

# Morphological characterization of 15 grasses of *Pennisetum purpureum* species

## Caracterización morfológica de 15 pastos de la especie *Pennisetum purpureum*

Maldonado-Méndez, José de Jesús<sup>1</sup>; Guerra-Medina, Cándido Enrique<sup>1</sup>; Ovando-Cruz, Manuel Enrique<sup>2</sup>; Valle-Mora, Francisco Javier<sup>3</sup>; Ovando-Barroso, Emanuel<sup>4\*</sup>; Gálvez-Marroquín, Luis Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México. C. P. 30870. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Etna, Oaxaca, México. C. P. 68200. <sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. C. P. 30700. <sup>4</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230.

\*Autor para correspondencia: ovando.emanuel@gmail.com

### ABSTRACT

**Objective:** To characterize the morphology of 15 accessions of pastures of the *Pennisetum purpureum* species.

**Design/methodology/approach:** The morphological characterization of 15 pasture accessions of the Germplasm Bank of the Rosario Izapa Experimental Field was carried out in the vegetative phase based on 28 qualitative and quantitative characters. Ten plants were used per accession. Average, minimum, maximum values and coefficient of variation for quantitative data and mode for qualitative data were determined. The average and modal database was used to perform a hierarchical cluster analysis with Gower's distance and Ward's method.

**Results:** The quantitative variables of the pastures presented little variability (coefficient of variation less than 25%), while the qualitative variables that presented variation were growth habit, color and shape of the stem, position, layout, shape, color and border of leaflet; color of the adaxial and abaxial rib, pubescence of foliole in the adaxial and abaxial part, position, color and pubescence of the sheath; type and color of ligule, and profil. The 15 accessions of *Pennisetum purpureum* were grouped into 2 groups, which contrast mainly with the profil and position of the leaflet.

**Limitations on study/implications:** For greater accuracy on the morphological diversity of the pastures, it is necessary to perform the characterization of the inflorescence and the spicule.

**Findings/conclusions:** *Pennisetum purpureum* accessions of the Germplasm Bank of the Rosario Izapa Experimental Field presented acceptable morphological diversity based on 28 characters.

**Keywords:** Hierarchical, clusters, dendrograms, analysis, diversity, pasto elefante.

### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio fue caracterizar la morfología de 15 accesiones de pastos de la especie *Pennisetum purpureum*.

**Diseño/metodología/aproximación:** La caracterización morfológica de 15 accesiones de pastos del Banco de Germoplasma del Campo Experimental Rosario Izapa se realizó en la fase vegetativa con base en 28 caracteres cualitativos y cuantitativos. Se utilizaron diez plantas por accesión. Se determinó valores promedio, mínimo, máximo y coeficiente de variación para datos cuantitativos y moda para datos cualitativos. La base de datos promedio y moda se utilizó para efectuar un análisis de conglomerados jerárquico con la distancia de Gower y el método de Ward.

**Agroproductividad:** Vol. 12, Núm. 12, diciembre. 2019. pp: 39-46.

**Recibido:** junio, 2019. **Aceptado:** noviembre, 2019.



**Resultados:** Las variables cuantitativas de los pastos presentaron poca variabilidad (coeficiente de variación menor a 25 %), mientras las variables cualitativas que presentaron variación entre los pastos fueron hábito de crecimiento; color y forma del tallo; posición, disposición, forma, color y borde de foliolo; color de la nervadura adaxial y abaxial; pubescencia de foliolo en la parte adaxial y abaxial; posición, color y pubescencia de la vaina; tipo y color de lígula; y perfil. Las 15 accesiones de *Pennisetum purpureum* se agruparon en 2 grupos, los cuales contrastan principalmente por el perfil y posición del foliolo.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Para una mayor precisión sobre la diversidad morfológica de los pastos, es necesario realizar la caracterización de la inflorescencia y espícula.

**Hallazgos/conclusiones:** Las accesiones de pastos *Pennisetum purpureum* del Banco de Germoplasma del Campo Experimental Rosario Izapa presentaron diversidad morfológica aceptable con base en 28 caracteres.

**Palabras clave:** Caracterización morfológica, *Pennisetum purpureum*, diversidad.

## INTRODUCCIÓN

**En México** la superficie de agostadero es de 77,842,256 hectáreas (INEGI, 2017), donde pastorean 34,277,868 bovinos (SIAP, 2017), en pastos nativos, inducidos e introducidos.

La baja fertilidad de los suelos y el mal manejo de los potreros ocasionan que el rendimiento de los pastos, la carga es baja y el rendimiento por animal y por hectárea sean bajos. Para dar solución a esta situación es necesario seleccionar especies adaptadas con alto rendimiento de forraje.

