *Bouteloua barbata* var. *rothrockii*-estrellas moradas, *Bouteloua parryi* var. *parryi*- círculos grises, *Bouteloua parryi* var. *gentryi*-cruces negras, *Bouteloua ramosa*-puntos azules y *Bouteloua elata*- rombos amarillos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

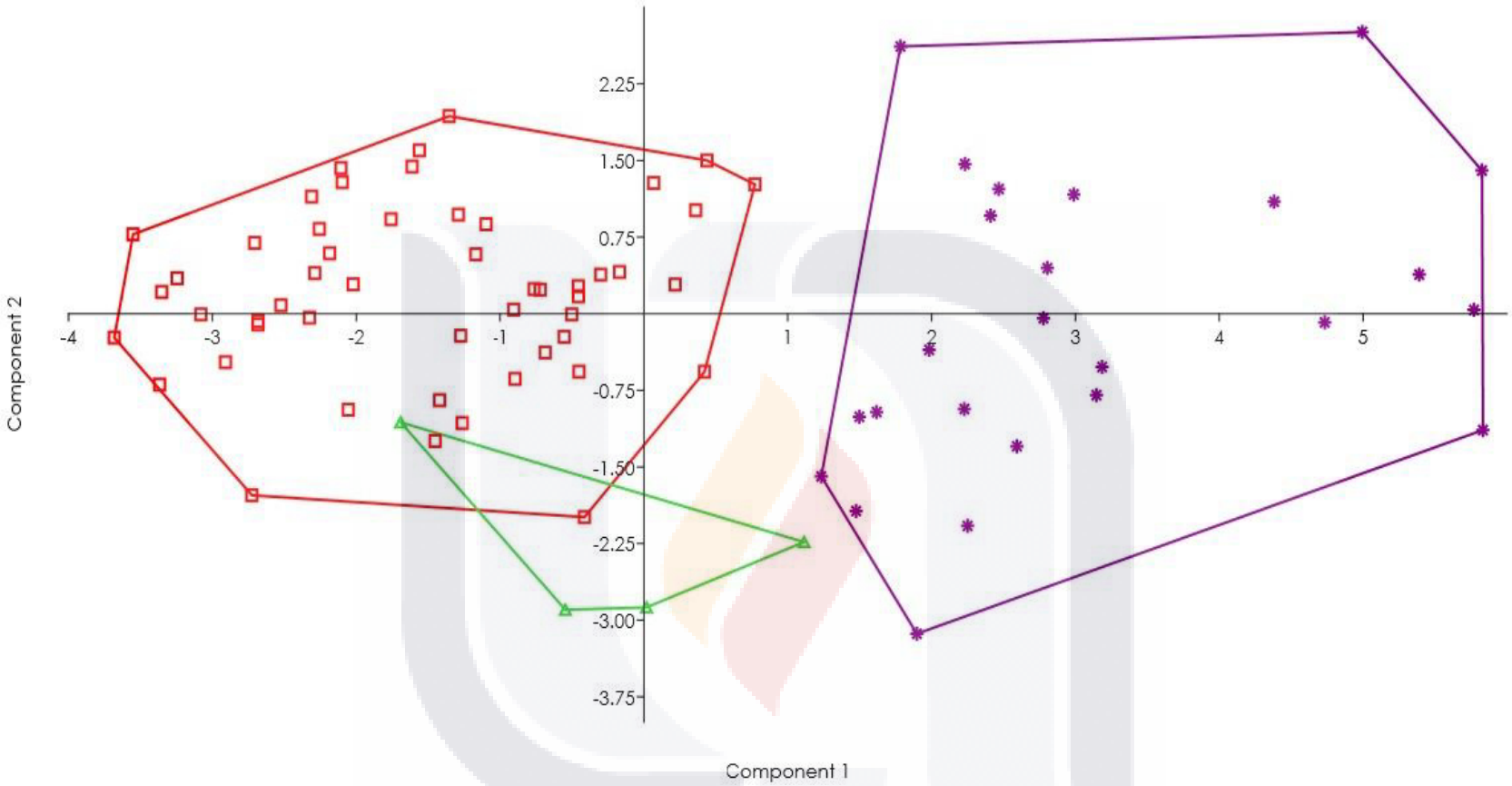


Fig. 5. Análisis de componentes principales de los individuos de *Bouteloua barbata* var. *barbata* (cuadros rojos), *Bouteloua barbata* var. *sonorae* (triángulos verdes) y *Bouteloua barbata* var. *rothrockii* (estrellas moradas).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

B. parryi* var. *parryi* y var. *gentryi

Debido a que en el análisis donde solo se incluyeron a *B. parryi* con sus variedades, los primeros dos componentes no explicaron más del 50% de la variación, este se consideró como no exitoso y por lo tanto no informativo, por lo que se decidió no incluirlo en los resultados.

B. barbata* var. *barbata* y var. *rothrockii

Debido a que las variedades *barbata* y *rothrockii* se separaron claramente una de la otra, se realizó este análisis (Fig. 6) para poder obtener los caracteres que determinaron dicha topología; los cuales fueron: la presencia o ausencia del ciclo perenne, la longitud del tallo, número de ramas por inflorescencia, ancho de ramas y longitud de las espiguillas.

B. barbata* y *B. parryi

Al realizar el análisis sin considerar a *B. elata* y *B. ramosa* (Fig. 7), se observó que sí existe una separación clara entre *B. barbata* y *B. parryi*. Los caracteres que explicaron dicha variación fueron el número de espiguillas por rama, ancho de ramas y la presencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma, siendo este último el más representativo.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

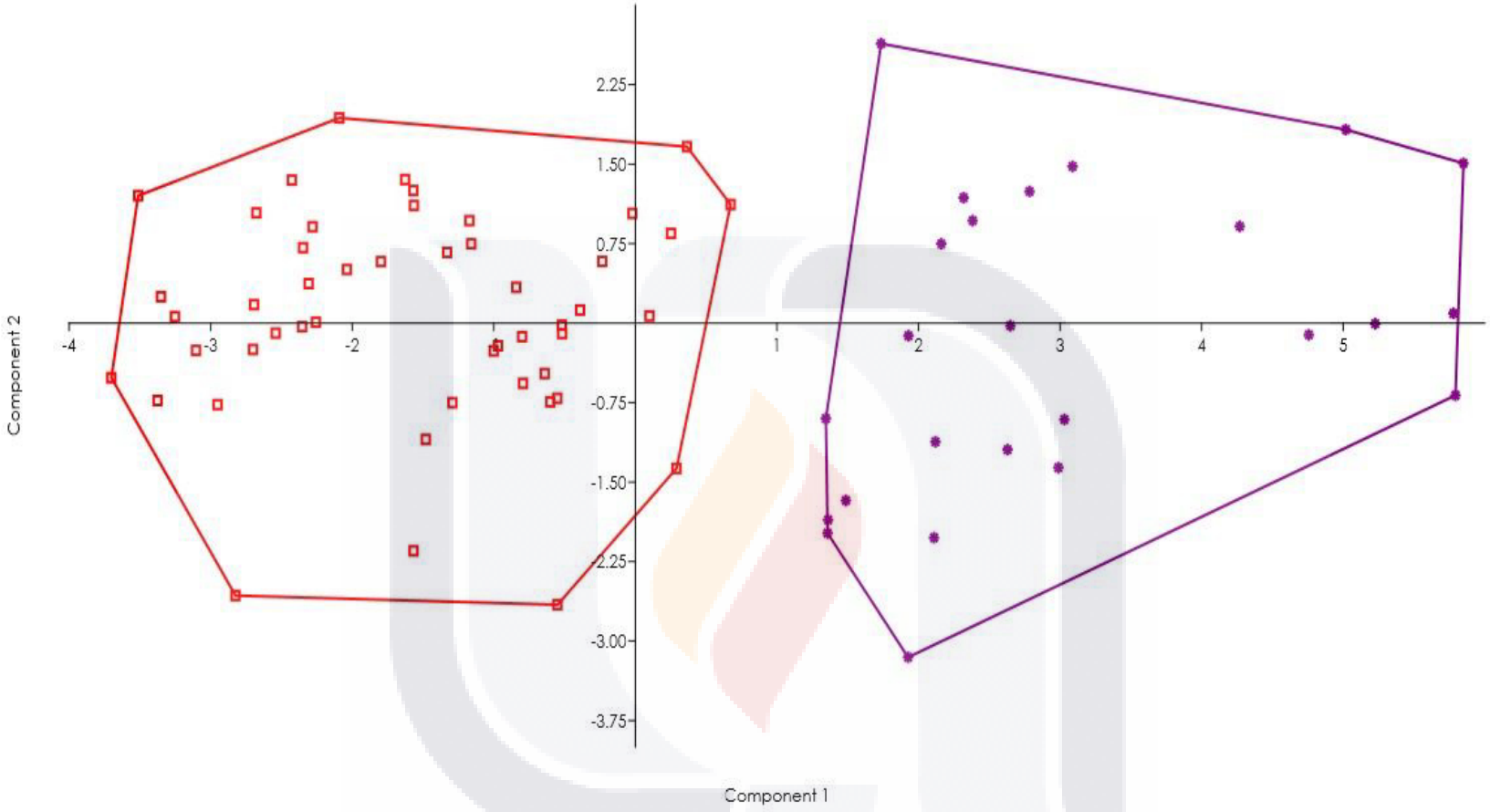


Fig. 6. Análisis de componentes principales de los individuos de *B. barbata* var. *barbata* (cuadros rojos) y *B. barbata* var. *rothrockii* (estrellas moradas).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

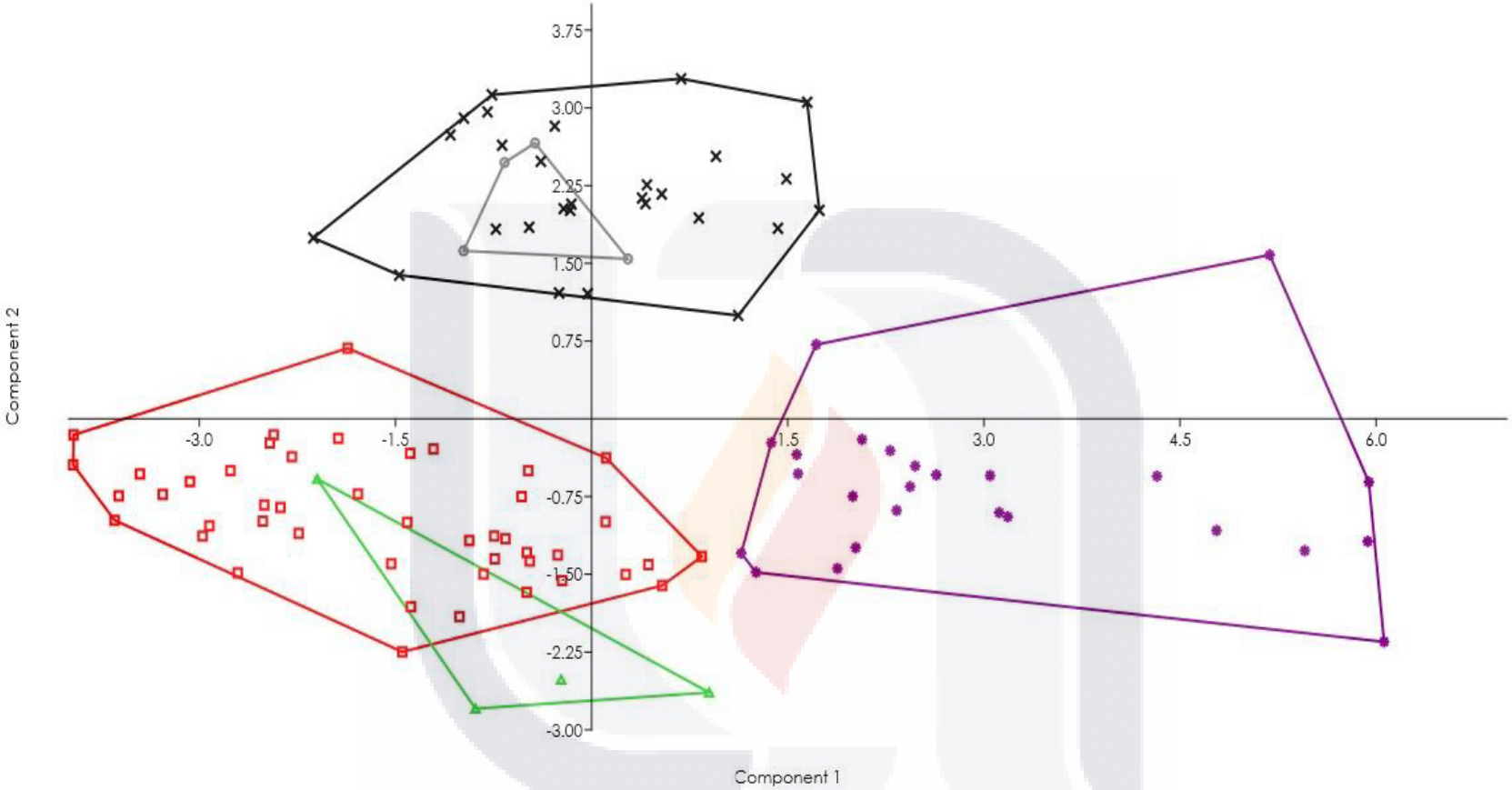


Fig 7. Análisis de componentes principales de los individuos de *B. barbata* y *B. parryi* con sus respectivas variedades. *Bouteloua barbata* var. *barbata*-cuadros rojos, *Bouteloua barbata* var. *sonorae*-triángulos verdes, *Bouteloua barbata* var. *rothrockii*-estrellas moradas, *Bouteloua parryi* var. *parryi*- círculos grises y *Bouteloua parryi* var. *gentryi*- cruces negras.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

PERMANOVA

En este análisis se obtuvo una matriz (tabla 7) en la cual se observó si los taxa que fueron analizados presentaban diferencias significativas uno de otro; las que obtuvieron un valor $p<0.05$ cumplieron con dicho supuesto, mientras que las que presentaron un valor mayor (sombreado rojo) lo rechazaban. En base a esto se pudo observar que los únicos taxa que no presentaron suficiente variación entre ellos fueron *B. parryi* var. *parryi* con *B. ramosa; B. parryi* var. *parryi* con la var. *gentryi;* y *B. barbata* var. *barbata* con la var. *sonorae.* Las últimas dos relaciones coinciden con lo obtenido en los análisis de componentes principales.

Tabla 7. Matriz de resultados obtenidos en el análisis PERMANOVA.

Taxa	*B. ramosa*	*B. barbata* var. *barbata*	*B. barbata* var. *rothrockii*	*B. barbata* var. *sonorae*	*B. parryi* var. *gentryi*	*B. elata*	*B. parryi* var. *parryi*
B. ramosa		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0662
B. barbata var. *barbata*	0.0001	-	0.0001	0.5314	0.0001	0.0001	0.0005
B. barbata var. *rothrockii*	0.0001	0.0001	-	0.0003	0.0001	0.0001	0.0157
B. barbata var. *sonorae*	0.0001	0.5314	0.0003	-	0.0205	0.0069	0.028
B. parryi var. *gentryi*	0.0001	0.0001	0.0001	0.0205	-	0.0001	0.3425
B. elata	0.0001	0.0001	0.0001	0.0069	0.0001	-	0.0084
B. parryi var. *parryi*	0.0662	0.0005	0.0157	0.0280	0.3425	0.0084	-

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Análisis de conglomerados-UPGMA

El dendograma obtenido (Fig. 8) presentó un coeficiente de Pearson de 0.8897, lo cual significó que existe una correlación positiva entre las variables analizadas.

En este análisis se obtuvieron resultados similares a los observados en el de componentes principales; a excepción, de que en el dendograma las variedades *parryi* y *gentryi* a pesar de estar cercanamente relacionadas, sí se separaron entre ellas lo cual no se observó en PCA ni en PERMANOVA. Otra de las diferencias encontradas, fue que los individuos de la var. *sonorae* se presentaron dentro de un subgrupo formado por algunos de los ejemplares de la variedad *rothrockii,* y no con los de la var. *barbata* como se observó en el análisis de componentes principales.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

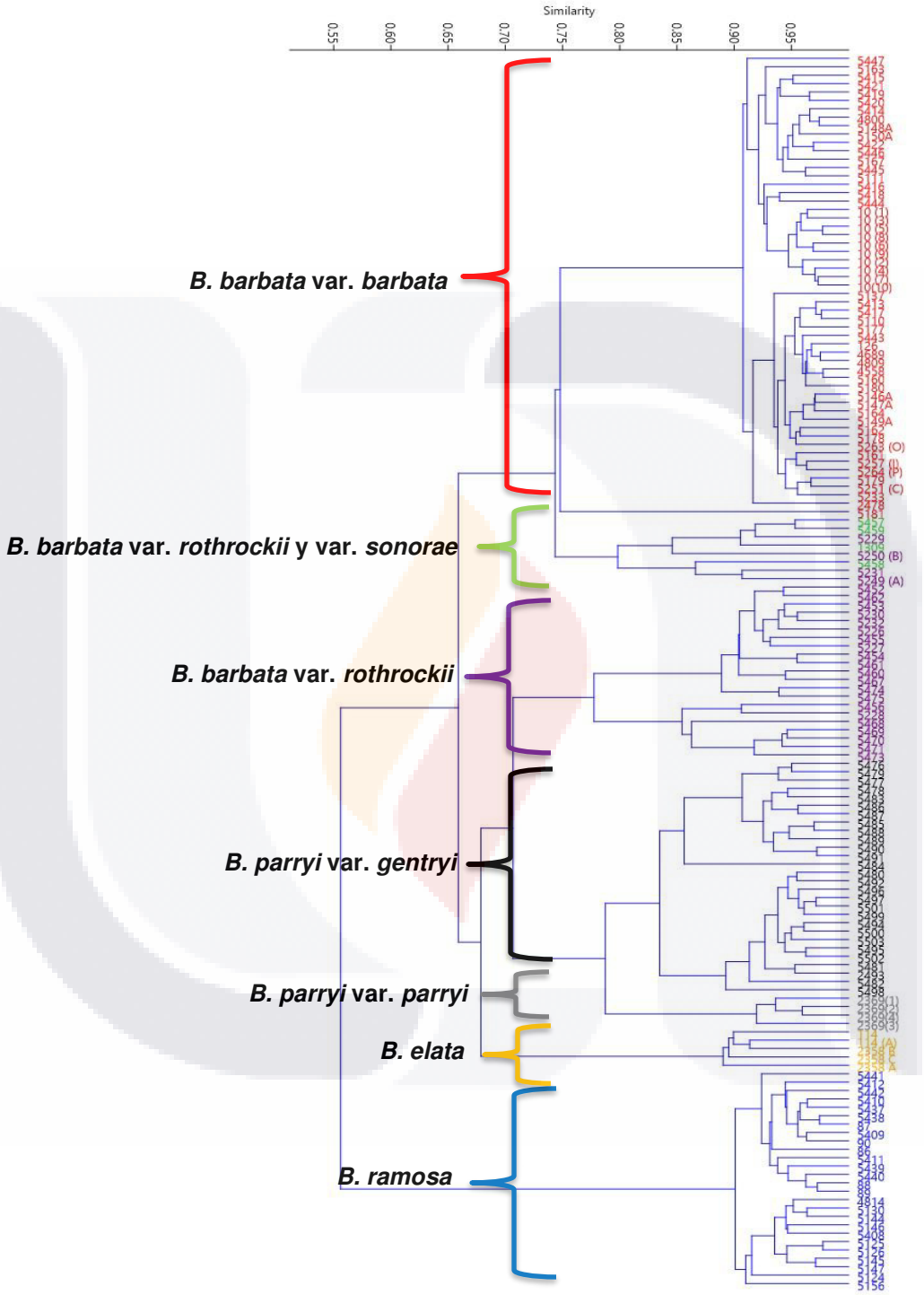


Fig.8. Dendograma obtenido mediante el algoritmo de UPGMA (Unweighted pair-group average) de los individuos analizados pertenecientes al complejo *Bouteloua barbata*.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