Los pastos de la especie *Pennisetum purpureum* han sido objeto de interés en su mejoramiento, como el pasto merkerón napiergrass, que es un híbrido que proviene de la cruce de dos selecciones del zacate elefante (*P. purpureum* Schumach) en la Estación Experimental Costera de la Universidad de Georgia en Tifton, GA, de 1936 a 1943 (Burton, 1989). El king grass que es otro híbrido formado en la misma Estación Experimental mediante el cruzamiento interespecífico del pasto tetraploide elefante (*P. purpureum*) con la especie diploide millo perla (*P. americanus* syn. *Typhoides, glaucum*). El pasto de napier morado, pasto de Uganda o Elefante, es nativo de las planicies tropicales de África (Zimbabwe) clasificada como *P. purpureum* (Teresa et al., 2017). Del pasto Taiwan existen tres cultivares: "A-144", "A-146" y "A-148", el cultivar Taiwan A-144 es el más difundido. Del pasto maralfalfa la información que existe sobre su origen es incierto (Correa et al., 2010). El pasto cubano CT-115 fue obtenido por métodos biotecnológicos por el Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba, durante el proceso, ápices de un clon de king grass fueron propagados in vitro para inducir mutaciones genéticas. Durante la obtención de este pasto, también se obtuvieron otros clones como el pasto cubano CT-169, que fue seleccionado para corte por su altura y rápido crecimiento (Febles et al., 2007). El pasto cubano OM-22 es un híbrido de *P. purpureum* × *P. glaucum*, producto del cruzamiento entre el pasto cu-

bano CT-169 y el cultivar millo perla Tifton (Herrera, 2009). El pasto elefante (*P. purpureum*) fue reportado por Schumach en 1827, proveniente África occidental (Cavalcante y De Andrade, 2010) después de muchos años de haber sido introducido se ha naturalizado en las regiones tropicales de México.

Estos pastos, han sido preferidos por su persistencia bajo pastoreo y valor forrajero, poseen altas tasas de crecimiento resultado de su capacidad fotosintética y una eficiente asignación de carbohidratos hacia las hojas y mayor área foliar específica (Quero y Miranda, 2013). Se distinguen por ser especies amacolladas, con raíces fibrosas superficiales, tallo grueso, vaina pubescente y lámina foliar envolvente erecta, color verde con tonalidades púrpura o totalmente púrpura, y alcanzan alturas de 2.5 a 4.5 m. Produce semilla con baja o nula germinación (Brunken, 1977). Después que fueron introducidos tuvieron un proceso de adaptación natural, se encuentran desde 0 hasta 2200 m de altitud, en una amplia diversidad de suelos desde pobres hasta fértiles con excepción de suelos inundables y salinos, con topografía de laderas, hondonadas o planicies.

Esta adaptación en diferentes ecosistemas es un indicador de la diversidad genética de la especie *Pennisetum purpureum*, la cual se considera un recurso genético disponible por su valor biológico y económico (Martín, 2012). Dentro de la colección, cada accesión debe representar la variación genética de la población natural, por lo que es importante la caracterización. El objetivo del presente estudio fue caracterizar la morfología de 15 pastos de la especie *Pennisetum*

*purpureum*, los cuales servirán como la base para el mejoramiento genético.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 15 accesiones de pastos de la especie *Pennisetum purpureum* del Banco de Germoplasma de Forrajes Tropicales del Campo Experimental Rosario Izapa del INIFAP, ubicado en la Carretera Tapachula-Cacahoatán km 18, Tuxtla Chico, Chiapas, México, cuyas coordenadas geográficas son: 14° 40' 16.1" LN, 92° 42' 59.1" LO, a 435 m de altitud. Estos pastos se colectaron en Chiapas en 2015 (Cuadro 1) y en el mismo año se establecieron bajo un diseño experimental bloques al azar con cinco repeticiones.

En 2018, se realizó la caracterización morfológica de los pastos *Pennisetum purpureum*. Para ello, se utilizaron 10 plantas por cada clon y 28 caracteres morfológicos cualitativos y cuantitativos (Cuadro 2). El registro de los caracteres cuantitativos se realizó con una regla y un vernier digital marca RoHS, mientras los caracteres cualitativos se tomaron de manera visual, excepto color, que se estimó por comparación con la carta de colores Royal Horticultural Society.

Se determinó la media, mínima, máxima y coeficiente de variación de las variables cuantitativas de los pastos, y la moda para datos cualitativos. La base de datos mixtos de

la morfología de los pastos (numérico, ordinal y nominal) se analizó mediante análisis de conglomerados jerárquico con la distancia de Gower (Gower, 1971) y el método de Ward (Ward, 1963), el cual se realizó en el software R versión 3.6 (R Core Team, 2017). La distancia de Gower se obtuvo con la función Daisy del paquete Cluster y el método de Ward con la función hclust del paquete Fastcluster. La altura de corte del dendograma se determinó con base en el ancho de silueta de los grupos con la función Silhouette del paquete Cluster y la determinación de las variables que mayormente describen a los grupos se realizó con el paquete FactoClass.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción morfológica de pastos de la especie *Pennisetum*

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedio de las características cuantitativas de las 15 accesiones de pastos *Pennisetum purpureum*. La longitud y diámetro promedio del entrenudo fue 15.61 cm y 18.14 mm con coeficientes de variación de 17.65 y 23.69 %. La longitud y ancho del sexto foliolo fue 117.21 y 4.77 cm con coeficientes de variación de 13.17 y 21.56 %. El ancho de la nervadura central y abaxial fue 3.16 y 4.1 mm, los cuales presentaron coeficiente de variación de 20.78 y 13.55 %. El ancho lígula promedió 3.34 con coeficiente de variación de 12.89 %. Las variables cuantitativas descritas presentaron coeficiente de variación menor a

**Cuadro 1.** Accesiones de pastos *Pennisetum purpureum* recolectadas en Chiapas, México, y usadas en el presente estudio.

| Acrónimo | Clon          | Localidad         | Latitud (N)   | Longitud (O)  | Altitud (m) |
|----------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------------|
| C169     | CT 169        | Huixtla           | 15° 08' 14.7" | 92° 27' 02.0" | 52          |
| C115     | CT 115        | Tuzantán          | 15° 04' 58.3" | 92° 25' 17.2" | 38          |
| KG       | King grass    | Huixtla           | 15° 09' 29.8" | 92° 30' 19.8" | 40          |
| MAR      | Maralfalfa    | Mapastepec        | 15° 20' 09.9" | 92° 56' 36.2" | 11          |
| MER      | Merkeron      | Cd. Hidalgo       | 14° 38' 23.6" | 92° 15' 59.3" | 17          |
| NAP      | Napier        | Cd. Hidalgo       | 14° 38' 23.6" | 92° 15' 59.3" | 19          |
| N1       | Nativo 1      | Tapachula         | 14° 54' 22.7" | 92° 17' 10.0" | 154         |
| N2       | Nativo 2      | Tuzantán          | 15° 03' 48.6" | 92° 24' 27.0" | 33          |
| N3       | Nativo 3      | Tuxtla Chico      | 14° 51' 18.3" | 92° 14' 24.3" | 106         |
| N4       | Nativo 4      | Tuxtla Chico      | 14° 50' 33.8" | 92° 14' 07.0" | 97          |
| N5       | Nativo 5      | Front. Hidalgo    | 14° 48' 35.0" | 92° 14' 42.7" | 73          |
| N6       | Nativo 6      | Tuxtla Chico      | 14° 50' 40.7" | 92° 14' 10.8" | 101         |
| O22      | OM 22         | Villa Comaltitlán | 15° 13' 49.9" | 92° 34' 37.8" | 46          |
| TAI      | Taiwán        | Mapastepec        | 15° 21' 24.7" | 92° 56' 15.8" | 18          |
| TM       | Taiwán morado | Cd. Hidalgo       | 14° 38' 40.1" | 92° 14' 16.0" | 15          |