DISCUSIÓN

Las tres variedades de *Bouteloua barbata* presentaron algunas discrepancias en los resultados obtenidos de los diferentes análisis realizados. En los análisis de componentes principales las variedades *barbata* y *rothrockii* se separaron claramente entre ellas, mientras que la var. *sonorae* no logró diferenciarse por completo de la var. *barbata*; esto gracias a la variación presentada en los caracteres: longitud de tallo, número de ramas por inflorescencia, ancho de ramas, longitud de espiguillas y presencia o ausencia de un ciclo perenne. De dichos caracteres, los que usualmente se han utilizado para la circunscipción de estas tres variedades son la longitud de tallo y su ciclo, ya que como lo mencionó Gould (1980), la variedad *rothrockii* presenta tallos erectos y más largos que la var. *barbata*, lo cual también es útil para poder difenciarlas en campo; por otro lado, el que la variedad *sonorae* presente un ciclo perenne sirve para distinguirlo de la var. *barbata,* ya que esta es anual (Griffiths, 1912). Con respecto al número de ramas por inflorescencia, ancho de ramas y longitud de espiguillas, a pesar de que no han sido considerados como caracteres diagnósticos, sí se ha observado que presentan variación entre estos taxa (Gould, 1980; Griffiths, 1912 y Herrera *et al*., 2004).

Por otra parte, los resultados del PCA coinciden con lo obtenido en la PERMANOVA, ya que ahí se pudo observar que existe una diferencia significativa entre las variedades *rothrockii* y *barbata*, así como *rothrockii* con *sonorae*; sin embargo, *barbata* y *sonorae* no lograron obtener suficiente variación. La similitud entre estas últimas dos variedades ya había sido evidenciada anteriormente, ya que a pesar de haber sido considerada como una especie diferente por varios autores (Griffiths, 1912; Hitchcock, 1920; Swallen, 1964) Gould (1980) la colocó como una variedad de *barbata* debido a su gran parecido morfológico.

En el dendograma se encontró una diferencia con respecto a lo obtenido en PCA y PERMANOVA, ya que las accesiones de la variedad *sonorae* se agruparon con la var. *rothrockii* y no con la var. *barbata*; dicha relación ya se había observado anteriormente, pero a nivel molecular (Columbus *et al*.,1998; Peterson *et al*.,2015).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Un aspecto importante observado en el análisis de componentes principales donde se incluyeron a todos los taxa disponibles del complejo, fue que algunos de los individuos de *B. parryi* var. *gentryi* se encontraban dentro tanto de la agrupación de *B. barbata* var. *barbata* como de la de *rothrockii*, sin embargo, al realizar el análisis donde solo se incluyeron a *B. barbata* y *B. parryi* con sus respectivas variedades, estas se separaron claramente por tres caracteres: el número de espiguillas por rama, ancho de ramas y la presencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma. Este último caracter es el que ha sido más utilizado para diferenciar a estos taxa (Peterson *et al.*, 2015), ya que incluso en campo es fácil confundirlos. Estas diferencias coinciden con lo obtenido en la PERMANOVA y el dendograma.

Con respecto a *B. parryi*, los individuos de la variedad tipo en el análisis de componentes principales se encontraron dentro de la agrupación formada por la var. *gentryi*; esto coincidió con lo obtenido en la PERMANOVA ya que no existió una diferencia significativa entre dichas variedades; lo anterior se pudo deber a que los caracteres seleccionados no fueron los adecuados para brindar información suficiente para separar a ambas variedades; ya que a pesar de que Griffiths (1912) consideró a *B. parryi* como una sola especie, otros autores (Gould, 1980; Herrera *et al.*, 2004) mencionan que sí presentan suficiente variación morfológica para considerarse como variedades diferentes.

Las especies *B. elata* y *B. ramosa* se encontraron claramente delimitadas y separadas del resto de los taxa del complejo en los análisis realizados. Uno de los caracteres que se obtuvieron como significativos en el análisis de componentes principales donde se incluyeron a todas las especies del complejo ha sido utilizado para la circunscripción de *B. elata*, el cual fue la longitud del tallo, ya que esta es considerada como una de las especies más altas del género (Reeder y Reeder, 1963). Por su parte, *B. ramosa* ha sido constantemente confundida con *B. breviseta* o tratada como coespecífica (Gould, 1980) debido a su gran similitud morfológica, sin embargo, esto no se pudo resolver en el presente estudio debido a que no se incluyeron ejemplares de *B. breviseta*.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO III. EVOLUCIÓN DE CARACTERES

MATERIALES Y MÉTODOS

Los caracteres morfológicos que se seleccionaron para estimar su evolución en el complejo *Bouteloua barbata,* fueron los nueve que se obtuvieron como significativos en los análisis de componentes principales (capítulo II), ya que presentaron una mayor variación entre los diferentes taxa (tabla 8).

Estos caracteres se estandarizaron, categorizaron, y procesaron mediante Máxima Parsimonia utilizando la herramienta Trace Character History disponible en el programa Mesquite 3.10 (Maddison y Maddison, 2016), para mapearlos en una hipótesis filogenética de ITS obtenida mediante inferencia bayesiana (metodología capítulo I) donde solo se consideraron los individuos de los que se tenían las mediciones de los caracteres seleccionados. *B. breviseta* se incluyó en dicho análisis para no afectar la topología del árbol obtenido, sin embargo, todos los caracteres se colocaron como datos faltantes ya que no se tuvo ningún ejemplar disponible para su revisión.

Tabla 8. Caracteres utilizados para estimar su evolución en los taxa del complejo *Bouteloua barbata*.

Caracter	Estado de caracter
Longitud de tallo (cm)	(0) 7.50 – 22.50 (1) 22.51 - 37.51 (2) 37.52 – 52.52 (3) 52.53 – 67.53
Ancho de lámina foliar (mm)	(0) 1.10 – 1.33 (1) 1.34 – 1.57 (2) 1.58 – 1.81 (3) 1.82 – 2.05
No.de ramas por inflorescencia	(0) 1 – 2 (1) 3 - 4 (2) 5 – 6 (3) 7 – 8

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Ancho de ramas (mm)	(0) 2 – 2.78 (1) 2.79 – 3.57 (2) 3.58 – 4.36 (3) 4.37 – 5.15
Ancho de espiguillas (mm)	(0) 0.86 – 1.59 (1) 1.60 – 2.33 (2) 2.34 – 3.07 (3) 3.08 – 3.81
Longitud de espiguillas (mm)	(0) 1.66 – 2.70 (1) 2.71 – 3.75 (2) 3.76 – 4.80 (3) 4.81 – 5.85
Duración	(0) Anual (1) Perenne
Pubescencia de base papilosa en la segunda gluma	(0) Ausente (1) Presente
Aristas en pálea	(0) Ausente (1) Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

RESULTADOS

La evolución de los caracteres ancho de ramas y espiguillas no se incluyeron en los resultados debido a su alto grado de homoplasia.

Duración anual o perenne

La reconstrucción evolutiva obtenida nos permitió observar la homoplasia de este caracter (Fig. 9); el estado plesiomórfico fue presentar una duración perenne, mientras tener un ciclo anual el apomórfico. Por lo que se pudo ver, el ser anual caracterizó a la variedad tipo de *B. barbata*, ya que el resto de los taxa incluidos en el análisis fueron perennes. Este caracter no puede ser considerado cono único en el complejo, ya que *B. parryi* var. *parryi* también es anual, sin embargo, esta no se incluyó en el presente análisis.

Longitud de tallo

La hipótesis obtenida (Fig. 10) mostró que la longitud de tallo es un caracter homoplásico; el presentar una longitud de 22.51 a 37.51 cm fue el estado plesiomórfico, mientras que medir de 7.50 a 22.50 el apomórfico. *B. barbata* var. *barbata,* var. *sonorae* y *B. parryi* var. *gentryi* se encontraron dentro del rango de 7.50 a 22.50 cm; mientras que *B. barbata* var. *rothrockii* fue el taxa que presentó una mayor variación, ya que sus ejemplares midieron desde los 22.51 hasta los 52.52 cm. Este caracter se puede considerar como una autapomorfia para *B. elata*, ya que fue la única especie del complejo cuyos tallos midieron entre los 52.53 y 67.53 cm de longitud, siendo así el más alto de los taxa analizados del complejo.

Ancho de lámina foliar

En los resultados obtenidos (Fig. 11) se pudo observar el grado de homoplasia del ancho de la lámina foliar; el estado plesiomórfico fue medir de 1.10 a 1.33 mm, mientras que el apomórfico fue encontrarse dentro de un rango de 1.82 a 2.05 mm. *B. parryi* var. *gentryi* y

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

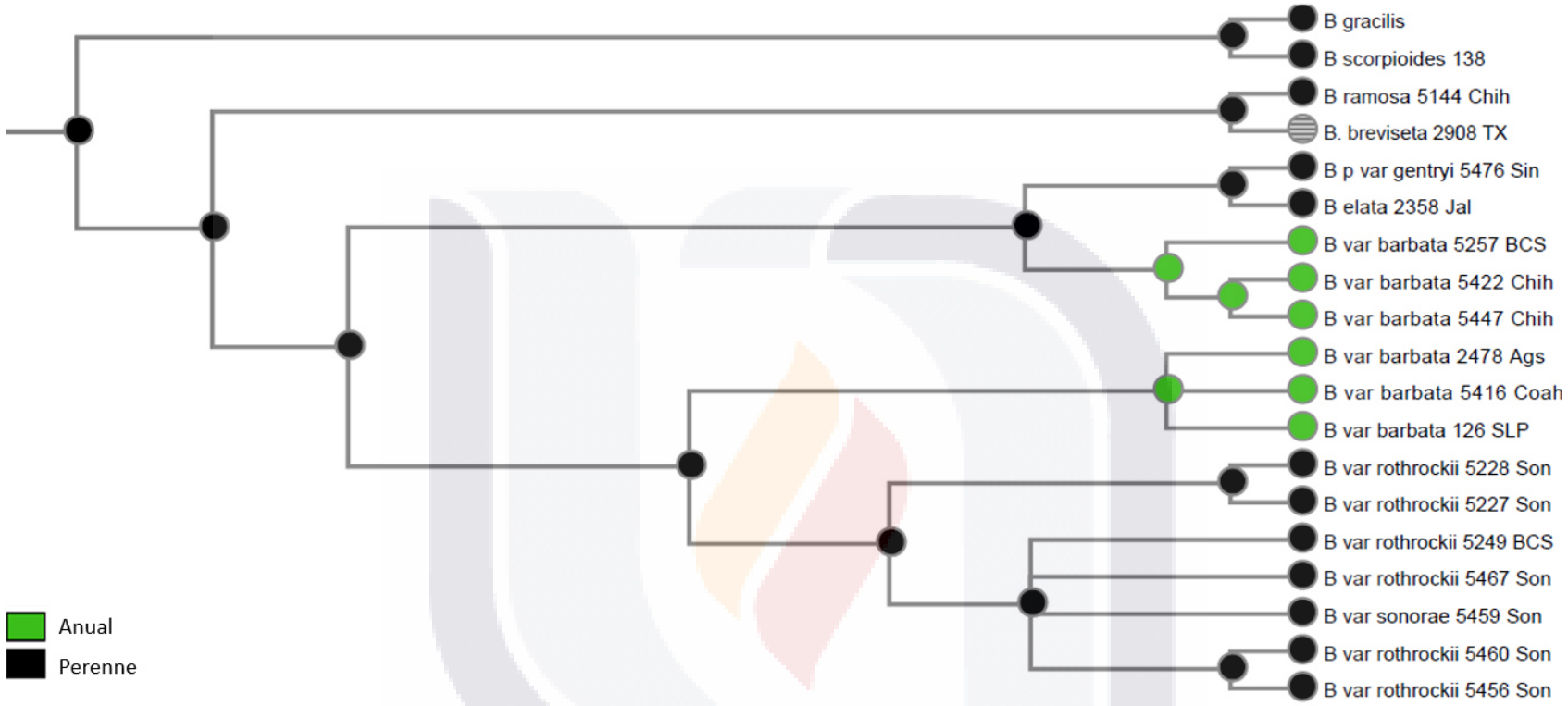


Fig. 9. Reconstrucción evolutiva de la duración anual o perenne en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

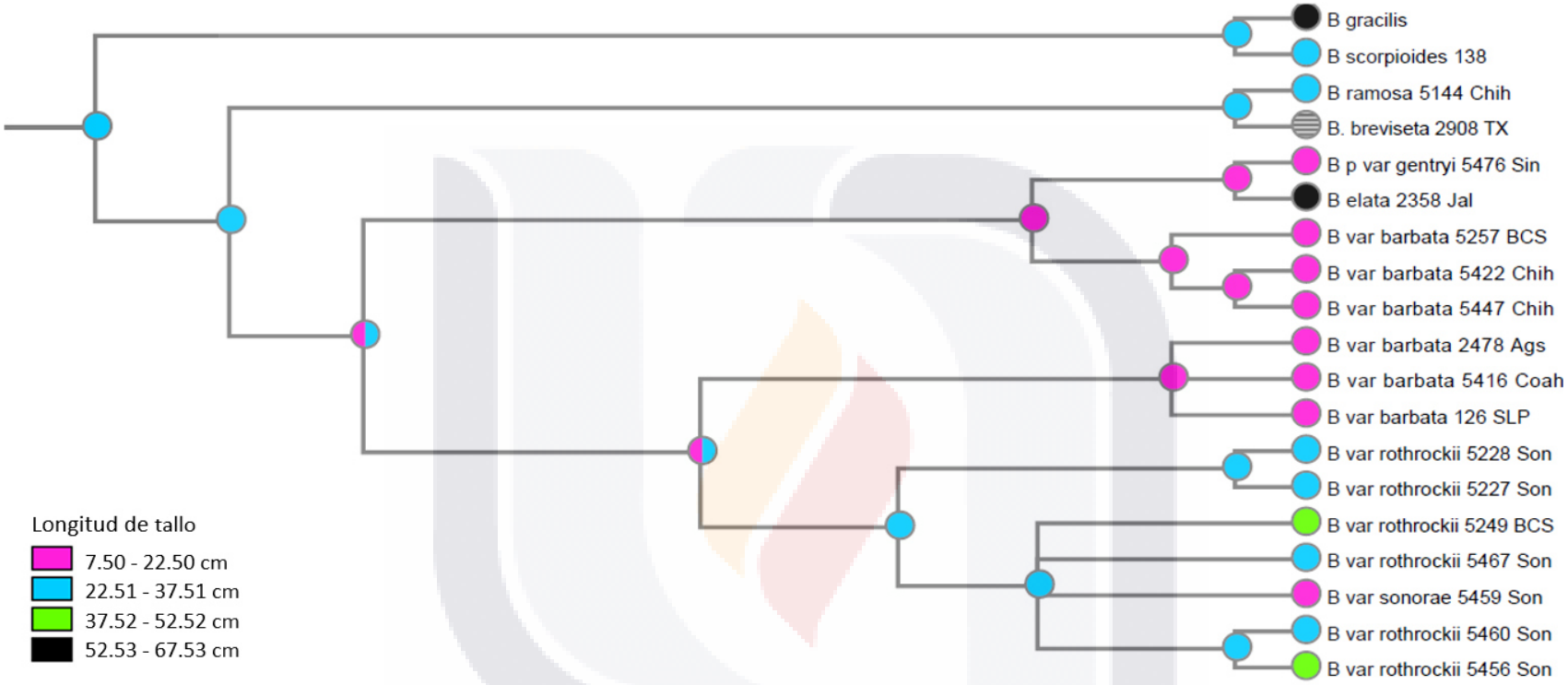


Fig. 10. Reconstrucción evolutiva de la longitud de tallo en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

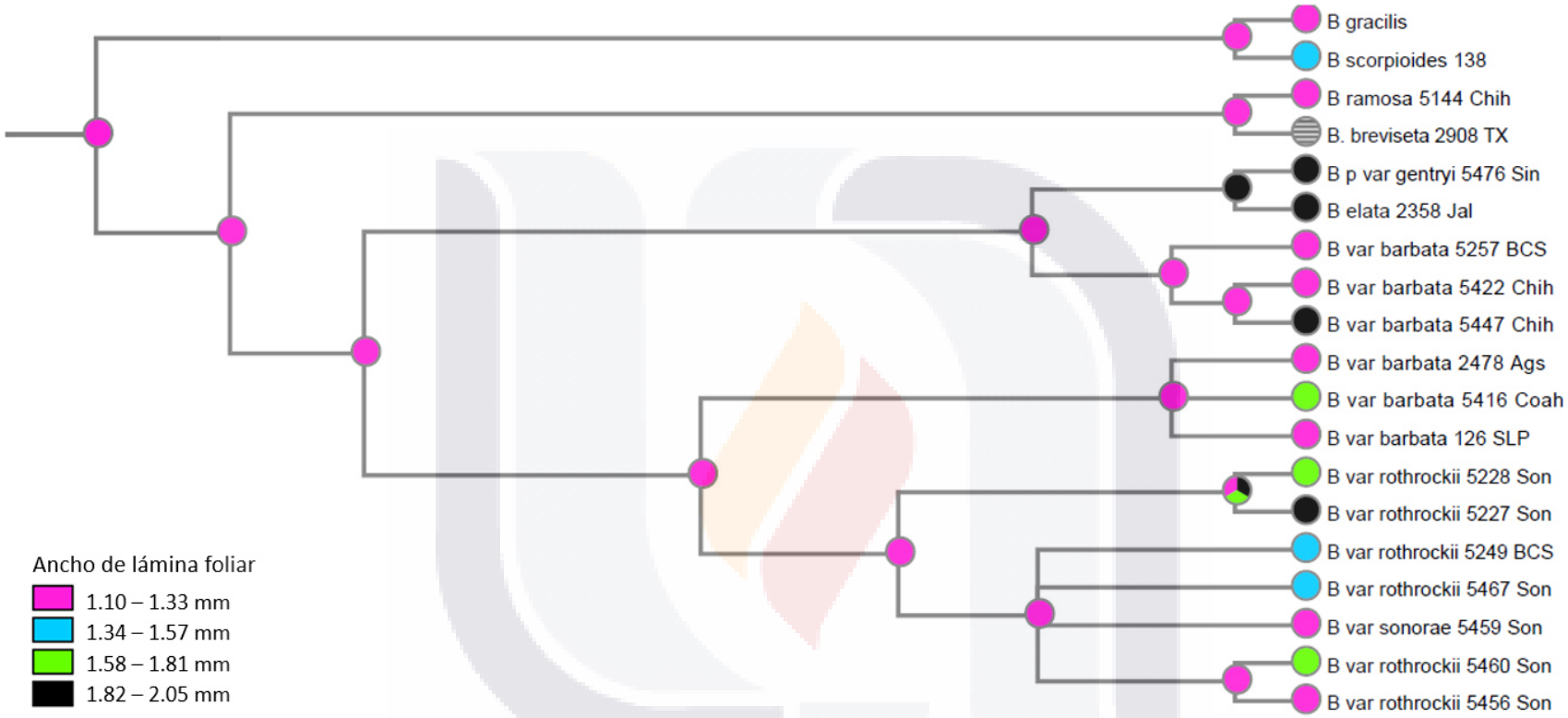


Fig. 11. Reconstrucción evolutiva del ancho de la lámina foliar en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

B. elata presentaron un ancho de 1.82 a 2.05 mm, así como un individuo de *B. barbata* var. *rothrockii* (*5227*) de Sonora y otro de la var. *barbata* (*5447*) del estado de Chihuahua. Por su lado, *B. barbata* var. *rothrockii* fue el taxón que presentó una mayor variación de este caracter, ya que sus accesiones fueron desde el 1.10 hasta los 2.05 mm de ancho.

No. de ramas por inflorescencia

En la reconstrucción evolutiva (Fig. 12) obtenida se observó que el número de ramas por inflorescencia es un caracter homoplásico; el estado plesiomórfico fue presentar de 1 a 2 ramas, y de 5 a 6 el apomórfico. *B. ramosa* mantuvo el estado plesiomórfico; *B. elata* presentó de 7 a 8 ramas, sin embargo, dos accesiones de *B. barbata* var. *rothrockii* (*5227* y *5456*) y el único individuo de la var. *sonorae* (*5459*) también tuvieron dicho estado de caracter. El rango de número de ramas por inflorescencia que se presentó en un mayor número de taxa fue de 5 a 6.

Longitud de espiguillas

La hipótesis obtenida (Fig. 13) permitió observar la homoplasia del caracter; además, se pudo ver que el estado plesiomórfico de la longitud de espiguillas fue medir de 4.81 a 5.85 mm, y el apomórfico de 2.71 a 3.75 mm. *B. ramosa* y *B. elata* presentaron el estado plesiomórfico, mientras que el resto de los taxa analizados sufrieron una reducción en su longitud a excepción de un individuo de *B. barbata* var. *rothrockii* de Baja California Sur (*5249*). Las variedades *rothrockii* y *barbata* fueron las que contaron con un mayor grado variación de dicho caracter, siendo los individuos de Baja California Sur los que presentaron una mayor longitud.

Presencia/ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma

En los resultados obtenidos (Fig. 14) se pudo observar que la ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma fue el estado de caracter plesiomórfico, mientras que su presencia el apomórfico. Debido a que *B. elata* y *B. parryi* son los únicos taxa del complejo *B. barbata* que cuentan con dicho tipo de pubescencia, y que además comparten el mismo ancestro, este caracter puede ser considerado como una sinapomorfia para

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

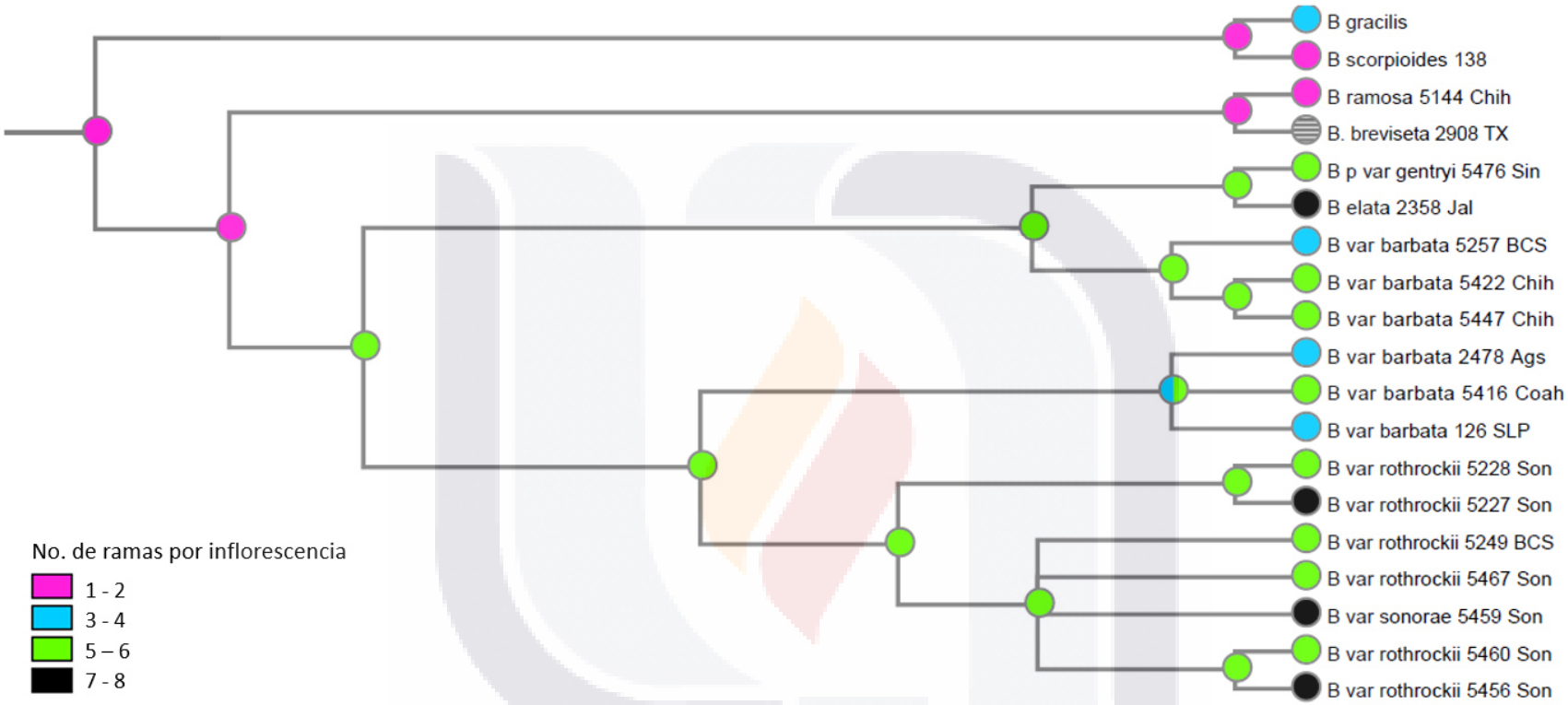


Fig. 12. Reconstrucción evolutiva del número de ramas por inflorescencia en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

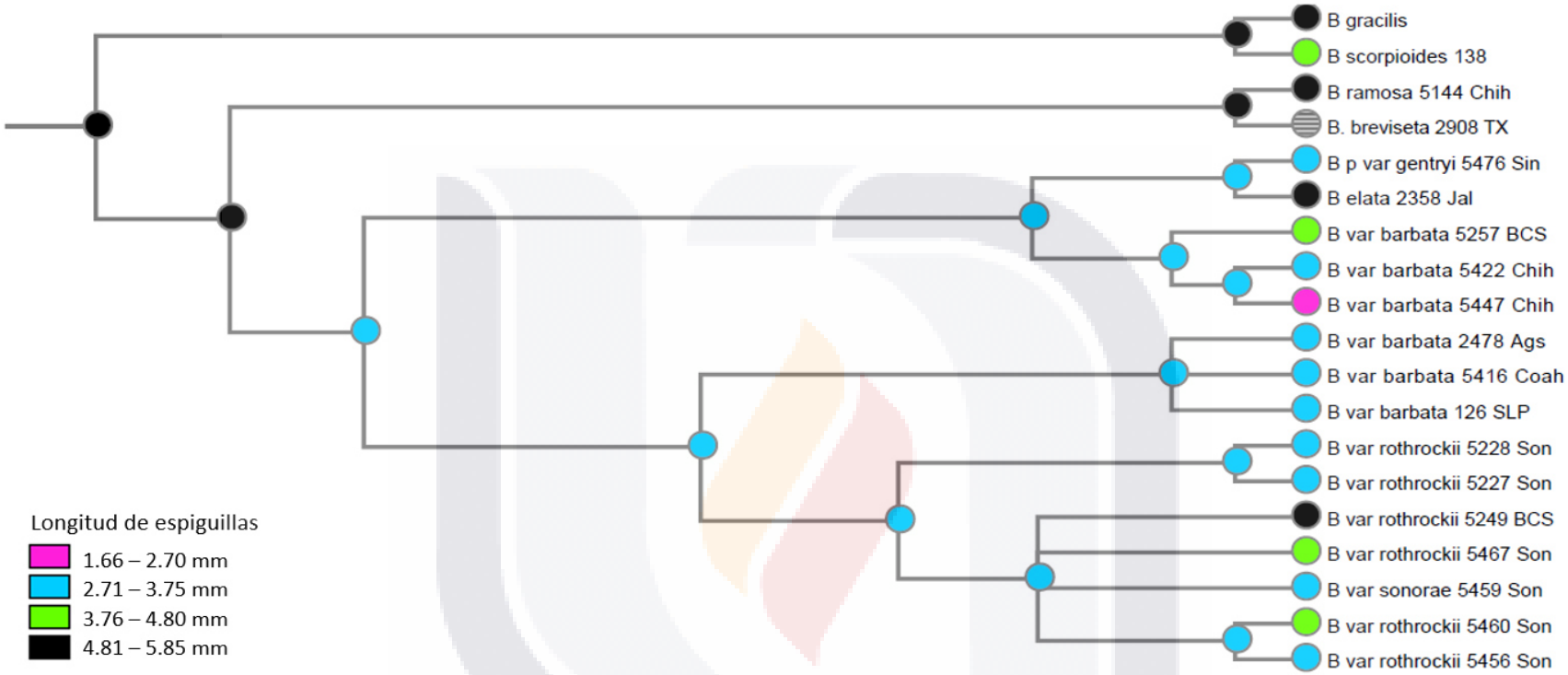


Fig. 13. Reconstrucción evolutiva de la longitud de espiguillas en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

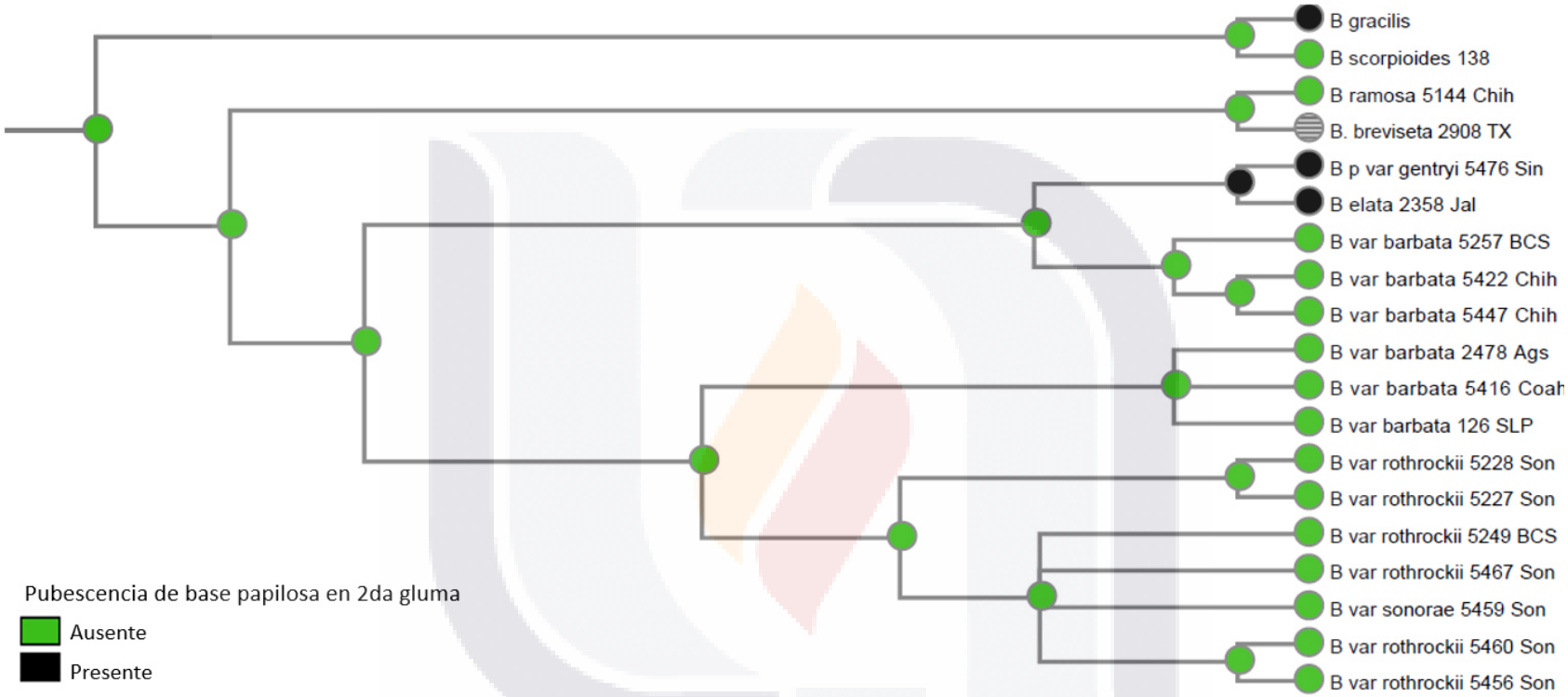


Fig. 14. Reconstrucción evolutiva de la presencia o ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ambas especies.

Presencia/ausencia de aristas en pálea

Con la hipótesis obtenida (Fig. 15) se pudo observar que la ausencia de aristas en la pálea es el estado plesiomórfico en el complejo, mientras que su presencia el apomórfico. De los taxa analizados se pudo ver que la única especie que matuvo el estado plesiomórfico fue *B. ramosa,* ya que el resto presentaron aristas en la pálea.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

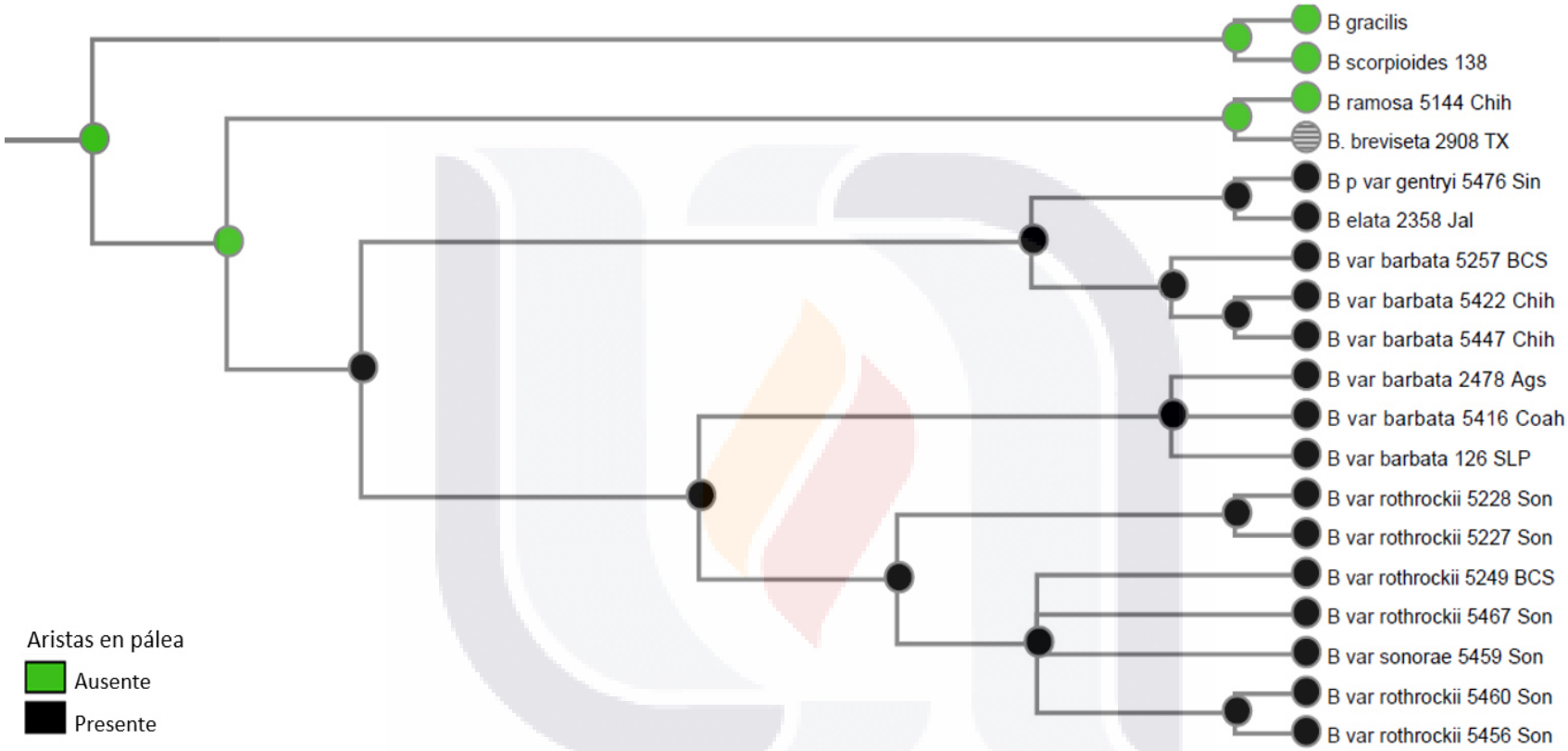


Fig. 15. Reconstrucción evolutiva de la presencia o ausencia de aristas en la pálea en los taxa del complejo *B. barbata*, en base a una hipótesis de ITS obtenida mediante Inferencia Bayesiana.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

DISCUSIÓN

Duración anual o perenne

Presentar un ciclo perenne o anual es uno de los caracteres que ha sido utilizado para distinguir entre las variedades de *B. barbata*. Como se observó en la hipótesis obtenida tener una duración anual es algo que caracterizó a la variedad tipo de *B. barbata*, ya que sus otras dos variedades son perennes; esto coincide por lo establecido por Gould (1980). Griffiths (1912) por su parte, a pesar de considerar a las tres variedades de *barbata* como especies diferentes, mencionó que la gran similitud morfológica que presentaba *B. sonorae* con *B. barbata,* haría que *sonorae* posteriormente fuera tratada como una variedad perenne de dicha especie.