**Cuadro 2.** Caracteres morfológicos utilizados para el estudio de caracterización de pastos *Pennisetum purpureum*.

|                 | Carácter                                      | Código | Estado de caracter                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Planta</b>   |                                               |        |                                                                             |
| 1               | Habito de crecimiento                         | HC     | 1) Erecto, 2) Erecto a extendido                                            |
| <b>Tallo</b>    |                                               |        |                                                                             |
| 2               | Color de tallo                                | CT     | 1) Amarillo Claro, 2) Amarillo, 3) Verde Claro, 4) Púrpura                  |
| 3               | Forma del tallo                               | FT     | 1) Oval, 2) Semi oval                                                       |
| 4               | Cera en tallo                                 | CET    | 1) Ausente, 2) Presente                                                     |
| 5               | Longitud del 5° entrenudo                     | LE     | Cm                                                                          |
| 6               | Diámetro del 5° entrenudo                     | DE     | Cm                                                                          |
| 7               | Convexión en el tallo a lado de la innovación | CTI    | 1) Ausente, 2) Presente                                                     |
| <b>Hoja</b>     |                                               |        |                                                                             |
| 8               | Posición del foliolo                          | PF     | 1) Erecto, 2) Abierto                                                       |
| 9               | Disposición del foliolo                       | DF     | 1) Opuesto, 2) Alterno                                                      |
| 10              | Forma del foliolo                             | FF     | 1) Semi-elíptica, 2) Elíptica                                               |
| 11              | Longitud del 6° foliolo                       | LF     | Cm                                                                          |
| 12              | Ancho del 6° foliolo                          | AF     | Cm                                                                          |
| 13              | Color del foliolo                             | CF     | 1) Verde claro, 2) Verde, 3) Púrpura                                        |
| 14              | Ancho de la nervadura central                 | ANC    | Mm                                                                          |
| 15              | Ancho de la nervadura abaxial                 | ANAB   | Mm                                                                          |
| 16              | Color de la nervadura adaxial                 | CAD    | 1) Crema, 2) Púrpura                                                        |
| 17              | Color de la nervadura abaxial                 | CAB    | 1) Crema, 2) Verde claro, 3) Verde, 4) Púrpura                              |
| 18              | Forma del borde del foliolo                   | FBF    | 1) Semi aserrado, 2) Aserrado, 3) Dentado                                   |
| 19              | Pubescencia adaxial                           | PAD    | 1) Ausente o muy débil, 2) Débil, 3) Media, 4) Fuerte, 5) Muy fuerte        |
| 20              | Pubescencia abaxial                           | PAB    | 1) Ausente o muy débil, 2) Débil, 3) Media, 4) Fuerte, 5) Muy fuerte        |
| <b>Vaina</b>    |                                               |        |                                                                             |
| 21              | Posición de la vaina                          | PV     | 1) Baja, 2) Media, 3) Alta, 4) Muy alta, 5) Envuelve completamente al tallo |
| 22              | Color de la vaina                             | CV     | 1) Amarillo claro, 2) Verde claro, 3) Púrpura                               |
| 23              | Pubescencia en la vaina                       | PUV    | 1) Ausente o muy débil, 2) Débil, 3) Media, 4) Fuerte, 5) Muy fuerte        |
| <b>Lígula</b>   |                                               |        |                                                                             |
| 24              | Tipo de lígula                                | TL     | 1) Pilosa, 2) Membranosa                                                    |
| 25              | Color de lígula                               | CL     | 1) Crema, 2) Café                                                           |
| 26              | Ancho de lígula                               | AL     | Mm                                                                          |
| <b>Perfil</b>   |                                               |        |                                                                             |
| 27              | Perfil                                        | P      | 1) Ausente, 2) Presente                                                     |
| <b>Renuevos</b> |                                               |        |                                                                             |
| 28              | Tipo de renuevos                              | TI     | 1) Intravaginal, 2) Extravaginal                                            |

25 %, lo cual sugiere que los pastos pueden tener poca variabilidad para estos caracteres.

En el Cuadro 4 se presenta la moda de las variables cualitativas de los pastos *Pennisetum purpureum*. Estos presentaron hábito de crecimiento erecto (86.67 % de las accesiones) y erecto a extendido (13.33 %). El tallo fue amarillo claro (46.67 %), amarillo (13.33 %), verde claro (26.67 %) y púrpura (13.33 %), de forma oval (80 %) y

semi oval (20 %). La forma del foliolo fue semi elíptica (86.67 %) y elíptica (13.33 %), de color verde claro (46.67 %), verde (46.67 %) y púrpura (6.67 %), con bordes semi aserrado (6.67 %), aserrado (53.33 %) y dentado (40 %). Los foliolos fueron erectos (20 %) y abiertos (80 %), dispuestos de forma opuesta (6.67 %) y alterna (93.33 %). El color de la nervadura adaxial fue color crema (86.67 %) y morado (13.33 %), mientras la nervadura abaxial fue crema (6.67 %), verde claro (46.67 %), verde

**Cuadro 3.** Características cuantitativas de 15 accesiones de pastos de la especie *Pennisetum purpureum* en Chiapas, México.

| CLON     | LE    | DE    | LF     | AF    | ANC   | AL    | ANAB  |
|----------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| C115     | 14.80 | 19.50 | 129.10 | 6.10  | 3.90  | 2.50  | 4.40  |
| C169     | 17.40 | 18.60 | 120.60 | 5.60  | 3.30  | 3.40  | 3.90  |
| KG       | 14.80 | 24.10 | 117.30 | 6.20  | 3.70  | 2.70  | 4.30  |
| MAR      | 17.90 | 17.60 | 128.40 | 5.00  | 3.10  | 3.90  | 4.00  |
| MER      | 19.60 | 21.10 | 126.80 | 5.30  | 2.80  | 3.40  | 3.40  |
| N1       | 18.70 | 12.40 | 84.80  | 3.00  | 2.20  | 3.40  | 3.00  |
| N2       | 12.40 | 22.60 | 118.80 | 5.10  | 3.50  | 3.20  | 4.30  |
| N3       | 12.30 | 15.30 | 101.80 | 3.30  | 2.80  | 3.80  | 3.70  |
| N4       | 13.20 | 12.20 | 107.20 | 3.50  | 2.70  | 4.10  | 3.80  |
| N5       | 19.90 | 23.12 | 103.30 | 5.50  | 4.40  | 3.20  | 4.60  |
| N6       | 11.10 | 9.20  | 107.10 | 3.50  | 3.00  | 3.50  | 3.40  |
| NAP      | 14.20 | 20.80 | 117.20 | 4.70  | 3.40  | 3.40  | 4.90  |
| O22      | 15.90 | 18.60 | 128.30 | 5.60  | 3.60  | 3.00  | 4.60  |
| TAI      | 14.80 | 19.40 | 151.20 | 4.80  | 1.80  | 3.60  | 4.70  |
| TM       | 17.20 | 17.70 | 116.30 | 4.40  | 3.20  | 3.00  | 4.50  |
| PROMEDIO | 15.61 | 18.15 | 117.21 | 4.77  | 3.16  | 3.34  | 4.10  |
| MÍNIMO   | 11.10 | 9.20  | 84.80  | 3.00  | 1.80  | 2.50  | 3.00  |
| MÁXIMO   | 19.90 | 24.10 | 151.20 | 6.20  | 4.40  | 4.10  | 4.90  |
| CV       | 17.65 | 23.69 | 13.17  | 21.56 | 20.78 | 12.89 | 13.55 |