Longitud de tallo

En la hipótesis obtenida se observó que la longitud del tallo se puede considerar como un caracter que ayude a diferenciar a la var. *barbata* de la var. *rothrockii,* ya que en la primera todos sus individuos midieron entre los 7.5 y 22.50 cm de alto, mientras que los de la var. *rothrockii* presentaron tallos más largos (22.51-52.52 cm); además de que dichas medidas se encontraron dentro de los rangos establecidos por Gould (1980) y Griffiths (1912), Gould (1980) ya había utilizado dicho caracter en la circunscripción de las variedades *barbata* y *rothrockii*. Por otro lado, en la var. *sonorae* este caracter no puede ser usado, ya que como se observó en la hipótesis obtenida, sus tallos se encuentran dentro del mismo rango de longitud de la var. *barbata* (Gould, 1980; Herrera *et al.*, 2004).

En *B. elata* este caracter puede ser considerado como diagnóstico, ya que como lo mencionaron Peterson *et al.* (2015), es la especie con los tallos más largos de todo el complejo.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Ancho de lámina foliar

A pesar de haber obtenido a este caracter como informativo en los análisis morfométricos (capítulo II), su historia evolutiva mostró que no sirve para poder diferenciar de manera inter e intraespecífica a los taxa del complejo *B. barbata,* ya que los diferentes estados de caracter se encontraron en individuos del mismo taxón; sin embargo, todos los valores obtenidos en los diferentes taxa coincidieron con lo establecido por Gould (1980), Griffiths (1912), Herrera *et al.* (2004) y Reeder y Reeder (1963); a excepción de *B. barbata* var. *barbata,* ya que Gould (1980) mencionó que el ancho de su lámina foliar puede medir máximo 1.15 mm lo cual no concuerda con los resultados obtenidos, ya que hubo una accesión (*5447*) del estado de Chihuahua que tuvo una lámina foliar que midió entre los 1.82 y 2.05 mm de ancho, dicho estado de caracter también se presentó en individuos de la var. *rothrockii,* lo cual nos sugiere que puede estar existiendo hibridación entre ambas variedades ya que las dos se encuentran distribuidas en dicho estado.

No. de ramas por inflorescencia

Este caracter es generalmente utilizado para la circunscripción de las especies, sin embargo, como se mostró en los resultados obtenidos no ayudó a diferenciar la mayoría de los taxa del complejo *B. barbata*.

B. ramosa fue el único de los taxa incluidos en el análisis que presentó de 1 a 2 ramas por inflorescencia, lo cual coincidió con lo mencionado por Gould (1980) y Herrera *et al*. (2004); y que por lo tanto se puede considerar como una sinapomorfia para dicha especie. Por otra parte, al igual que lo observado por Griffiths (1912) la variedad *barbata* tiene de 4 a 6 ramas, mientras que la variedad *rothrockii* de 5 a 12; debido a que ambas pueden presentar 5 o 6 ramas por inflorescencia este caracter no puede ser utilizado para diferenciar a dichas variedades. Esto mismo sucedió entre *B. parryi* y *B. barbata* las cuales, como ya se discutió en el capítulo anterior, presentan una morfología muy similar, sin embargo, dicho caracter no puede ser utilizado para su separación, ya que como lo estableció Gould (1980) en su descripción original *B. parryi* presentó de 3 a 6 ramas por inflorescencia, lo cual se encontró dentro del mismo rango de *B. barbata*. Finalmente, el ejemplar de *B. elata* contó con una inflorescencia de 8 ramas, este es un valor menor al establecido en su descripción original

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(9-30) (Reeder y Reeder, 1963) y a las revisiones de Gould (1980) y Herrera *et al.* (2004), sin embargo, hubo ejemplares de esta especie de la misma población, que se midieron para el análisis morfométrico (capítulo II) y que presentaron de 9 a 13 ramas, lo cual coincide con lo establecido por los autores mencionados anteriormente.

Longitud de espiguillas

Si bien este caracter no ayudó a la circunscripción de las variedades del complejo, sí proporcionó información suficiente para diferenciar dos de las especies que se encuentran más cercanamente relacionadas. En *B. elata* se pudo observar que a pesar de la similitud que se ha encontrado tanto molecularmente (Columbus, 1998; Peterson *et al.*, 2015) como morfológicamente (Reeder y Reeder, 1963) con *B. parryi,* presentaron una clara diferencia en la longitud de las espiguillas, ya que mientras *B. parryi* contó con medidas de entre los 2.71 hasta los 3.75 mm, las espiguillas de *B. elata* presentaron una longitud de 4.81 a 5.85 mm.

Presencia/ausencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma

La presencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma es un caracter que ha sido utilizado por diferentes autores para poder diferenciar a algunas de las especies del complejo, lo cual coincidió con la hipótesis obtenida. Gould (1980) y Griffiths (1912) mencionaron que el caracter principal con el cual se puede diferenciar a *B. parryi* de *B. barbata*, debido a su gran similitud, es que el primero presenta dicha pubescencia y el segundo no. Herrera *et al*. (2004) por su lado establecieron que la variedad *rothrockii* también contaba con dicho caracter, sin embargo, Peterson *et al*. (2015) mencionaron que probablemente estos investigadores al realizar el muestreo para su revisión, confundieron un ejemplar de *B. parryi* con uno de *B. barbata* var. *rothrockii.*

Otra de las especies del complejo que presentó dicho caracter es *B. elata*, la cual como ya se ha mencionado anteriormente se encuentra estrechamente relacionada con *B. parryi*. Dicha relación ya había sido evidenciada por Reeder y Reeder (1963) cuando realizaron la descripción de *B. elata*, ya que observaron que además de la presencia de pubescencia de base papilasa en la segunda gluma, sus espiguillas presentaban características similares.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Presencia/ausencia de aristas en pálea

La presencia de aristas en la pálea no ha sido considerado como un caracter que ayude a la circunscripción de las especies del complejo *B. barbata*, sin embargo, este ha sido evidenciado por diferentes autores (Gould, 1980; Grifftiths, 1912; Herrera *et al.*, 2004). Con la hipótesis obtenida se pudo observar que dicho caracter solamente se encuentra ausente en *B. ramosa*, es por esto que la presencia de aristas en la pálea es una sinapomorfia para el resto de los taxa del complejo; sin embargo, debido a la poca variación que presenta este caracter en el complejo, no se puede considerar como informativo ya que no nos permite delimitar a las especies analizadas.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CONCLUSIONES

- Con los análisis moleculares realizados se pudo conocer que *B. breviseta* es el único taxón monofilético del complejo *B. barbata*.

- La evidencia de los análisis moleculares y morfométricos mostraron que *B. barbata* var. *barbata* y *B. barbata* var. *rothrockii* están bien delimitadas entre ellas y por lo tanto sí son variedades diferentes; sin embargo, el encontrar algunas formas intermedias sugieren que está existiendo hibridación entre ellas.

- *B. barbata* var. *sonorae* al no lograrse diferenciar de las otras dos variedades a nivel molecular y morfológico, sugiere que probablemente dicho taxón no existe y que las variaciones morfológicas que presenta son causadas por el hábitat en el que se encuentra, sin embargo, no son específicas de esta; como la presencia de estolones, ya que algunos ejemplares de la var. *rothrockii* también tuvieron dicha estructura cuando se encontraron en suelos arenosos.

- *B. parryi* var. *parryi* y var. *gentryi* no se separaron a nivel molecular y morfológico, sin embargo, debido a que a nivel morfológico diversos autores mencionan que sí presentan suficiente variación para ser consideradas como variedades diferentes, se recomienda aumentar el número de ejemplares y caracteres medidos de ambos taxa para definir si dichas variedades existen.

- De los nueve caracteres obtenidos como significativos en los análisis morfométricos, cuatro fueron considerados como informativos en base a su evolución para ayudar a diferenciar los taxa del complejo.

- En base a la evolución de los caracteres informativos, se obtuvo que la sinapomorfia para *B. ramosa* es presentar de 1 a 2 ramas por inflorescencia; mientras que para *B. elata* su autapomorfia es la longitd del tallo, ya que es la especie más alta del complejo *B. barbata*.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

- La presencia de pubescencia de base papilosa en la segunda gluma es la sinapomorfia de *B. elata* y *B. parryi*, y el caracter más significativo para diferenciar a *B. parryi* de *B. barbata*.

- La longitud del tallo y la duración de la planta, fueron los caracteres que se encontraron como útiles para diferenciar a *B. barbata* var. *barbata* de la var. *rothrockii;* ya que la var. *rothrockii* es perenne y de tallos largos, mientras que la var. *barbata* es anual y presenta tallos más cortos.

- Se recomienda utilizar otro marcador molecular de cloroplasto para poder obtener una mejor resolución, y así ver si se pueden resolver mejor las relaciones inter e intraespecíficas de los taxa del complejo *B. barbata.* Además, también se recomienda volver a realizar los análisis morfométricos incluyendo a *B. breviseta* para poder observar sus similitudes y diferencias con *B. ramosa.*

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

GLOSARIO

Ácido desoxirribonucleico: largo polímero lineal, compuesto de cuatro tipos de nucleótidos de desoxirribosa, que es el portador de la información genética. En su estado nativo, el DNA es una doble hélice de dos hebras antiparalelas mantenidas juntas mediante enlaces de hidrógeno entre bases de purina y pirimidina complementarias.

Anual: que completa el ciclo de vida en el término de un año o en menos tiempo.

Apomórfico: Caracter derivado de un estado ancestral.

Caulinares: sobre el tallo o relativo al tallo.

Clado: conjunto de organismos emparentados en una reconstrucción filogenética y que comparten un antepasado común.

Complejo: Grupo de especies cercanamente relacionadas que comparten el mismo ancestro.

Cromosoma: unidad estructural del material genético que consiste en una única molécula de ADN lineal de hebra doble y las proteínas asociadas.

Decumbente: reclinado sobre el suelo con los extremos ascendentes.

Diploides: organismo o célula que tiene dos conjuntos completos de cromosomas homólogos y por lo tanto dos copias (alelos) de cada gen o locus genético.

Ramas: inflorescencia indefinida, simple, con las flores sésiles sobre un eje prolongado.

Espiguillas: pequeña espiga típica de las gramíneas. Consta de dos brácteas basales (glumas), además de una escama exterior (lema) y una interior (pálea) alrededor de cada flor.

Estolón: brote lateral, basal, con entrenudos largos que desarrolla raíces para formar una nueva planta en la punta.

Filogenia: historia evolutiva de un grupo de taxones.

Geniculado: doblado abruptamente.

Glumas: brácteas localizadas generalmente en pares, en la base de la inflorescencia de las gramíneas.

Lámina foliar: porción expandida y aplanada de la hoja.

Lema: escama exterior de la flor de las gramíneas.

Lígula: pequeño apéndice por arriba de la vaina de la hoja en ciertas gramíneas.

Monofilia: grupo que comprende una especie ancestral y todos sus descendientes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Pálea: escama interior de la flor de las gramíneas.

Parafilética: grupo que comprende una especie ancestral y sólo una parte de sus descendientes.

Pectinado (a): con divisiones paralelas y muy finas, como las de un peine.

Perenne: que perdura más de dos años.

Plesiomorfia: estado de caracter presente en el grupo externo y en los antecesores.

Ploidía: número de juegos completos de cromosomas en una célula.

Poliploidía: organismo con múltiples juegos completos de cromosomas.

Rizoma: tallo plagiótropo, generalmente subterráneo.

Rizomatosa: con el aspecto de un rizoma.

Sésil: hoja sin pecíolo.

Taxón: unidad taxonómica de cualquier jerarquía.

Taxonomía: ciencia que se encarga de ordenar, describir y clasificar a los seres vivos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

BIBLIOGRAFÍA

Beetle, A. 1982. Noteworthy grasses from Mexico X. *Phytologia.* 52: 11-17

Breymeyer, A., Noble, R., Deets, S., Brand, N. , Robbin, K., Vandivere, S. and Noble, R. 1996. Biodiversity Conservation *in Transboundary Protected Areas: Proceedings of an International Workshop Bieszczady and Tatra National Parks.* Poland.15-25.

Cerros-Tlatilpa, R., Columbus, T. and Barker, N. 2011. Phylogenetic relationships of Aristida and relatives (Poaceae, Aristidoideae) based on noncoding chloroplast (*trnL-F*, *rpl16*) and nuclear (ITS) DNA sequences. *American Journal of Botany*. 98(11): 1868-1886.

Columbus, J. 1996. *Lemma micromorphology, leaf anatomy, and phylogenetics of Bouteloua, Hilaria, and relatives (Gramineae: Chloridoideae: Boutelouinae).* Ph. D dissertation. University of California. Berkeley. 258 p.

Columbus, J. 1999. An expanded circumscription of *Bouteloua* (Gramineae: Chloridoideae): New combinations and names. *A Journal of Systematic and Evolutionary Botany.* 18: 61–65.

Columbus, J., Cerros, R., Kinney, M., Siqueiros, M., Bell, H., Griffith, M. and Rodriguez, N. 2007. Phylogenetics of Chloridoideae (Gramineae): a preliminary study based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast trnL–F sequences. *A Journal of Systematic and Evolutionary Botany.* 23(1): 565–579.

Columbus, J., Kinney, M., Pant, R. and Siqueiros, M. 1998. Cladistic parsimony analysis of internal transcribed spacer region (nrDNA) sequences of *Bouteloua* and relatives (Gramineae: Chloridoideae). *A Journal of Systematic and Evolutionary Botany.* 17: 99–130.

Columbus, J., Kinney, M., Siqueiros, M. and Porter, J. 2000. Phylogenetics of *Bouteloua* and relatives (Gramineae: Chloridoideae): cladistic parsimony analysis of internal transcribed spacer (nrDNA) and trnL-F (cpDNA) sequences. *Autralian Journal of Botany*. 89–194.

CONABIO. 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Davis, J. 1986. Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley & Sons.

Dewey, L.1894. Gramineae. Botany of western Texas. Contr. U.S. Natl. Herb. 2: 484-551.

Doyle, J. and Doyle, L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*. 19:11-15.

Gould, F. 1980. The Genus *Bouteloua* (Poaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 66: 348–416.

Gould, F. y Shaw, R. 1992. *Gramíneas. Clasificación sistemática*. AGT Editor, S.A. 381 p.

Griffiths, D. 1912. The grama grasses: *Boutelou*a and related genera. *Contribution U. S. National Herbarium*. 14: 343–428.

Guzmán, J., Hoth, J. y E. Blanco. 2011. *Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Pastizales del Desierto Chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011-2016.* Gobierno del Estado de Chihuahua, México. 37 p.

Hall, T. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucl. Acids. Symp. Ser. 41:95-98.

Hammer, Q., Harper, D. and Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontologia Electronica. 4(1): 9.

Harper, D. 1999. Numerical Palaeobiology. John Wiley & Sons.

Hasegawa, M., Kishino, H. and Yano, T. 1985. Dating of the human-ape splitting by a molecular clock of mitochondrial DNA. *Journal of Molecular Evolution*. 22 (2):160-174.

Herrera, Y. 2001. *Las Gramíneas de Durango*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.478 p.

Herrera, Y. y De la Cerda, M. 1997. Morfometría del genera *Bouteloua* Lag. (Poaceae) de Mexico. *Phytologia.* 83(2): 113-124.

Herrera, Y., Peterson, P. y De la Cerda, M. 2004. *Revisión de Bouteloua (Poaceae).* Instituto Politécnico Nacional- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 290 p.

Hilu, K., and Alice, L. 2001. A phylogeny of Chloridoideae (Poaceae) based on matK sequences. *Systematic Botany*. 26: 386–405.

Hitchcock, A. 1920. *The genera of grasses of the United States*. United States Department of Agriculture: Bulletin 772: 1–302.

Jordan, W., Courtney, M. and Neigel, J. 1996. Low levels of intraspecific genetic variation at a rapidly evolving chloroplast DNA locus in North American duckweeds (Lemnaceae). *American Journal of Botany*. 83:430-439.

Kelchner, S. and Clark, L.1997. Molecular evolution and phylogenetic utility of the chloroplast *rpl16* intron in *Chusquea* and the Bambusoideae (Poaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 8:385-397.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Liu, Q., Zhao, N. and Hao, G. 2005. Phylogenetic relationships of the Chloridoideae (Gramineae): a cladistic analysis. *Smithsonian Contributions to Botany.* 87: 1-50.

Maddison, W. and Maddison, D. 2016. *Mesquite: a modular system for evolutionary analysis*.

Martín, G. y Agüero, S. 2014. *Los pastizales y el deterioro ambiental*. Universidad Nacional de Tucumán. 21 p.

Miller, M., Pfeiffer, W. and Schwartz, T. 2010. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*. New Orleans, LA. 1 – 8.

Peterson P., Romaschenko, K. and Johnson, G. 2010. A classification of the Chloridoideae (Poaceae) based on multi-gene phylogenetics trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 55: 580-598.

Peterson, P., Romaschenko, K. and Herrera, A. 2015. Phylogeny and subgeneric classification of *Bouteloua* with a new species, *B. herrera-arrietae* (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae: Boutelouinae). *Journal of Systematics and Evolution*. 53(4): 351-366.

Prince, L. 2010. Phylogenetic relationships and species delimitation in Canna (Cannaceae). *Diversity, Phylogeny, and Evolution in the Monocotyledons*. Aarhus University Press, Denmark. 307-331 pp.

Reeder, J. and Reeder, C. 1963. Notes on Mexican grasses. I. New and noteworthy species of *Bouteloua. Brittonia* 15: 215–221.

Reeder, J. and Reeder, C. 1980. Systematics of *Bouteloua breviseta* and *B. ramosa* (Gramineae). *Systematic Botany*. 5: 312-321.

Ronquist, F. and Huelsenbeck, J. 2001. MRBAYES: Bayesian inference of phylogeny. *Bioinformatics*. 17:754-755.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.

Sanger, F., Nicklen, S. and Coulson, A. 1977. DNA sequencing with chain terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 74(12): 5463-5467.

Scribner, F.1897. *American grasses.* U.S.D.A, Agrostol. Bull.7.

Siqueiros, M. 2001. *Phylogenetics of the Bouteloua curtipendula complex (Gramineae: Chloridoideae).* Ph. D dissertation, Claremont Graduate University and Rancho Santa Ana Botanic Garden. California. 140 p.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Siqueiros, M. 2007. *Bouteloua vaneedenii* Pilg. ex Urban, una especie endémica de las Antillas Menores y Cuba. *Investigación y Ciencia*. 38: 9–13.

Siqueiros, M. and Herrera, Y. 1996. Taxonomic value of the culm anatomical characters in the species of *Bouteloua* Lagasca (Poaceae: Eragrostoideae). *Phytologia.* 81(2): 124-141.

Siqueiros, M., Ainouche, M., Columbus, T. and Ainouche, A. 2013. Phylogeny of the *Bouteloua curtipendula* complex (Poaceae: Chloridoideae) based on nuclear ribosomal and plastid DNA sequences from diploid taxa. *Systematic Botany.* 38: 379–389.

Swallen, J. 1964. Gramineae. *In* T.H. Kearney & R. H. Peebles. *Arizona Flora*. University of California Press. 70-145.

Tavaré, S. 1986. Some probabilistic and statistical problems in the analysis of DNA sequences, in Some Mathematical Questions in Biology - DNA Sequence Analysis. American Mathematical Society. 57–86.

Vasey, G. 1890a. Gramineae. *Upon a collection of plants made by Mr. G. C. Neally, in the region of the Rio Grande, in Texas, from Brazos Santiago to el Paso County*. Contr. U.S. Natl. Herb. 1: 52-60.

Vasey, G. 1890b. Illustrations of North American grasses. *Grasses of the Southwest*. U.S.D.A. Bot. Div. Bull. 12.

Villers, R. y Trejo, I. 2000. *México: Una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México.* México. 63-82 pp.

Watson, S. 1883. Contributions to American botany. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences.* 18: 96–196.

Watts, C., Fisher, A., Shrum, C., Newbold, W., Hansen, S., Liu, C. and Kelchner, S. 2008. The D4set: primers that target highly variable intron loops in plant chloroplast genomes. *Molecular Ecology Resources.* 8: 1344-1347.

Yang Z. 1994. Maximum likelihood phylogenetic estimation from DNA sequences with variable rates over sites: approximate methods. *Journal of Molecular Evolution*. 39:306–314.

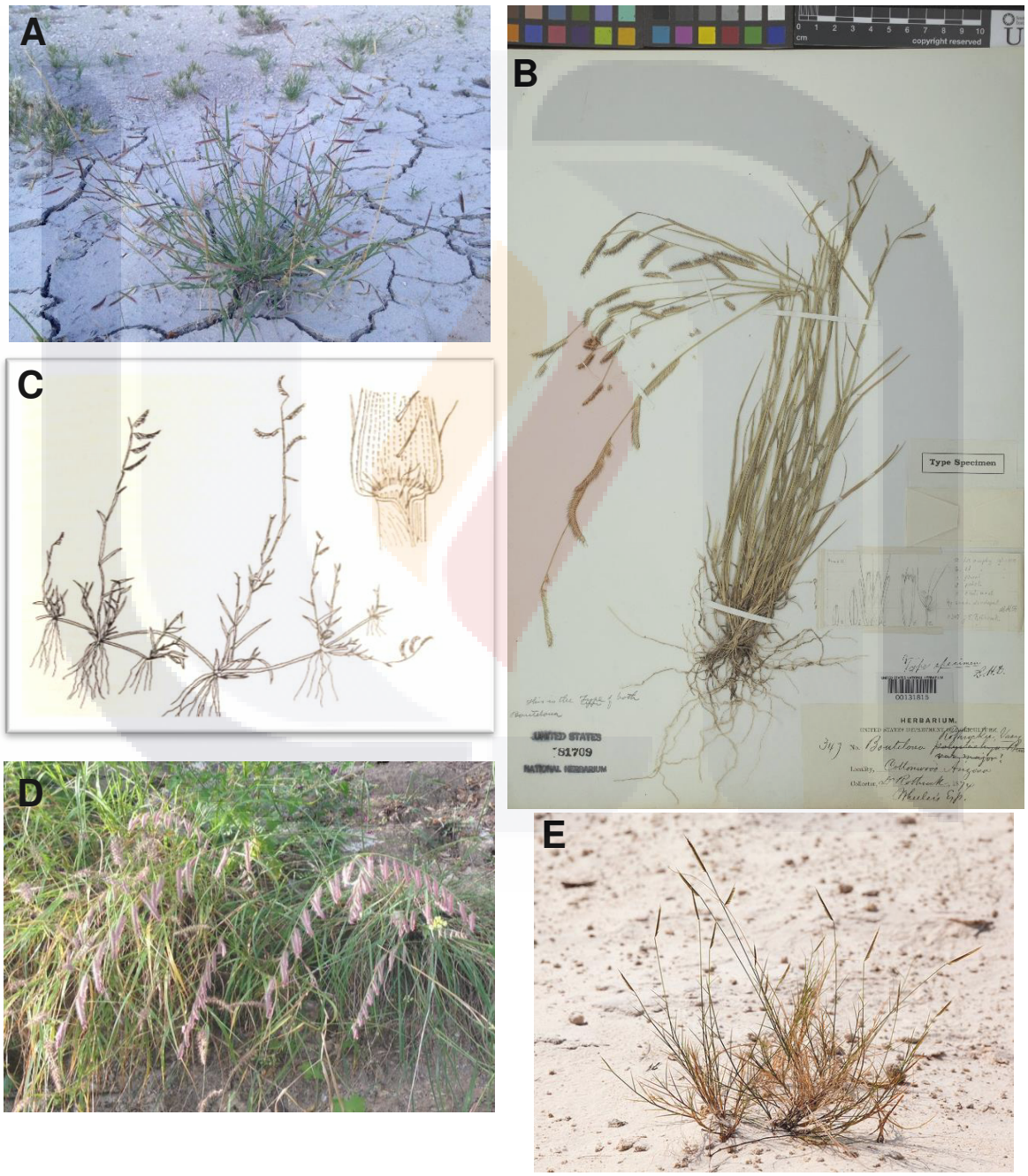
Zhang, W. 2000. Phylogeny of the grass family (Poaceae) from *rpl16* intron sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 15(1): 135-146.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXOS

Anexo A. Fotos e ilustraciones de los taxa del complejo *B. barbata.* A) *B. barbata* var. *barbata*, B) *B. barbata* var. *rothrockii*, C) *B. barbata* var. *sonorae*, D) *B. elata*, E) *B. breviseta.* Créditos de fotos e ilustraciones: Biól. Marisol Pacheco (A), ejemplar tipo del Herbario Nacional de Estados Unidos (B), ilustración sustraída de la Revisión de *Bouteloua* Lag. (Poaceae) (C), Biól. Marcela Avedaño (D), Patrick Alexander (E).



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Anexo A. Fotos e ilustraciones de los taxa del complejo *B. barbata.* F) *B. parryi* var. *parryi*, G) *B. parryi* var. *gentryi*, H) *B. ramosa*. Créditos de fotos: isotipos del Herbario Nacional de Estados Unidos (F) y del Herbario de la Universidad de Arizona (G), Biól. Marisol Pacheco (H).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO B. Protocolo CTAB 2% de extracción de DNA (MINIPREP)
(Doyle y Doyle,1987; modificado por Columbus *et al.*,1998)

* Precalentar baño María a 60ºC.

* Todas las agitaciones son suaves.

* Preparar solo la cantidad requerida para la extracción del Buffer CTAB antes de iniciar el protocolo y agregar el β-mercaptoetanol hasta el momento en que se vaya a utilizar.

* Buffer CTAB: Tris-HCl 100mM pH 8; NaCl 1.4M; EDTA 20mM, CTAB 2%; β-mercaptoetanol 0.3%. Agregar reactivos en el siguiente orden: Agua (esteril), TrisHCl, EDTA, Cloruro de sodio y CTAB.

1. Pulverizar las muestras en mortero con nitrógeno líquido (máximo 0.3 gr de peso).
2. Agregar 1.6ml Buffer CTAB. Mezclar por agitación suave.
3. Centrifugar el lisado durante 8min a 10,000 rpm
4. Incubar en baño maría 15min a 60ºC.
5. Agregar 600µl Cloroformo-Alcohol Isoamílico 24:1, agitando suavemente hasta homogeneizar.
6. Centrifugar durante 15min a 7,000 rpm.
7. Transferir el sobrenadante a un tubo nuevo.

    * Importante calcular el volumen recuperado, es recomendable extraer de 100µl en 100µl.

8. Repetir pasos 5 y 6 (solo para material fresco, omitir este paso para material de herbario).
9. Agregar 2/3 VolFinal Isopropanol frío y mezclar por agitación suave, para precipitar DNA.

    * Si se recuperan 400ul se agregan 270µl de isopropanol.
    * Si se recuperan 450ul se agregan 300µl de isopropanol.

10. Dejar reposar 12hr a -20ºC (Si es material de herbario y muy antiguo, dejar en precipitación hasta dos o tres semanas),
11. Centrifugar 5min a 12,000 rpm y descartar el sobrenadante, cuidando de no perder la pastilla.
12. Agregar 1ml Etanol al 70%, para limpiar la pastilla.
13. Centrifugar 5min a 12,000 rpm y descartar el sobrenadante, cuidando de no dañar la pastilla.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

14. Agregar 200µl H_2O destilada para re-suspender la pastilla (si se trata de material de herbario resuspender en 25µl H_2O, de ser necesario posteriormente se puede diluir más).
LA SOLUCION RESULTANTE CONTIENE EL DNA, CONSERVARLO A -20º C