LE=longitud de entrenudo, cm; DE=diámetro de entrenudo, mm; LF=longitud de foliolo, cm; AF=Ancho de foliolo, cm; ANC=Ancho de la nervadura central, mm; AL=Ancho de ligula, mm; y ANAB=Ancho de nervadura abaxial, mm; CV=Coefficiente de variación, %.

(40 %) y púrpura (6.67 %). La pubescencia adaxial fue débil (20 %), media (26.67 %) y fuerte (53.33 %), mientras en la parte abaxial fue ausente o muy débil (80 %) y débil (20 %). La posición de la vaina fue media (6.67 %), alta (60 %), muy alta (26.67 %) y envuelve completamente al tallo (6.67 %), de color amarillo claro (13.33 %), verde claro (73.34 %) y púrpura (13.33 %), con pubescencia ausente o muy débil (6.67 %), débil (20 %), media (20 %) y fuerte (53.33 %). La ligula fue pilosa (93.33 %) y membranosa (6.67 %), de color crema (80 %) y café (20 %). La mayoría de los pastos no presentaron perfilo (73.33 %), mientras el resto presentó esta característica (26.67 %). Las similitudes en caracteres cualitativos fueron cera en el tallo (presente), convexión en el tallo a lado de la innovación (presente) y tipo de innovación (intravaginal).

En Cuba durante el periodo lluvioso, el pasto King grass presentó diámetro de tallo de 1.4 cm, distancia de entrenudo de 20 cm, longitud y ancho de limbo de 113 cm y 3.5 cm, el pasto cuba CT-115 alcanzó diámetro de tallo de 1.3 cm, distancia de entrenudo de 16 cm, longi-

tud y ancho de limbo de 108 y 2.0 cm, y el pasto cuba CT-169 obtuvo diámetro de tallo de 1.5 cm, distancia de entrenudo de 17.7 cm, longitud y ancho de limbo de 124 y 4.4. cm (Flebes et al., 2007). Estos resultados varían poco con respecto al presente estudio. Sin embargo, la variación puede ser debida a las condiciones climáticas (Daher, 1993).

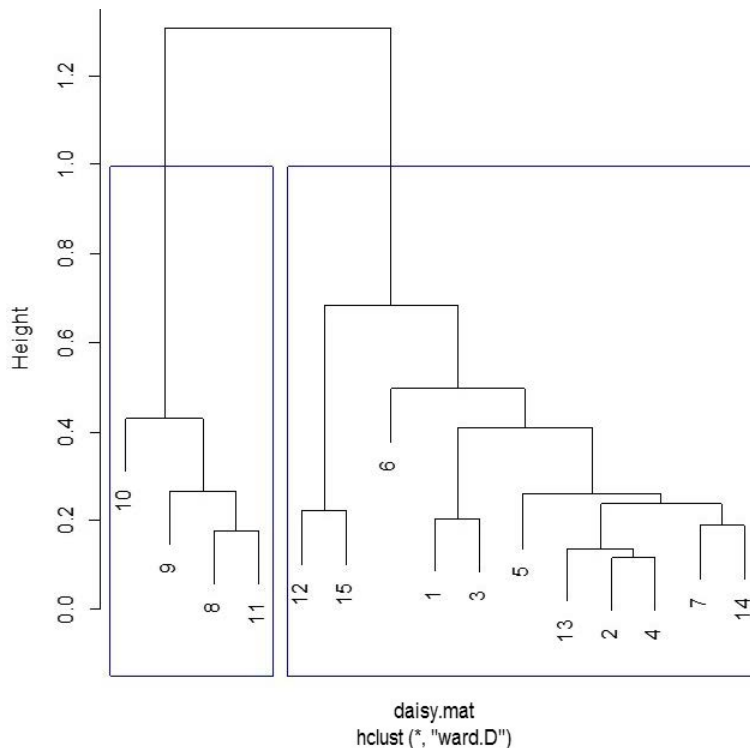
#### **Análisis de conglomerados jerárquico**