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Secuencias alineadas de la región ITS de las especies incluidas en los análisis filogenéticos del complejo *B. barbata* y grupo externo. Los nucleótidos están numerados en dirección 5´-3´. Los guiones representan gaps. Los polimorfismos están codificados de la siguiente manera: M=A/C, Y=C/T, K=G/T, R=A/G, S=G/C, N=A/C/G/T.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                    5          15         25         35         45         55         65
b.var.barbata61Arg              ---------- ----AAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbata5422Chih           TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCGGTC
b.var.barbata5447Chih           TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
b.var.barbata2478Ags            TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbata5416Coah           TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbata126SLP             TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbata5257BCS            TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
b.var.barbataGU359280.1Chih     TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
b.var.barbataKR184841.1TX       TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbataKR184836.1SLP      TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbataKR184835.1SLP      TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCTGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbataKR184834.1SLP      TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCTGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbata2229AZ             TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.barbata2941               TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCMGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
b.var.barbata4943               TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii5249BCS         TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii5460Son         TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii5456Son         TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii5228Son         TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii5467Son         TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii5227Son         TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii2454AZ          TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.rothrockii2934            TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCMGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.sonorae5459Son            TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTGGCC
b.var.sonorae2368               TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCACCGAG TGATGGGTCT TGCACCAGTC
b.var.sonorae5353               TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TACTGCCGAG TGATTGGTCT TGCACTKGCC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                 ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                     5         15         25         35         45         55         65
p.var.parryi 2299Son             TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
p.var.parryi5349                 TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
p.var.gentryi5476Sin             TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
p.var.gentryiKR184918.1Sin       TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
p.var.gentryi2369                TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
p.var.gentryi316                 TCGTGACCCT GACCAAAACA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGGG TGATTGGTCT TGCACCAGTC
elata2358Jal                     TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGAG TGATTGGTCT TGCACCGGTC
elataKR184875.1Oax               TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCTGCCGTG TGATTGGTCT TGCACCGGTC
elataKR184874.1Col               TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGTG TGATTGGTCT TGCACCGGTC
elata23588Jal                    TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGTG TGATTGGTCT TGCACCGGTC
elata4086                        TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTTATCCA TGCCGCCGTG TGATTGGTCT TGCACCGGTC
ramosa5144Chih                   TCGTGACCCT GACCAAAACA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCCGCCGGG CGATGGGTTT TGCACCTGTC
ramosaJF791632.1Coah             TCGTGACCCT GACCAAAACA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCCGCCGGG CGATGGGTTT TGCACCTGTC
ramosa2287Coah                   TCGTGACCCT GACCAAAACA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCCGYCGGG CGATGGGTTT TGCACCTGTC
brevisetaKR184842.1NM            TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCCGCCGGG CGATGGGTTT TGCACCTGTC
breviseta2211                    TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCCGCCGGG CGATGGGTTT TGCACCTGTC
breviseta2908TX                  TCGTGACCCT GACCAAAATA GACCGTGAAC ATGTCATCCA TGCCGCCGGG CGATGGGTTT TGCACCTGTC
gracilis135                      TCGTGACCCT GACCAAAACA AACAGTGAAC GTGTTACCCA TGCCGCCGGT TGATGGGTGT CGCACCTGTC
chaseiKR184845.1                 TCGTGACCCT GACCAAAACA AACAGTGAAC TTGTTACCCA TGCCGCCGGC TGATGGGTGT CACACCAGTC
scorpioides138                   TCGTGACCCT GACCAAAACA AACAGTGAAC ATGTTACCCA TGCGTCCGGC AGATGGGTGT CGCACCTGTC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   75         85         95        105        115        125        135
b.var.barbata61Arg              ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata5422Chih           ACTCGGAACA GGGTGACCTC C-CTTTTGAA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata5447Chih           ACTCGGAACA GGGTGACCTC C-CTTTTGAA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata2478Ags            ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata5416Coah           ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata126SLP             ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata5257BCS            ACTCGGAACA GGGTGACCTC C-CTTTTGAA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbataGU359280.1Chih     ACTCGGAACA GGGTGACCTC C-CTTTTGAA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbataKR184841.1TX       ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbataKR184836.1SLP      ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbataKR184835.1SLP      ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbataKR184834.1SLP      ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata2229AZ             ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata2941               ACTCGGAACA GGGTGACCTC C-CTTTTGAA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.barbata4943               ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii5249BCS         ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTGAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii5460Son         ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTGAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii5456Son         ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTGAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii5228Son         ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii5467Son         ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTGAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii5227Son         ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii2454AZ          ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.rothrockii2934            ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.sonorae5459Son            ACTCGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTGAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.sonorae2368               ACTCGGAATA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
b.var.sonorae5353               ACTYGGATCA GGGTGACCTC C-CTTTTCAA AGGGTT-GT- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGRCGCC
p.var.parryi 2299Son            ACTCGGAACG GGGTGGCCTC C-CTTTTCGA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
p.var.parryi5349                ACTCGGAACG GGGTGGCCTC C-CTTTTCGA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACRGCGCC
p.var.gentryi5476Sin            ACTCGGAACG GGGTGGCCTC C-CTTTTCGA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
p.var.gentryiKR184918.1Sin      ACTCGGAACG GGGTGGCCTC C-CTTTTCGA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   75         85         95        105        115        125        135
p.var.gentryi2369               ACTCGGAACG GGGTGGCCTC C-CTTTTCGA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
p.var.gentryi316                ACTCGGAACA GGGTGACCTC C-CTTTTCGA AGGGTT-GC- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
elata2358Jal                    ACTCGGAACA GGGTGGCCTC C-CTTTTCCA AGGGTT-GG- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
elataKR184875.1Oax              ACTCGGAACA GGGTGTCCAC CTCTCTTCCA AGGGGT-GG- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCT
elataKR184874.1Col              ACTCGGAACA GGGTGTCCAC CTCTCTTCCA AGGGGT-GG- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
elata23588Jal                   ACTCGGAACA GGGTGTCCAC CTCTCTTCCA AGGGGT-GG- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
elata4086                       ACTCGGAACA GGGTGTCCAC CTCTCTTCCA AGGGGT-GG- ------CTCC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
ramosa5144Chih                  TCCCGGAACA GGGTGCCAAC C-CTCTTCGT TGGGGGAGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
ramosaJF791632.1Coah            TCCCGGAACA GGGTGCCAAC C-CTCTTCGT TGGGGGAGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
ramosa2287Coah                  TCCCGGAACA GGGTGCCAAC C-CTCTTCGT TGGGGGAGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
brevisetaKR184842.1NM           TCCCGGAACA GGGTGCCAAC C-CTCTTCGT TGGGGGAGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
breviseta2211                   TCCCGGAACA GGGTGCCAAC C-CTCTTCGT TGGGGGAGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
breviseta2908TX                 TCCCGGAACA GGGTGCCAAC C-CTCTTCGT TGGGGGAGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
gracilis135                     TCTCGGATCA GGGTGCCAAC C-TTCTTCAG AGGGGCGGG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
chaseiKR184845.1                TCTCGGATCA GGGTGCCAAC C-TTCTTGAG ATGGGT-GG- ------CACC CTAAAAGAAC CCACGGCGCC
scorpioides138                  TCTCGGATCA GGGTGCCAAC C-GTCCTGAG AGGGGGAGGG GGGTGGCACC CTAAATGAAC CCACGGCGCC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   145        155        165        175        185        195        205
b.var.barbata61Arg              GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbata5422Chih           GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-CCTTGCAC GGTTTTGGAC CGGCTTGGTG GTTTCCACTA
b.var.barbata5447Chih           GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-CCTTGCAC GGTTTTGGAC CGGCTTGCTG GTTTCCACTA
b.var.barbata2478Ags            GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbata5416Coah           GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbata126SLP             GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbata5257BCS            GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-CCTTGCAC GGTTTTGGAC CGGCTTGCTG GTTTCCACTA
b.var.barbataGU359280.1Chih     GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-CCTTGCAC GGTTTTGGAC CGGCTTGCTG GTTTCCACTA
b.var.barbataKR184841.1TX       GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbataKR184836.1SLP      GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbataKR184835.1SLP      GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbataKR184834.1SLP      GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbata2229AZ             GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.barbata2941               GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-CCTTGCAC GGTTTTGGAC CGGCTTGCTG GTTTCCACTA
b.var.barbata4943               GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii5249BCS         GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGTCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii5460Son         GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGTCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii5456Son         GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGTCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii5228Son         GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii5467Son         GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGTCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii5227Son         GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii2454AZ          GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.rothrockii2934            GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
b.var.sonorae5459Son            GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGCTTGTCG GTT-CCACCT
b.var.sonorae2368               GAATGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-GCTAGCAT -GTTTTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACTA
b.var.sonorae5353               GAAYGGYGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT TTGCTCGCAC GGTTGTGGAC CGGSTTGCCG GTT-CCACCT
p.var.parryi 2299Son            GAACGGCGTC AAGGAACACT GAATCTACCT T-GCTCGCAC GGTTTTGGAC TGGCTTGCCA GTT-CCACTA
p.var.parryi5349                GAACGGCGTC AAGGAACACT GAATCTACCT T-GCTCGCAC GGTTTTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACTA
p.var.gentryi5476Sin            GAACGGCGTC AAGGAACACT GAATCTACCT T-GCTCGCAC GGTTTTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACTA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   145        155        165        175        185        195        205
p.var.gentryiKR184918.1Sin      GAACGGCGTC AAGGAACACT GAATCTACCT T-GCTCGCAC GGTTTTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACTA
p.var.gentryi2369               GAACGGCGTC AAGGAACACT GAATCTACCT T-GCTCGCAC GGTTTTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACTA
p.var.gentryi316                GAACGGCGTC AAGGAACACT GAAGCTGCCT T-GCTCGCAC GATTGTGGAC CGGCTTGCCG GTT-CCACCT
elata2358Jal                    GAACGGCGTC AAGGAACACT GAATCTACCT T-GCTCGCAC GGTTTTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACTA
elataKR184875.1Oax              GTACGGCGTC AAGGAACACT GAA----CCT T-GCTTGCAC GGTTCTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACCA
elataKR184874.1Col              GTACGGCGTC AAGGAACACT GAA----CCT T-GCTTGCAC GGTTCTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACCA
elata23588Jal                   GTACGGCGTC AAGGAACACT GAACCTTGCT T-----GCAC GGTTCTGGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACCA
elata4086                       GTACGGCGTC AAGGAACACT GAACCTTGCT T-----GCAC GGTTCTRGAC TGGCTTGCCG GTT-CCACCA
ramosa5144Chih                  GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC GGT-GTGGGC CGGCTTGCCG GTT-CCACCC
ramosaJF791632.1Coah            GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC GGT-GTGGGC CGGCTTGCCG GTT-CCACCC
ramosa2287Coah                  GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC GGT-GTGGGC CGGCTTGCCG GTT-CCACCC
brevisetaKR184842.1NM           GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC GGT-GTGGGC CGGCTTGCCG GTT-CCACCC
breviseta2211                   GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC GGT-GTGGGC CGGCTTGCCG GTT-CCACCC
breviseta2908TX                 GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC GGT-GTGGGC CGGCTTGCCG GTT-CCACCC
gracilis135                     GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC AAGTGCGGAC CGGCATGCCG GTT-CCACCC
chaseiKR184845.1                GTATGGCGTC AAGGAGCACT GATGCTGCCT T-----GCAC ATGGGCGGAC CGGCATGCCG GTT-CCACCC
scorpioides138                  GTATGGCGTC AAGGAACACT GATGCTGCCT T-----GCAC ATGGGCGGAT TGGCATGCCG GTT-CTACCC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   215        225        235        245        255        265        275
b.var.barbata61Arg              TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCAAATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata5422Chih           TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata5447Chih           TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata2478Ags            TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCAAATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata5416Coah           TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCAAATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata126SLP             TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCAAATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata5257BCS            TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbataGU359280.1Chih     TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbataKR184841.1TX       TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbataKR184836.1SLP      TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCAAATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbataKR184835.1SLP      TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbataKR184834.1SLP      TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata2229AZ             TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.barbata2941               TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC AMCGATGAAG
b.var.barbata4943               TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCAAATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii5249BCS         TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii5460Son         TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii5456Son         TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii5228Son         TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii5467Son         TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii5227Son         TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii2454AZ          TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.rothrockii2934            TCGTGAAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.sonorae5459Son            TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.sonorae2368               TCGTGCAGCA AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
b.var.sonorae5353               TCGTGAAGCA ARTATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
p.var.parryi 2299Son            TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
p.var.parryi5349                TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
p.var.gentryi5476Sin            TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
p.var.gentryiKR184918.1Sin      TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                 ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                    215        225        235        245        255        265        275
p.var.gentryi2369                TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
p.var.gentryi316                 TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
elata2358Jal                     TCGTGCAGCG AATATGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
elataKR184875.1Oax               TCGTGCAGCG GATAAGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
elataKR184874.1Col               TCGTGCAGCG GATAAGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
elata23588Jal                    TCGTGCAGCG GATAAGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
elata4086                        TCGTGCAGCG GATAAGTTAA CATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
ramosa5144Chih                   TCGTGCAGCG AAT--GTTAA --TCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
ramosaJF791632.1Coah             TCGTGCAGCG AAT--GTTAA --TCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
ramosa2287Coah                   TCGTGCAGCG AAT--GTTAA --TCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
brevisetaKR184842.1NM            TCGTGCAGCG AAT--GTTAA --TCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
breviseta2211                    TCGTGCAGCG AAT--GTTAA --TCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
breviseta2908TX                  TCGTGCAGCG AAT--GTTAA --TCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
gracilis135                      TTGCGCAACG ATTATCAATT AATCCACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
chaseiKR184845.1                 TTGTGCAACG ATTATCTATT AAACAACATG ACTCTCGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
scorpioides138                   TTGTGCAAAA AATATCTATT AATCCACATG ACTCTTGGCA ACGGATATCT CGGCTCTCGC ATCGATGAAG
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   285        295        305        315        325        335        345
b.var.barbata61Arg              AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata5422Chih           AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata5447Chih           AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata2478Ags            AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata5416Coah           AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata126SLP             AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata5257BCS            AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbataGU359280.1Chih     AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbataKR184841.1TX       AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbataKR184836.1SLP      AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbataKR184835.1SLP      AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbataKR184834.1SLP      AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata2229AZ             AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata2941               AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.barbata4943               AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii5249BCS         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii5460Son         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii5456Son         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii5228Son         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii5467Son         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii5227Son         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii2454AZ          AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.rothrockii2934            AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.sonorae5459Son            AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.sonorae2368               AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
b.var.sonorae5353               AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
p.var.parryi 2299Son            AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
p.var.parryi5349                AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
p.var.gentryi5476Sin            AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
p.var.gentryiKR184918.1Sin      AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
p.var.gentryi2369               AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                  ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                     285        295        305        315        325        335        345
p.var.gentryi316                  AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
elata2358Jal                      AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
elataKR184875.1Oax                AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
elataKR184874.1Col                AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
elata23588Jal                     AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
elata4086                         AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
ramosa5144Chih                    AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
ramosaJF791632.1Coah              AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
ramosa2287Coah                    AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
brevisetaKR184842.1NM             AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
breviseta2211                     AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
breviseta2908TX                   AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
gracilis135                       AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
chaseiKR184845.1                  AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
scorpioides138                    AACGTAGCAA AATGCGATAC CTGGTGTGAA TTGCAGAATC CCGTGAACCA TCGAGTTTTT GAACGCAAGT
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   355        365        375        385        395        405        415
b.var.barbata61Arg              TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata5422Chih           TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata5447Chih           TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata2478Ags            TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata5416Coah           TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata126SLP             TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata5257BCS            TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.barbataGU359280.1Chih     TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.barbataKR184841.1TX       TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbataKR184836.1SLP      TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbataKR184835.1SLP      TGCGCCTGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbataKR184834.1SLP      TGCGCCTGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata2229AZ             TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata2941               TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.barbata4943               TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAATACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii5249BCS         TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii5460Son         TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii5456Son         TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACNNCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii5228Son         TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii5467Son         TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii5227Son         TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii2454AZ          TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.rothrockii2934            TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.sonorae5459Son            TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
b.var.sonorae2368               TGCGCCCGAA GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCTTC
b.var.sonorae5353               TGCGCCCAAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCMA AAAGACACTC CTCACCCATC
p.var.parryi 2299Son            TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
p.var.parryi5349                TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
p.var.gentryi5476Sin            TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGG-CACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   355        365        375        385        395        405        415
p.var.gentryiKR184918.1Sin      TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
p.var.gentryi2369               TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
p.var.gentryi316                TGCGCCTGAG GCCTTCTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCACC
elata2358Jal                    TGCGCCCGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCACCCATC
elataKR184875.1Oax              TGCGCCTGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTTACCCATC
elataKR184874.1Col              TGCGCCTGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTTACCCATC
elata23588Jal                   TGCGCCTGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTTACCCATC
elata4086                       TGCGCCTGAG GCCTTTTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTTACCCATC
ramosa5144Chih                  TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC CGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CCCATCCATC
ramosaJF791632.1Coah            TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC CGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CCCATCCATC
ramosa2287Coah                  TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC CGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CCCATCCATC
brevisetaKR184842.1NM           TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC CGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CCCATCCATC
breviseta2211                   TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC CGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CCCATCCATC
breviseta2908TX                 TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC CGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CCCATCCATC
gracilis135                     TGCGCCCAAG GCCTTCTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCATCCAAC
chaseiKR184845.1                TGCGCCCGAG GCCTTCTGGC TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA AAAGACACTC CTCAACCATC
scorpioides138                  TGCGCCCGAG GCCTTCTGGT TGAGGGCACG TCTGCCTGGG CGTCACGCCA GAAGACACTC CTCATCGATC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   425        435        445        455        465        475        485
b.var.barbata61Arg              ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTG--- ---------- ---------- ----------
b.var.barbata5422Chih           ACGGTGGCGA TGAGGAAGTG GAGTTTGGCT CCTCGTGCCT CA---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
b.var.barbata5447Chih           ACGGTGGCGA TGAGGAAGTG GAGTTTGGCT CCTCGTGCCT CA---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
b.var.barbata2478Ags            ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.barbata5416Coah           ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGT- ---------- ----------
b.var.barbata126SLP             ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.barbata5257BCS            ACGGTGGCGA TGAGGAAGTG GAGTTTGGCT CCCCGTGCCT CA---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
b.var.barbataGU359280.1Chih     ACGGTGGCGA TGAGGAAGTG GAGTTTGGCT CCTCGTGCCT CA---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
b.var.barbataKR184841.1TX       ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.barbataKR184836.1SLP      ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.barbataKR184835.1SLP      ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.barbataKR184834.1SLP      ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.barbata2229AZ             ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.barbata2941               ACGGTGGCGA TGAGGAAGTG GAGTTTGGCT CCCCGTGCCT CA---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
b.var.barbata4943               ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCTCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockii5249BCS         ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockii5460Son         ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCCCTC-- ---------- ---------- ----------
b.var.rothrockii5456Son         ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCCCTC-- ---------- ---------- ----------
b.var.rothrockii5228Son         ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG G--------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockii5467Son         ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockii5227Son         ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockii2454AZ          ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.rothrockii2934            ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.sonorae5459Son            ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
b.var.sonorae2368               ACTGTGGTTC TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCCT CT---GCGTG CGGAGGGCCC AAGTTGGGGC
b.var.sonorae5353               ACGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---GTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGRGC
p.var.parryi 2299Son            ATGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCCT CT---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
p.var.parryi5349                ATGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCCT CT---GCGTG CGGAGCGCCT AAGTTTGGGC
p.var.gentryi5476Sin            ATGGTGGTGA TGAGGAAGTG ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
p.var.gentryiKR184918.1Sin      ATGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCCT CT---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   425        435        445        455        465        475        485
p.var.gentryi2369               ATGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCCT CT---GCGTG CGGAGGGCCT AAGTTTGGGC
p.var.gentryi316                ACAA-GGTGG TTAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCAT CT---TTGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
elata2358Jal                    ATGGTGGTGA TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCC------ ---------- ---------- ----------
elataKR184875.1Oax              ACGATGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAA GT---ATGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
elataKR184874.1Col              ACGATGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAA GT---ACGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
elata23588Jal                   ACGATGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAA GT---ACGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
elata4086                       ACGATGGTGA TGAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAA GT---ACGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
ramosa5144Chih                  ACGAT----- -GAGGAAGTG GTATTCGGCT CCCCGTGCAT CT---ATGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
ramosaJF791632.1Coah            ACGAT----- -GAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---ATGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
ramosa2287Coah                  ACGAT----- -GAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---ATGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
brevisetaKR184842.1NM           ACGAT----- -GAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---ATGTG CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
breviseta2211                   ACGAT----- -GAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---ATGTR CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
breviseta2908TX                 ACGAT----- -GAGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGTGCAT CT---ATGTA CGGAGGGCCT AAGTTGGGGC
gracilis135                     CAGGTTAAGA TGAGGAAGTG GTGTTTGGCT CCCCGTGCAT CA---ATGCA CGGTGGGCCT AAGTGGGGGT
chaseiKR184845.1                TAGGTTAACA TGAGGAAGTG GT-TCTGGCT CCCCATGCAT CA---ATGCG TGGTGGGCCT AAGTGGGGGT
scorpioides138                  TAGGTTAAGA TCGGGAAGTG GTATTTGGCT CCCCGCGCAT CTGATATGTA CGGTGGGCCT AAGTGGGGGC
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   495        505        515        525        535        545        555
b.var.barbata61Arg              ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.barbata5422Chih           TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
b.var.barbata5447Chih           TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
b.var.barbata2478Ags            TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.barbata5416Coah           ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.barbata126SLP             ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.barbata5257BCS            TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
b.var.barbataGU359280.1Chih     TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
b.var.barbataKR184841.1TX       TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.barbataKR184836.1SLP      TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.barbataKR184835.1SLP      TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.barbataKR184834.1SLP      TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.barbata2229AZ             TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.barbata2941               TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
b.var.barbata4943               TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockii5249BCS         TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockii5460Son         ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.rothrockii5456Son         ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.rothrockii5228Son         ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockii5467Son         TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockii5227Son         TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockii2454AZ          TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.rothrockii2934            TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
b.var.sonorae5459Son            TGCCGGCGGT GCCNATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GGTGGTCCTG CTGCTNTGAT TTTGC-----
b.var.sonorae2368               TGCCGGCGTT GCTGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCATG ATGCTATGAT TATGC-----
b.var.sonorae5353               TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
p.var.parryi 2299Son            TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
p.var.parryi5349                TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
p.var.gentryi5476Sin            ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                                   495        505        515        525        535        545        555
p.var.gentryiKR184918.1Sin      TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
p.var.gentryi2369               TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TCTGC-----
p.var.gentryi316                TGCCGGCGGT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATAACGGAA GTTGTTCCTG CTGCTATGAT TTTGC-----
elata2358Jal                    ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ----------
elataKR184875.1Oax              TGCCGGCGTT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTTG ATGCTATGAT TTTGC-----
elataKR184874.1Col              TGCCGGCGTT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTTG ATGCTATGAT TTTGC-----
elata23588Jal                   TGCCGGCGTT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATGACGGAA GTYGTTCTTG ATGCTATGAT TTTGC-----
elata4086                       TGCCGGCGTT GCCGATCACA GCACAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTTG ATGCTATGAT TTTGC-----
ramosa5144Chih                  TGCCGGCGGT GCCGATCACA GC-------- ---------- ---------- ---------- ----------
ramosaJF791632.1Coah            TGTCGGCGGT GCCGATCACA GCGCAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTCG GTGCTATGAT TCGGACTGCT
ramosa2287Coah                  TGTCGGCGGT GCCGATCACA GCGCAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTCG GTGCTATGAT TCGGACTGCT
brevisetaKR184842.1NM           TGTCGGCGGT GCCGATCACA GCGCAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTCG GTGCTATGAT TCGGACTGCT
breviseta2211                   TGTCGGCGGT GCCGATCASA GCGCAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTCG GTGCTATGAT TCGGACTGCT
breviseta2908TX                 TGTCGGCGGT GCCGATCACA GCGCAAGGTG GATGACGGAA GTTGTTCTCG GTGCTATGAT TCGGACTGCT
gracilis135                     TGCCGCCGGT GCCGACCACA GCACAAGGTG GATGACGTAA GTTATTCTCG CTGCTATGAC TCGGACAGGT
chaseiKR184845.1                TGCCGGCGGT GCCGACCACA GCACAAGGTG GATGACGTAA GTTATTCTTG GCGCTATGAT TCGGACAG-T
scorpioides138                  TGCTGGCGGT GCCGACCAGA GCATAAGGTA GATGACGTAA GTTATTCTCG GTGCTATGTT TCGGACATGT
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....
                                   565        575        585        595        605        615
b.var.barbata61Arg              ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
b.var.barbata5422Chih           ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAANTGTAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbata5447Chih           ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGTAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbata2478Ags            ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbata5416Coah           ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
b.var.barbata126SLP             ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
b.var.barbata5257BCS            ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGTAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbataGU359280.1Chih     ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGTAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbataKR184841.1TX       ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbataKR184836.1SLP      ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbataKR184835.1SLP      ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbataKR184834.1SLP      ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbata2229AZ             ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbata2941               ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGTAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.barbata4943               ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.rothrockiiKR184839.1Son   ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.rothrockii5249BCS         ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.rothrockii5460Son         ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
b.var.rothrockii5456Son         ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
b.var.rothrockii5228Son         ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
b.var.rothrockiiKR184838.1AZ    ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTT GGACCGCGA
b.var.rothrockiiKR184837.1Son   ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.rothrockiiKR184833.1AZ    ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTT GGACCGCGA
b.var.rothrockii5467Son         ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.rothrockii5227Son         ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.rothrockii2454AZ          ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTT GGACCGCGA
b.var.rothrockii2934            ---GTTGATG CCCTTAGYAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTT GGACCGCGA
b.var.sonorae5459Son            ---GTTGATG CCCTTA-CAC CCATGTAAAC CGAA------ ---------- ---------
b.var.sonorae2368               ---GTTCATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGTAT TTC---ACTC GGACCGCGA
b.var.sonorae5353               ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
p.var.parryi 2299Son            ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
p.var.parryi5349                ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
p.var.gentryi5476Sin            ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
p.var.gentryiKR184918.1Sin      ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO C. Continuación.

```
                                ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....
                                   565        575        585        595        605        615
p.var.gentryi2369               ---CATGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
p.var.gentryi316                ---GTTGATG CCCTTAGCAC CCATGTAAAC CGAAGTGCAT TTC---ACTC GGACCGCGA
elata2358Jal                    ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
elataKR184875.1Oax              ---GTTCATG TCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGTAC ATC---ACTC GAACCGCGA
elataKR184874.1Col              ---GTTCATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGTAC ATC---ACTC GAACCGCGA
elata23588Jal                   ---GTTCATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGTAC ATC---ACTC GAACCGCGA
elata4086                       ---GTTCATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGTAC ATC---ACTC GAACCGCGA
ramosa5144Chih                  ---------- ---------- ---------- ---------- ---------- ---------
ramosaJF791632.1Coah            TTCGTTTATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGGAC ATT---GCTC GGACCGCGA
ramosa2287Coah                  TTCGTTTATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGGAC ATT---GCTC GGACCGCGA
brevisetaKR184842.1NM           TTCGTTTATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGGAC ATC---GCTC GGACCGCGA
breviseta2211                   TTCGTTTATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGGAC ATC---GCTC GGACCGCGA
breviseta2908TX                 TTCGTTTATG CCCTTAGCAC CCATGTA--C CGAAGTGGAC ATC---GCTC GGACCGCGA
gracilis135                     ATTGGTGATG CCCTGATCAC CCAAGTA--C CGAAGCGCTT GTTGACGCTC GGACTGCGA
chaseiKR184845.1                ATTGGTGATG CCCTGAGCAC CCAAGTA--C CGAAGCGC-- -TTGACGCTC GGACCGCGA
scorpioides138                  ATTGGTGATG CCCTGAGCAC CCAAGTT--G CGAAGCGC-- -TCGACGCTT GGACCGCGA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Secuencias alineadas del intrón *rpl*16 de las especies incluidas en los análisis filogenéticos del complejo *B. barbata* y grupo externo. Los nucleótidos están numerados en dirección 5´-3´. Los guiones representan gaps.