En la Figura 1 se muestra el dendograma de 15 accesiones de pastos *Pennisetum purpureum*, generado con las distancias de la métrica de Gower de 25 variables mixtas y el método de Ward. Con base en el criterio dado por Kaufman y Rousseeuw (1990), el cual define como número de conglomerados adecuado, aquel que presente el mayor ancho de silueta, se eligió 2 clúster por presentar el valor máximo de ancho de silueta (Figura 2). El primer grupo está conformado por 26.66 % de los pastos, los cuales son Nativo 3 (8), Nativo 4 (9), Nativo 5 (10) y Nativo 6 (11). Mientras el segundo grupo aglomero 73.33 % de los clones, los cuales son CT-115 (1), CT-169

**Cuadro 4.** Características morfológicas de 15 clones de pastos de la especie *Pennisetum purpureum*.

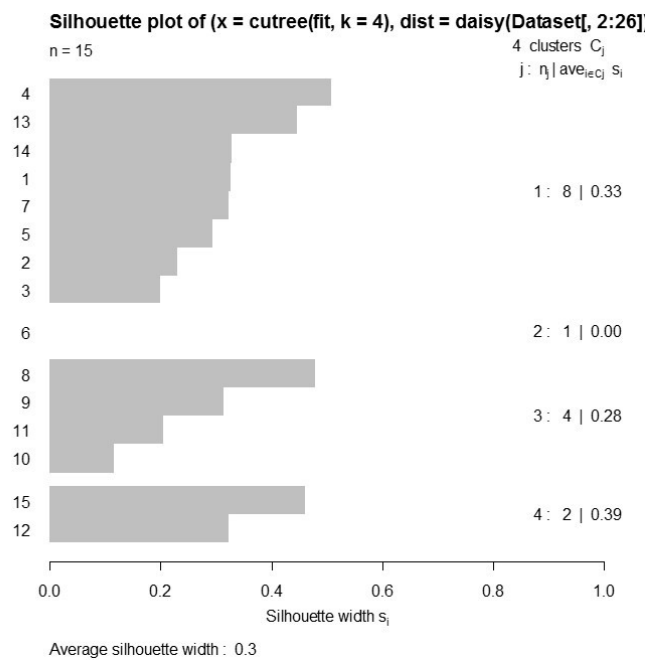
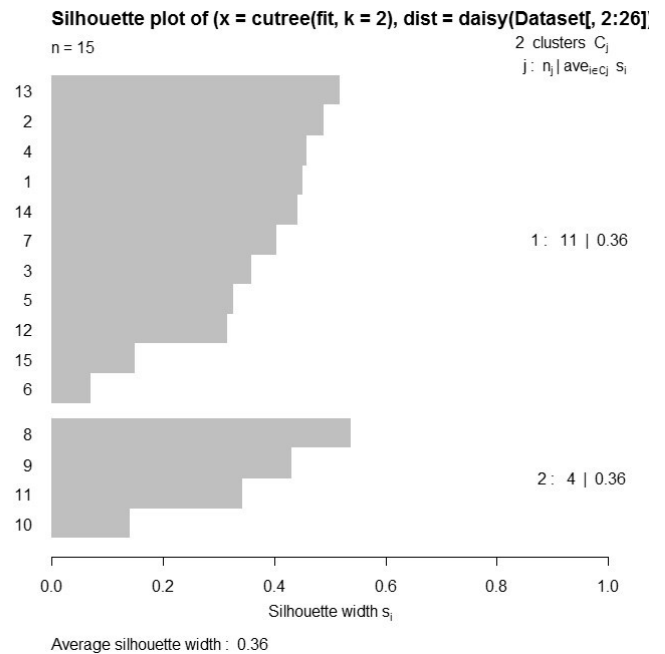
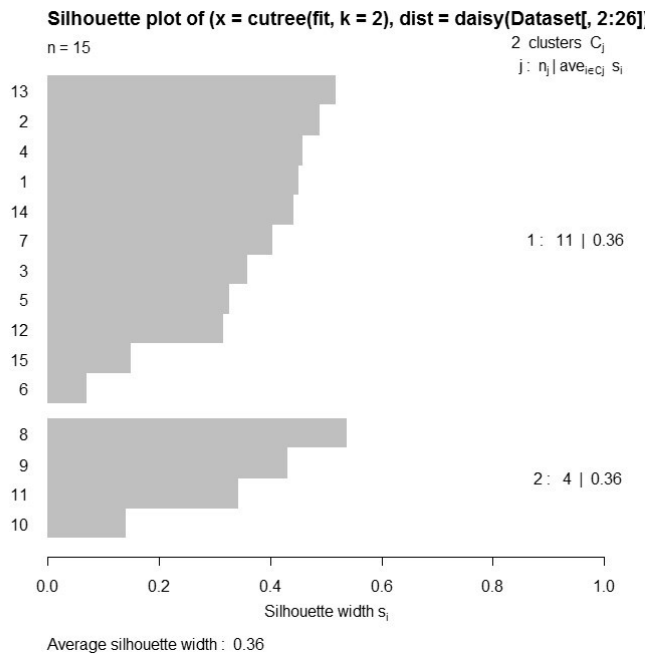
| Caracter | C115 | C169 | KG | MAR | MER | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | NAP | O22 | TAI | TM |
|----------|------|------|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|
| HC       | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 2  | 1   | 1   | 1   | 1  |
| CT       | 2    | 1    | 1  | 1   | 1   | 3  | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 4   | 2   | 3   | 4  |
| FT       | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  |
| CET      | 2    | 2    | 2  | 2   | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2  |
| CTI      | 2    | 2    | 2  | 2   | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2  |
| PF       | 2    | 2    | 2  | 2   | 2   | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2  |
| DF       | 2    | 2    | 2  | 2   | 2   | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2  |
| FF       | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  |
| CF       | 1    | 1    | 2  | 1   | 2   | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2   | 1   | 1   | 3  |
| CAD      | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2   | 1   | 1   | 2  |
| CAB      | 2    | 2    | 1  | 2   | 2   | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 4   | 2   | 2   | 3  |
| FBF      | 1    | 2    | 2  | 2   | 2   | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 2   | 2   | 3  |
| PAD      | 4    | 4    | 4  | 4   | 2   | 3  | 4  | 3  | 2  | 4  | 3  | 4   | 4   | 3   | 2  |
| PAB      | 1    | 2    | 1  | 1   | 1   | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 2   | 1   | 1  |
| PV       | 4    | 2    | 3  | 2   | 3   | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 3   | 2   | 2   | 3  |
| CV       | 1    | 2    | 1  | 2   | 2   | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3   | 2   | 2   | 3  |
| PUV      | 4    | 4    | 4  | 4   | 4   | 3  | 4  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2   | 4   | 4   | 1  |
| TL       | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  |
| CL       | 1    | 2    | 1  | 1   | 1   | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  |
| P        | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1   | 1   | 1   | 1  |
| TI       | 1    | 1    | 1  | 1   | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1  |

HC=habito de crecimiento, CT=color de tallo, FT=forma del tallo, CET=cera en el tallo, CTI=conexión del tallo al lado de la innovación, PF=posición de folio, DF=disposición de foliolo, FF=forma de foliolo, CF=Color de foliolo, CAD=color de la nervadura adaxial, CAB=color de la nervadura abaxial, FBF=forma del borde del foliolo. PAD, pubescencia adaxial, PAB=pubescencia abaxial, PV=posición de la vaina, CV=color de la vaina, PUV=pubescencia de la vaina, TL=tipo de ligula, CL=color de ligula, P=perfilo y TI=tipo de innovación.



**Figura 1.** Dendrograma de 15 clones de pasto de la especie *Pennisetum purpureum*, construido mediante el algoritmo jerárquico acumulativo de Ward y distancias de Gower de 25 variables morfológicas.





**Figura 2.** Gráficos de silueta para la clasificación jerárquica aglomerativa con el método de Ward base de datos mixtos de caracteres morfológicos de 15 clones de pasto de la especie *Pennisetum purpureum* establecidas en Chiapas, México.

(2), King grass (3), Maralfalfa (4), Merkeron (5), Nativo 1 (6), Nativo 2 (7), Napier (12), OM-22 (13), Taiwán (14) y Taiwán morado (15).

Con base en el análisis de caracterización de las clases, 12 caracteres contribuyeron para el establecimiento de diferencias entre las clases (seis caracteres cualitativos y seis caracteres cuantitativos). La descripción de las clases queda de la siguiente manera:

Clase 1: Este grupo de pastos se caracteriza por presentar longitud y diámetro de entrenudos de 14.3 y 1.5 cm, de

manera respectiva. Foliolos con una longitud promedio de 104.85 cm y ancho de 3.95 cm, de color verde con bordes dentados, erectos (75 %) y abierto (25 %). Nervadura abaxial color verde de 0.39 mm de ancho. Lígulas de 0.37 mm de ancho, pubescencia de vaina débil (50 %) y media (50 %) y se distingue por presentar perfiles.

Clase 2: Este grupo de pastos se caracteriza por presentar longitud y diámetro de entrenudos de 16.15 y 1.93 cm, de manera respectiva. Foliolos con una longitud promedio de 121.71 cm y ancho de 5.07 cm, de color verde claro (63.6 %), verde (27.3 %) y púrpura (9.1 %), con bordes semiaserrado (9.1 %), aserrado (18.2 %) y dentado (72.7 %), cuya posición es abierta. Nervadura abaxial color crema (9.1 %), púrpura (9.1 %), verde (18.2 %) y verde claro (63.63 %) de 0.42 mm de ancho. Lígulas de 0.32 mm de ancho, con diferente grado de pubescencia (ausente, 9.1 %; débil, 9.1 %; media, 9.1 %; y fuerte, 72.72 %) y contrasta de la clase 1 por la ausencia de perfil.