```
                          ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                              5         15         25         35         45         55         65
b.var.barbata61Arg        GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata5111Dgo      GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata2478Ags      GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata126SLP       GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata5257BCS      GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
b.var.barbata5251BCS      GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata10Pue        GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata57051TX      GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata5416Coah     GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata5137Chih     GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.barbata5148aChih    GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5249BCS   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5228Son   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5467Son   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5460Son   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5229Son   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5456Son   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
b.var.rothrockii5473Son   GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCCTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
p.var.gentryi5489Sin      GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAAATT AATTATGATT CAATAAGCTT A--------A
elata2358Jal              GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATTAGATT AATTAAGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5437Chih            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5156Chih            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5144Chih            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5411Coah            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5147Chih            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5124Chih            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
ramosa5125Chih            GAGTAAATAT TCGCCCGCGA AATCTTTATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
breviseta2908TX           ---------- ---------- -------ATT GGATGAGATT AATTATGATT CAATAAGGTT A--------A
gracilis135               ---------- ---------- ------TATT GGATGATATT CATTATGATT CAATAAGGTT AAAATTTGGA
scorpioides138            -----AATAT TCGCCCGCGA AATCT-TATT GGATGATATT CATTATGATT CAATAAGGTT CAAATTTTTA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Continuación.

```
                          ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                              75         85         95        105        115        125        135
b.var.barbata61Arg        AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata5111Dgo      AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata2478Ags      AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata126SLP       AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata5257BCS      AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata5251BCS      AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata10Pue        AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata57051TX      AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata5416Coah     AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAAA -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata5137Chih     AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.barbata5148aChih    AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAA- -GAAGAAATA CATTATAAAA ATATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5249BCS   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5228Son   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5467Son   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5460Son   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5229Son   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5456Son   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAA-- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
b.var.rothrockii5473Son   AAATAAAGAT ATTC-TTTAT AAAAAAAAA- ----GAAATA CATTCTATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
p.var.gentryi5489Sin      AAATAAAGAT ATTCCTAAAA AAAAAAAAAA AGAAGAAATA CATTATATAA AAATATAGAA TTTGGATATG
elata2358Jal              AAATAAAGAT ATTCCTTGTA AAAAA----- -GAAGGATTA CATTATCTAA AAATATAGAA TTTGGATATG
ramosa5437Chih            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
ramosa5156Chih            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
ramosa5144Chih            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
ramosa5411Coah            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
ramosa5147Chih            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
ramosa5124Chih            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
ramosa5125Chih            AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAA-GAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
breviseta2908TX           AAATAAAGAT ATTCCTTCTA AAAAATAAAA -GAAGGATTA CATTATCTAC AAATATAGAA TTTGGATATA
gracilis135               AAATAAAGAT ATTCCC---- --TAATAAAT GGAGGGAATA CATTCTATCC AAATTCTATA TTTGGATATA
scorpioides138            AAATAAAGAT ATTCCAAAAT AATAATAAAT GGAAGGAA-- ---------- ---------- ------TTTA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Continuación.

```
                          ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                             145        155        165        175        185        195        205
b.var.barbata61Arg        TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata5111Dgo      TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTA TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata2478Ags      TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT ATATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata126SLP       TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT ATATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata5257BCS      TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
b.var.barbata5251BCS      TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata10Pue        TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata57051TX      TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata5416Coah     TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata5137Chih     TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.barbata5148aChih    TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5249BCS   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5228Son   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5467Son   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5460Son   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5229Son   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5456Son   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
b.var.rothrockii5473Son   TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
p.var.gentryi5489Sin      TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT TTATTTTTCG ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
elata2358Jal              TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATATATTT ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5437Chih            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5156Chih            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5144Chih            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5411Coah            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5147Chih            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5124Chih            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
ramosa5125Chih            TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
breviseta2908TX           TTCTAGATCT TCTTTCTTAA CTATA----- ATATTTTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAAACCT
gracilis135               TTCTAGATCT TTTTTCTTAA TATTCTATTT -----TTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
scorpioides138            TTCTAGATCT TTTTTCTTAA TATTATATTT -----TTTCT ATTTTAAGAA ATGCAAAATA AAAAAA-CCT
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Continuación.

```
                          ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                             215        225        235        245        255        265        275
b.var.barbata61Arg        ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata5111Dgo      ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.barbata2478Ags      ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata126SLP       ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata5257BCS      ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.barbata5251BCS      ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata10Pue        ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata57051TX      ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata5416Coah     ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata5137Chih     ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.barbata5148aChih    ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAAAATTTT
b.var.rothrockii5249BCS   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.rothrockii5228Son   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.rothrockii5467Son   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.rothrockii5460Son   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.rothrockii5229Son   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.rothrockii5456Son   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
b.var.rothrockii5473Son   ATTATTAGTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
p.var.gentryi5489Sin      ATTATTATTA TTTTATATAC TGATATTATT ATTATATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
elata2358Jal              ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTATTATTTT
ramosa5437Chih            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
ramosa5156Chih            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
ramosa5144Chih            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
ramosa5411Coah            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
ramosa5147Chih            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
ramosa5124Chih            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
ramosa5125Chih            ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
breviseta2908TX           ATTATTATTA T--------- ---------- -----ATTAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
gracilis135               ATTATTATTA T--------- ---ATTATAT ATTATATAAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
scorpioides138            ATTATTATTA T--------- ---------- ATTATATAAT ATACTGATGT GTATCTATCC GTAATATTTT
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Continuación.

```
                          ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                             285        295        305        315        325        335        345
b.var.barbata61Arg        TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata5111Dgo      TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata2478Ags      TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata126SLP       TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata5257BCS      TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata5251BCS      TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata10Pue        TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata57051TX      TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata5416Coah     TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata5137Chih     TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.barbata5148aChih    TGAATATTAT GGAATTAGAT AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5249BCS   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5228Son   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5467Son   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5460Son   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5229Son   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5456Son   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
b.var.rothrockii5473Son   TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
p.var.gentryi5489Sin      TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
elata2358Jal              TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5437Chih            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5156Chih            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5144Chih            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5411Coah            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5147Chih            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5124Chih            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
ramosa5125Chih            TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
breviseta2908TX           TGAATATTAT GGAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
gracilis135               TGAATATTAT GTAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGGAGCTGGA TGAGAAGAAA
scorpioides138            -CTCTCTTAT GTAATTAGAG AAATTTGCAC GCTTTCTCAT TTCATTCGCG AGAAGCTGGA TGAGAAGAAA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Continuación.

```
                          ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....| ....|....|
                             355        365        375        385        395        405        415
b.var.barbata61Arg        CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata5111Dgo      CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata2478Ags      CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata126SLP       CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata5257BCS      CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata5251BCS      CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata10Pue        CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata57051TX      CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata5416Coah     CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata5137Chih     CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.barbata5148aChih    CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5249BCS   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5228Son   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5467Son   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5460Son   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5229Son   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5456Son   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
b.var.rothrockii5473Son   CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
p.var.gentryi5489Sin      CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
elata2358Jal              CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5437Chih            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5156Chih            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5144Chih            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5411Coah            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5147Chih            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5124Chih            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
ramosa5125Chih            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
breviseta2908TX           CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
gracilis135               CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
scorpioides138            CTCTCATGTC CAGTTTTGTA GTAGAGATGG AACTAAAAAA GAACCATCGA CTATAACCCC AAAAGAACTA
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO D. Continuación.