Tapia (2003) indica que mediante el análisis multivariado utilizando la distancia de Gower y el agrupamiento

jerárquico de Ward, es posible asumir que dos accesiones son idénticas morfológicamente si la distancia entre estas es igual a 0. En este sentido, se puede asumir que no existen accesiones duplicadas en el Banco de Germoplasma de Pastos *Pennisetum* del Campo Experimental Rosario Izapa del INIFAP. Sin embargo, para mayor precisión del presente estudio sería útil estudiar la morfología de las inflorescencias y espícula, lo cual ha permitido distinguir clones de *Pennisetum purpureum* (Febles *et al.*, 2007), así como realizar la caracterización molecular las accesiones.

## CONCLUSIONES

Las accesiones de pastos *Pennisetum purpureum* del Banco de Germoplasma del Campo Experimental Rosario Izapa presentaron diversidad morfológica aceptable con base en 28 caracteres. Estos recursos fitogenéticos son importantes para su conservación y uso en programas de mejoramiento genético para el desarrollo de nuevos clones por hibridación.

## LITERATURA CITADA

- Brunken, J. A. (1977). Systematic survey of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (Gramineae). American Journal of Botany, 64(2):161-176.
- Burton, G. W. (1989). Registration of 'Merkeron' Napier grass. Crop Sci. 29, 1327. file:///F:/LITERATURA%20P%20ARTICULO/\_www\_data\_drupal8\_cache\_publications\_abstract-preview-pdf\_cs-29-5-CS0290051327a-preview%20Merkeron.pdf
- Cavalcante, M. y De Andrade L. M. (2010). Variabilidad genética em *Pennisetum purpureum* Schumacher. Revista Caatinga 23 (2): 153-163.
- Correa, C. H. J., Arroyave, H., Henao, Y., López, A. y Cerón, J. M. (2010). Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa COLANTA. Medellín, Colombia.
- Daher, R. (1993). Diversidade morfológica e isoenzimática de Capim elefante (*Pennisetum purpureum*). Vicosa UFV, Tesis de Maestría. 110 p.
- Febles, G.; Suárez, X., Herrera, R. S. y Martínez, R. O. (2007). Caracterización botánica de clones de king grass (*Pennisetum purpureum*). Empleo de descriptores morfológicos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 41(4): 385-390.
- Gower, J. C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics, 27: 857-874.
- Herrera, R. S. (2009). Mejoramiento de *Pennisetum purpureum* en Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 43 (4): 344-349.
- INEGI. (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. Minimonografía. Resultados generales. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/mini\\_ena17.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/mini_ena17.pdf)
- Kaufman, L. and Rousseeuw, P. J. (1990). Finding groups in Data: An introduction to Cluster Analysis. Wiley, New York.
- Martín, M. I. (2012). Conservación de recursos fitogenéticos. Centro de Recursos Fitogenéticos Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Disponible en: [http://www.esporus.org/recursos/articles/agrobiodiversitat/conservacion\\_rec\\_fitog\\_isaura\\_martin.pdf](http://www.esporus.org/recursos/articles/agrobiodiversitat/conservacion_rec_fitog_isaura_martin.pdf)
- Quero-Carrillo, A. R., Villanueva-Avalos, J. F., Enríquez-Quiroz, J. F., Morales-Nieto, C. R., Bolaños-Aguilar, E. D., Castillo-Huchim, J., Maldonado-Méndez, J. J. y Herrera-Cedano, F. (2012). Manual de evaluación de recursos genéticos de gramíneas y leguminosas forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.
- Quero, C. A. R. y Miranda, J. L. (2013). Gramíneas forrajeras nativas de México. Recolecta y aprovechamiento sistemático. En A. R. Quero-Carrillo. (Ed), Gramíneas Introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos (pp. 1-23). Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SIAP. 2017. Bovino carne y leche Población ganadera. 2008 – 2017. Cabezas. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412562/Bovino\\_\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412562/Bovino__2017.pdf)
- Tapia, C. (2003). Caso 3. Análisis de la variabilidad genética de jícama. En T. L. Franco e R. Hidalgo (Eds), Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos (pp. 50-55). Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia.
- Teresa, N. A., Teshome A., Kumar A., Hanson, J. and Jones Ch. S. (2017). Opportunities for Napier grass (*Pennisetum purpureum*) improvement using molecular genetics. Agronomy, 7(2), 28. <https://doi.org/10.3390/agronomy7020028>
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association, 58: 236-244.