```
                          ....|....| ....|....| ..
                             425        435
b.var.barbata61Arg        GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata5111Dgo      GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata2478Ags      GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata126SLP       GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata5257BCS      GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata5251BCS      GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata10Pue        GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata57051TX      GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata5416Coah     GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata5137Chih     GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.barbata5148aChih    GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.rothrockii5249BCS   GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.rothrockii5228Son   GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.rothrockii5467Son   GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.rothrockii5460Son   GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.rothrockii5229Son   GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
b.var.rothrockii5456Son   GATTTCGAAA ACAACATTGA GG
b.var.rothrockii5473Son   GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
p.var.gentryi5489Sin      GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
elata2358Jal              GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5437Chih            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5156Chih            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5144Chih            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5411Coah            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5147Chih            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5124Chih            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
ramosa5125Chih            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
breviseta2908TX           GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
gracilis135               GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
scorpioides138            GATTTCGTAA ACAACATAGA GG
```


TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Anexo E. Ejemplares utilizados en los análisis morfométricos, con sus respectivos caracteres morfológicos.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Apecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua ramosa	5408	Perenne	Erecto	37.87	Ausentes	0.16	1.03	2.30
Bouteloua ramosa	5409	Perenne	Erecto	40.43	Ausentes	0.20	1.10	3.86
Bouteloua ramosa	5410	Perenne	Erecto	50.90	Ausentes	0.20	1.06	2.56
Bouteloua ramosa	5411	Perenne	Erecto	50.77	Ausentes	0.16	1.66	3.96
Bouteloua ramosa	5412	Perenne	Erecto	38.17	Ausentes	0.16	1.20	3.50
Bouteloua barbata* var. *barbata	5413	Anual	Decumbente	6.73	Ausentes	0.93	1.20	1.96
Bouteloua barbata* var. *barbata	5414	Anual	Decumbente	11.93	Ausentes	1.23	1.26	2.96
Bouteloua barbata* var. *barbata	5415	Anual	Decumbente	13.50	Ausentes	0.90	1.40	3.50
Bouteloua barbata* var. *barbata	5416	Anual	Decumbente	11.16	Ausentes	1.16	1.66	5.76
Bouteloua barbata* var. *barbata	5417	Anual	Decumbente	8.13	Ausentes	1.00	1.26	2.16
Bouteloua barbata* var. *barbata	5418	Anual	Decumbente	20.93	Ausentes	1.00	1.70	4.80
Bouteloua barbata* var. *barbata	5419	Anual	Decumbente	27.93	Ausentes	0.83	1.20	3.60
Bouteloua barbata* var. *barbata	5420	Anual	Decumbente	27.30	Ausentes	1.00	1.16	3.30
Bouteloua barbata* var. *barbata	5421	Anual	Decumbente	19.36	Ausentes	0.86	1.06	2.90
Bouteloua barbata* var. *barbata	5422	Anual	Decumbente	19.16	Ausentes	1.03	1.33	3.53
Bouteloua ramosa	5437	Perenne	Erecto	47.50	Ausentes	0.16	1.26	4.13
Bouteloua ramosa	5438	Perenne	Erecto	49.86	Ausentes	0.26	1.23	4.30
Bouteloua ramosa	5439	Perenne	Erecto	40.80	Ausentes	0.16	1.33	3.16
Bouteloua ramosa	5440	Perenne	Erecto	44.66	Ausentes	0.36	1.36	5.86
Bouteloua ramosa	5441	Perenne	Erecto	33.16	Ausentes	0.43	1.60	3.86
Bouteloua ramosa	5442	Perenne	Erecto	35.10	Ausentes	0.36	1.10	4.83
Bouteloua barbata* var. *barbata	5443	Anual	Decumbente	15.13	Ausentes	0.86	1.03	1.90
Bouteloua barbata* var. *barbata	5444	Anual	Decumbente	20.43	Ausentes	0.86	1.70	5.36
Bouteloua barbata* var. *barbata	5445	Anual	Decumbente	15.20	Ausentes	0.60	1.33	2.50

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Aspecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua barbata* var. *barbata	5446	Anual	Decumbente	21.06	Ausentes	0.96	1.43	4.00
Bouteloua barbata* var. *barbata	5447	Anual	Decumbente	20.56	Ausentes	0.93	1.86	4.33
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5452	Perenne	Erecto	32.23	Ausentes	1.26	1.53	3.36
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5453	Perenne	Erecto	21.86	Ausentes	1.00	1.80	6.76
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5454	Perenne	Erecto	31.96	Ausentes	0.76	1.20	6.06
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5455	Perenne	Erecto	24.63	Ausentes	1.13	1.66	6.33
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5456	Perenne	Erecto	37.60	Presentes	0.80	1.20	6.20
Bouteloua barbata* var. *sonorae	5457	Perenne	Decumbente	13.60	Presentes	1.30	1.36	3.40
Bouteloua barbata* var. *sonorae	5458	Perenne	Decumbente	15.90	Ausentes	1.53	1.40	4.93
Bouteloua barbata* var. *sonorae	5459	Perenne	Decumbente	8.70	Presentes	1.40	1.10	2.73
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5460	Perenne	Erecto	26.40	Ausentes	1.16	1.70	4.23
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5461	Perenne	Erecto	39.76	Ausentes	0.76	1.46	4.60
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5462	Perenne	Erecto	31.40	Ausentes	1.63	1.63	4.03
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5467	Perenne	Erecto	24.96	Ausentes	1.06	1.53	3.96
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5468	Perenne	Erecto	38.80	Presentes	1.06	1.23	3.86
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5469	Perenne	Erecto	36.70	Presentes	1.30	1.76	8.70
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5470	Perenne	Erecto	37.13	Presentes	1.16	2.00	5.50
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5471	Perenne	Erecto	31.53	Presentes	1.30	2.00	5.53
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5473	Perenne	Erecto	32.86	Presentes	1.33	2.20	11.83
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5474	Perenne	Erecto	43.73	Ausentes	1.36	1.93	7.96
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5475	Perenne	Erecto	36.13	Ausentes	1.36	1.53	7.06
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5476	Perenne	Decumbente	19.70	Ausentes	1.00	1.96	4.50
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5477	Perenne	Decumbente	20.23	Ausentes	0.86	2.23	3.73
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5478	Perenne	Decumbente	25.00	Ausentes	0.70	1.86	3.70

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Aspecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5479	Perenne	Decumbente	15.00	Ausentes	0.63	1.86	5.00
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5480	Perenne	Erecto	39.96	Ausentes	0.76	1.43	4.33
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5481	Perenne	Erecto	38.26	Ausentes	0.66	1.50	4.33
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5482	Perenne	Erecto	34.23	Ausentes	0.63	1.16	3.03
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5483	Perenne	Decumbente	15.33	Ausentes	0.66	1.70	2.06
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5484	Perenne	Decumbente	28.90	Presentes	0.76	1.63	3.00
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5485	Perenne	Decumbente	19.60	Ausentes	0.90	1.56	2.40
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5486	Perenne	Decumbente	12.00	Ausentes	0.66	1.50	2.70
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5487	Perenne	Decumbente	13.40	Ausentes	0.70	1.13	1.86
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5488	Perenne	Decumbente	19.83	Ausentes	0.86	1.43	4.33
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5489	Perenne	Decumbente	34.56	Ausentes	0.80	1.43	3.53
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5490	Perenne	Decumbente	40.13	Ausentes	0.73	1.20	2.56
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5491	Perenne	Decumbente	32.63	Ausentes	0.63	1.26	3.00
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5492	Perenne	Erecto	21.36	Ausentes	0.86	1.60	3.70
Bouteloua parryi* var. *gentryi	2493	Perenne	Erecto	36.00	Ausentes	0.70	1.33	4.20
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5494	Perenne	Erecto	18.30	Ausentes	0.60	1.20	3.20
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5495	Perenne	Erecto	14.63	Ausentes	0.36	1.36	3.56
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5496	Perenne	Erecto	17.56	Ausentes	0.80	1.33	3.26
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5497	Perenne	Erecto	18.10	Ausentes	0.80	1.30	3.60
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5498	Perenne	Erecto	21.40	Ausentes	0.73	1.66	4.53
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5499	Perenne	Erecto	15.90	Ausentes	0.80	1.23	2.53
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5500	Perenne	Erecto	18.00	Ausentes	0.66	1.43	2.53
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5501	Perenne	Erecto	15.96	Ausentes	0.86	1.33	3.66
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5502	Perenne	Erecto	10.16	Ausentes	0.46	1.53	4.00

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Aspecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5503	Perenne	Erecto	15.50	Ausentes	0.53	1.13	2.36
Bouteloua elata	114	Perenne	Erecto	68.30	Ausentes	0.43	2.00	28.16
Bouteloua elata	114 (A)	Perenne	Erecto	60.10	Ausentes	0.50	1.93	20.00
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(1)	Anual	Erecto	27.33	Ausentes	0.93	1.16	3.50
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(2)	Anual	Erecto	27.20	Ausentes	0.90	1.26	2.13
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(3)	Anual	Erecto	25.13	Ausentes	0.76	1.76	3.10
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(4)	Anual	Erecto	32.50	Ausentes	0.86	1.10	2.36
Bouteloua ramosa	86	Perenne	Erecto	51.73	Ausentes	0.33	1.40	4.76
Bouteloua ramosa	87	Perenne	Erecto	54.13	Ausentes	0.23	1.30	3.96
Bouteloua ramosa	88	Perenne	Erecto	47.66	Ausentes	0.30	1.30	4.90
Bouteloua ramosa	89	Perenne	Erecto	47.03	Ausentes	0.20	1.33	5.23
Bouteloua ramosa	90	Perenne	Erecto	44.03	Ausentes	0.33	1.23	4.73
Bouteloua barbata* var. *barbata	126	Anual	Decumbente	8.93	Ausentes	0.80	1.30	1.86
Bouteloua elata	2358 A	Perenne	Erecto	66.00	Ausentes	0.33	2.03	18.40
Bouteloua elata	2358 B	Perenne	Erecto	59.20	Ausentes	0.46	1.73	12.60
Bouteloua elata	2358 C	Perenne	Erecto	71.65	Ausentes	0.43	1.70	11.16
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (1)	Anual	Decumbente	19.06	Ausentes	1.00	1.63	3.63
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (2)	Anual	Decumbente	11.93	Ausentes	0.96	1.70	2.33
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (3)	Anual	Decumbente	21.70	Ausentes	1.16	1.76	3.80
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (4)	Anual	Decumbente	12.53	Ausentes	1.06	1.73	3.03
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (5)	Anual	Decumbente	16.86	Ausentes	0.96	1.50	3.23
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (6)	Anual	Decumbente	15.60	Ausentes	1.03	1.93	3.23
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (7)	Anual	Decumbente	16.06	Ausentes	0.96	1.90	2.86
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (8)	Anual	Decumbente	16.33	Ausentes	1.16	1.53	3.33

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Aspecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (9)	Anual	Decumbente	15.76	Ausentes	1.00	2.00	3.33
Bouteloua barbata* var. *barbata	10(10)	Anual	Decumbente	19.60	Ausentes	1.03	1.80	2.96
Bouteloua barbata* var. *barbata	4558	Anual	Decumbente	11.03	Ausentes	0.90	1.23	2.06
Bouteloua barbata* var. *barbata	4689	Anual	Decumbente	8.53	Ausentes	0.76	1.10	1.56
Bouteloua barbata* var. *barbata	4800	Anual	Decumbente	13.60	Ausentes	0.96	1.26	2.96
Bouteloua barbata* var. *barbata	4809	Anual	Decumbente	7.80	Ausentes	0.83	1.03	1.70
Bouteloua ramosa	4814	Perenne	Erecto	25.23	Ausentes	0.26	1.16	2.76
Bouteloua barbata* var. *barbata	5110	Anual	Decumbente	8.43	Ausentes	1.03	1.30	2.10
Bouteloua barbata* var. *barbata	5111	Anual	Decumbente	17.93	Ausentes	0.63	1.23	2.20
Bouteloua ramosa	5124	Perenne	Erecto	23.26	Ausentes	0.53	1.10	3.33
Bouteloua ramosa	5125	Perenne	Erecto	21.50	Ausentes	0.26	1.46	2.80
Bouteloua ramosa	5126	Perenne	Erecto	17.90	Ausentes	0.33	1.43	3.60
Bouteloua ramosa	5130	Perenne	Erecto	24.10	Ausentes	0.33	1.26	3.43
Bouteloua barbata* var. *barbata	5137	Anual	Decumbente	12.66	Ausentes	1.06	0.93	4.56
Bouteloua ramosa	5144	Perenne	Erecto	29.10	Ausentes	0.33	1.16	3.36
Bouteloua ramosa	5145	Perenne	Erecto	33.20	Ausentes	0.20	1.53	4.00
Bouteloua ramosa	5146	Perenne	Erecto	34.36	Ausentes	0.23	1.26	4.36
Bouteloua barbata* var. *barbata	5146A	Anual	Decumbente	7.46	Ausentes	0.90	1.23	1.60
Bouteloua ramosa	5147	Perenne	Erecto	31.00	Ausentes	0.30	1.46	3.43
Bouteloua barbata* var. *barbata	5147A	Anual	Decumbente	8.53	Ausentes	1.00	1.26	2.26
Bouteloua barbata* var. *barbata	5148A	Anual	Decumbente	12.50	Ausentes	1.00	1.26	3.40
Bouteloua barbata* var. *barbata	5149A	Anual	Decumbente	9.90	Ausentes	0.96	1.36	2.36
Bouteloua barbata* var. *barbata	5150A	Anual	Decumbente	10.76	Ausentes	0.83	1.36	2.50
Bouteloua ramosa	5156	Perenne	Erecto	47.75	Ausentes	0.23	1.06	5.20

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Aspecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua barbata* var. *barbata	5160	Anual	Decumbente	11.56	Ausentes	0.96	1.20	2.70
Bouteloua barbata* var. *barbata	5161	Anual	Decumbente	13.06	Ausentes	0.90	1.10	2.83
Bouteloua barbata* var. *barbata	5162	Anual	Decumbente	16.46	Ausentes	0.86	1.33	2.16
Bouteloua barbata* var. *barbata	5163	Anual	Decumbente	8.06	Ausentes	0.53	1.23	2.50
Bouteloua barbata* var. *barbata	5164	Anual	Decumbente	14.13	Ausentes	1.00	1.33	2.46
Bouteloua barbata* var. *barbata	5167	Anual	Decumbente	8.36	Ausentes	1.26	1.43	2.16
Bouteloua barbata* var. *barbata	5177	Anual	Decumbente	6.33	Ausentes	1.03	1.36	2.53
Bouteloua barbata* var. *barbata	5178	Anual	Decumbente	11.93	Ausentes	0.76	1.16	2.73
Bouteloua barbata* var. *barbata	5179	Anual	Decumbente	5.76	Ausentes	0.90	1.00	3.06
Bouteloua barbata* var. *barbata	5180	Anual	Decumbente	10.46	Ausentes	0.76	0.90	1.63
Bouteloua barbata* var. *barbata	5181	Anual	Erecto	16.43	Ausentes	1.23	1.63	4.23
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5226	Perenne	Erecto	30.96	Ausentes	1.10	1.86	5.36
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5227	Perenne	Erecto	33.90	Ausentes	1.16	1.86	6.93
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5228	Perenne	Erecto	32.80	Presentes	1.00	1.70	4.56
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5229	Perenne	Decumbente	26.73	Presentes	1.13	1.60	3.83
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5230	Perenne	Erecto	26.46	Ausentes	1.13	1.66	3.93
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5231	Perenne	Decumbente	29.46	Ausentes	1.16	1.86	6.00
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5232	Perenne	Erecto	29.16	Ausentes	1.16	1.76	6.56
Bouteloua barbata* var. *barbata	5233	Anual	Decumbente	6.50	Ausentes	0.66	1.06	1.86
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5249 (A)	Perenne	Decumbente	45.10	Ausentes	1.10	1.43	5.53
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5250 (B)	Perenne	Decumbente	37.13	Presentes	1.13	1.73	5.40
Bouteloua barbata* var. *barbata	5251 (C)	Anual	Decumbente	2.30	Ausentes	1.03	1.03	1.70
Bouteloua barbata* var. *barbata	5257 (I)	Anual	Decumbente	7.50	Ausentes	1.13	1.23	2.90
Bouteloua barbata* var. *barbata	5263 (O)	Anual	Decumbente	12.40	Ausentes	0.66	1.60	2.03

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación.

Taxón	No. de colecta	Ciclo	Tallo		Estolones	Ancho de lígula mm	Lámina foliar	
			Aspecto	Longitud cm			Ancho mm	Longitud cm
Bouteloua barbata* var. *barbata	5264 (P)	Anual	Decumbente	8.60	Ausentes	1.03	1.06	2.36
Bouteloua barbata* var. *barbata	2478	Anual	Decumbente	15.30	Ausentes	0.83	1.26	1.93
Bouteloua barbata* var. *sonorae	1309	Perenne	Decumbente	8.60	Presentes	1.00	1.23	1.43

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas			Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm		
Bouteloua ramosa	5408	2	4.60	1.83	32	1.83	4.83	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5409	2	5.35	2.40	42	2.76	5.80	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5410	2	5.00	2.26	41	3.06	4.83	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5411	2	5.73	2.80	42	3.60	5.76	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5412	2	6.60	2.53	35	3.10	5.63	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5413	4	2.86	1.70	33	1.63	3.70	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5414	5	2.43	2.00	38	1.16	3.33	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5415	5	3.96	1.70	34	2.06	3.56	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5416	5	2.96	1.43	29	1.30	3.66	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5417	5	3.16	1.70	28	1.36	3.90	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5418	4	3.30	2.16	30	1.60	3.13	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5419	5	3.10	2.26	42	2.53	3.06	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5420	6	3.33	2.06	37	2.36	3.20	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5421	5	3.56	2.13	33	1.86	3.80	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5422	5	3.03	2.53	40	1.70	3.60	Ausente	Presente
Bouteloua ramosa	5437	2	5.03	2.16	37	2.53	5.20	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5438	2	5.13	2.60	37	3.50	5.33	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5439	3	4.86	2.93	36	2.76	6.10	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5440	2	5.20	3.23	41	3.16	6.06	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5441	1	5.66	2.33	36	3.50	6.00	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5442	2	4.53	2.63	36	2.73	5.43	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5446	4	2.86	2.33	37	1.66	3.80	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5444	6	3.06	2.95	41	1.43	2.93	Ausente	Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas			Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm		
Bouteloua barbata* var. *barbata	5445	6	2.70	2.13	42	1.60	2.73	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5447	5	2.66	1.96	36	3.00	1.66	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5452	8	3.50	1.96	32	2.36	3.30	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5453	9	3.36	2.63	49	1.53	3.70	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5454	7	2.50	2.60	41	1.06	4.00	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5455	5	2.06	2.16	39	1.10	3.63	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5456	8	2.00	2.00	36	0.96	3.36	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *sonorae	5457	6	2.40	1.60	34	0.86	3.03	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *sonorae	5458	8	2.55	1.80	45	1.56	2.83	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *sonorae	5459	7	2.23	1.40	28	0.86	3.23	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5460	6	3.10	2.93	41	2.26	4.70	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5461	6	2.36	2.50	37	1.46	3.80	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5462	7	3.76	2.23	37	1.96	3.86	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5467	5	2.76	3.80	38	2.53	4.60	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5468	9	3.26	3.30	56	8.66	3.90	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5469	9	3.66	3.30	55	2.96	3.73	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5470	9	3.36	3.13	46	2.40	3.96	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5471	10	4.26	3.23	60	3.33	4.23	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5473	10	3.16	2.53	43	2.40	3.96	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5474	9	3.23	3.43	53	2.33	4.03	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5475	7	3.80	3.23	57	2.20	4.13	Ausente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5476	5	3.36	2.20	42	2.96	3.73	Presente	Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas				
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm	Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5477	6	4.23	2.16	43	3.70	4.13	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5478	5	3.30	1.66	38	1.73	3.20	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5479	4	3.86	2.23	40	3.40	3.50	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5480	4	3.23	1.90	36	3.03	3.86	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5481	5	4.16	2.43	37	2.90	3.96	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5482	3	2.76	1.33	24	2.86	3.90	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5483	6	3.13	1.90	45	2.36	3.03	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5484	5	4.60	2.16	41	2.96	4.26	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5485	5	4.10	1.90	33	3.06	3.60	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5486	4	3.20	1.53	36	1.63	3.46	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5487	4	3.16	1.30	33	2.40	3.16	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5488	4	3.96	1.73	36	3.06	3.70	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5489	6	3.76	2.03	40	2.83	3.83	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5490	6	3.30	1.60	33	2.76	3.73	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5491	6	3.26	1.70	31	2.50	3.40	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5492	4	3.56	1.80	36	2.73	4.10	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	2493	5	4.16	1.70	28	3.26	4.06	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5494	3	4.30	2.06	30	2.20	3.33	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5495	4	3.63	1.76	33	2.30	3.60	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5496	4	3.26	1.73	30	1.80	3.56	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5497	4	3.60	2.06	47	2.13	3.86	Presente	Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas				
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm	Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5500	4	4.20	2.03	33	1.93	4.06	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5498	4	3.33	3.86	31	2.63	3.40	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5499	5	3.76	1.56	36	2.76	3.80	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5501	5	3.60	1.90	42	2.73	3.76	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5502	3	3.83	1.66	29	2.16	3.76	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *gentryi	5503	4	3.40	2.30	36	2.23	3.96	Presente	Presente
Bouteloua elata	114	11	5.10	2.86	53	2.83	6.23	Presente	Presente
Bouteloua elata	114 (A)	8	5.93	2.53	50	4.56	5.43	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(1)	5	3.56	1.40	25	2.63	3.36	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(2)	3	4.16	1.90	38	3.16	4.30	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(3)	5	3.33	1.86	42	2.70	3.63	Presente	Presente
Bouteloua parryi* var. *parryi	2369(4)	4	4.06	1.73	32	2.66	4.13	Presente	Presente
Bouteloua ramosa	86	3	5.76	2.23	32	4.46	5.60	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	87	2	5.43	2.50	39	3.66	5.73	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	88	3	5.43	3.10	46	3.30	6.43	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	89	2	5.40	3.06	44	3.83	6.90	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	90	2	5.33	2.20	33	2.76	6.00	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	126	3	2.36	1.66	24	2.13	3.46	Ausente	Presente
Bouteloua elata	2358 A	8	5.13	3.56	69	3.76	4.86	Presente	Presente
Bouteloua elata	2358 B	10	5.03	2.50	54	2.43	4.80	Presente	Presente
Bouteloua elata	2358 C	13	5.70	2.80	65	3.93	5.73	Presente	Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas				
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm	Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (5)	7	2.96	2.13	40	2.00	3.96	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (1)	6	3.40	2.30	40	1.90	4.33	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (2)	5	2.73	1.90	42	2.36	3.66	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (3)	7	3.06	2.30	41	2.83	4.33	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (4)	6	2.90	1.70	35	1.80	4.10	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (6)	8	3.10	2.10	37	2.40	4.36	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (7)	6	2.90	1.66	35	2.00	3.46	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (8)	7	3.16	1.93	38	1.93	3.93	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10 (9)	7	3.23	2.06	41	1.73	3.83	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	10(10)	6	2.73	1.86	38	1.63	3.50	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	4558	3	2.43	2.00	21	1.66	3.76	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	4689	3	2.56	1.83	26	1.33	3.93	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	4800	5	2.63	2.06	36	1.93	3.00	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	4809	3	2.50	1.60	23	1.20	3.50	Ausente	Presente
Bouteloua ramosa	4814	2	3.66	1.86	26	1.40	4.73	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5110	4	2.63	1.90	28	1.53	3.86	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5111	5	3.00	2.30	40	1.70	3.56	Ausente	Presente
Bouteloua ramosa	5124	2	4.26	1.80	27	1.30	3.16	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5125	2	5.30	2.06	41	1.06	5.66	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5126	2	5.13	2.13	37	0.96	5.86	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5130	1	4.60	1.96	34	1.53	5.30	Ausente	Ausente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas				
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm	Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
Bouteloua barbata* var. *barbata	5147A	3	2.90	2.20	26	1.70	4.56	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5137	4	3.23	2.23	26	1.50	4.20	Ausente	Presente
Bouteloua ramosa	5144	2	4.46	2.20	30	1.36	5.80	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5145	1	4.83	1.96	35	1.70	4.96	Ausente	Ausente
Bouteloua ramosa	5146	2	5.10	1.76	24	2.03	5.63	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5146A	4	2.93	2.00	21	2.10	4.56	Ausente	Presente
Bouteloua ramosa	5147	1	5.06	2.06	38	2.43	4.83	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5148A	5	2.63	2.33	33	1.56	3.63	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5149A	4	3.73	2.36	30	1.86	4.36	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5150A	4	2.13	2.16	33	1.43	3.43	Ausente	Presente
Bouteloua ramosa	5156	2	3.06	2.06	23	1.06	5.10	Ausente	Ausente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5160	3	2.80	1.90	25	1.83	3.93	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5161	4	3.40	1.36	26	2.10	4.00	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5162	4	3.30	2.00	25	2.56	3.65	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5163	5	1.73	1.96	33	1.10	3.30	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5164	4	3.00	2.30	22	2.16	4.43	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5167	5	2.83	2.26	31	1.53	4.16	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5177	3	2.63	1.53	20	1.86	3.80	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5178	4	2.80	2.00	19	2.93	4.16	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5179	2	2.36	1.66	16	2.13	4.06	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5180	3	2.40	1.93	21	1.86	4.10	Ausente	Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ANEXO E. Continuación

Taxón	No. de colecta	Ramas			Espiguillas				
		No. de ramas por inflorescencia	Ancho mm	Longitud cm	No. de espiguillas por rama	Ancho mm	Longitud mm	Pubescencia de base papilosa en 2da gluma	Aristas en pálea
Bouteloua barbata* var. *barbata	5233	3	2.86	1.40	16	2.06	3.33	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5181	4	3.90	1.96	34	1.76	4.36	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5226	6	3.16	2.63	58	2.20	3.10	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5227	7	2.63	1.70	34	1.56	3.16	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5228	6	3.13	1.96	46	2.23	3.40	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5229	7	2.93	1.66	35	2.60	3.10	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5230	7	3.06	2.33	49	1.76	3.30	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5231	7	4.16	2.13	48	1.40	4.30	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5232	7	3.40	2.03	44	1.83	4.10	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5249 (A)	5	4.13	2.20	32	2.73	5.00	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *rothrockii	5250 (B)	6	3.60	3.03	41	1.80	4.80	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5251 (C)	2	3.00	1.36	15	2.20	4.03	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5257 (I)	4	3.26	1.66	19	1.86	4.63	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5263 (O)	4	2.93	1.96	22	1.93	3.96	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	5264 (P)	4	3.33	1.63	13	2.00	3.76	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *barbata	2478	4	4.90	2.20	24	2.26	2.83	Ausente	Presente
Bouteloua barbata* var. *sonorae	1309	3	3.40	1.30	24	1.06	3.50	Ausente	Presente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS