



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

**Sistemática del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez
(Pitcairnioideae, Bromeliaceae)**

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestra en Biología

PRESENTA

Biól. Nancy Martínez Correa

Director: Dr. Mario Adolfo Espejo Serna

2008

La Maestría en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACyT.

El jurado designado por la **División de Ciencias Biológicas y de la Salud** de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

Biól. Nancy Martínez Correa

El día 29 de julio de 2008.

Comité Tutorial:

Director: Dr. Mario Adolfo Espejo Serna

Asesora: M. en C. Ana Rosa López Ferrari

Asesora: Dra. Ivón Mercedes Ramírez Morillo

Sinodal: Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

Sinodal: M. en C. Jacqueline Ceja Romero

La felicidad también existe en el presente, en el aquí y ahora del efímero momento que se va volando rápido, sin dar tiempo siquiera a ponerse uno la mano en el corazón para sentir que sí, que así es, que se es feliz.

Fernando Vallejo. "*Entre fantasmas*"

para Emma y Salvador

UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL A:

La Universidad Autónoma Metropolitana por ser una casa abierta a la enseñanza y conocimiento y porque gracias a ella he crecido personal y académicamente.

Mis queridos profesores Ana Rosa y Adolfo por iniciarme en el estudio de la sistemática y de las bromeliáceas, por compartir conmigo su conocimiento y por todo el tipo de apoyo que me han brindado, muchas gracias.

Jacqueline Ceja por estar siempre dispuesta a enseñarme y sobre todo a platicar.

Alejandro Zavala por sus valiosas enseñanzas que descubrí desde la licenciatura.

Ivón Ramírez por las facilidades otorgadas durante mi estancia en el herbario CICY.

Aniceto Mendoza y Blanca Pérez por facilitarme las instalaciones del Laboratorio de Pteridofitas para el procesamiento del material anatómico.

Javier García Cruz por su valiosa asesoría y por las discusiones de los resultados que enriquecieron este trabajo, así como por su ayuda y colaboración en el trabajo de campo.

La Coordinación de la Maestría en Biología, en especial a los Drs. Manuel Castillo y Alejandro Zavala y al Departamento de Biología, en especial al Dr. Miguel Angel Armella por los apoyos económicos otorgados para la asistencia al IX Congreso Latinoamericano de Botánica y al XVII Congreso Mexicano de Botánica.

La Dra. Alma Orozco Segovia y a CONACyT por el apoyo económico otorgado mediante el proyecto "Mecanismos fisiológicos inducidos por el priming natural, relacionados con la tolerancia de algunas especies de plantas a diferentes hábitats", a través de la beca 11253.

Saraí Montes Recinas quién me acompañó en los viajes de trabajo brindándome su ayuda.

Jorge Santana Carrillo por su desinteresada y valiosa ayuda en el trabajo de campo y en el procesamiento del material botánico.

Fabiola Martínez Correa por brindarme de manera cordial su ayuda en la captura de datos.

Los curadores y personal de los herbarios CHAP, CHAPA, CICY, ENCB, FCME, IEB, IZTA, MEXU, UAMIZ y XAL por las facilidades otorgadas en el préstamo y consulta de material botánico.

RESUMEN

Hechtia Klotzsch es un género cuyo centro de diversidad es México, se distribuye principalmente en regiones áridas de todo el país, está constituido por 55 especies, 50 (90.9%) de ellas endémicas. *Hechtia* está presente en todos los estados de la República Mexicana con excepción de Baja California, Distrito Federal, Quintana Roo, Tabasco y Tlaxcala; las especies habitan principalmente entre los 500 y 1000 m. Con base en un análisis morfológico y anatómico se analizó la situación taxonómica y nomenclatural de los siguientes nombres: *Hechtia bracteata*, *H. confusa*, *H. liebmannii*, *H. perotensis*, *H. podantha* y *H. tehuacana*, los cuales comparten caracteres morfológicos exclusivos que los distinguen claramente de otras especies del género, tales como las brácteas primarias de gran tamaño y de forma ovado - triangular, las cuales son más largas o iguales a las ramas primarias; las flores de color verde a verde - amarillento y la inflorescencia dos veces dividida. Con base en datos obtenidos de la bibliografía, de la revisión de especímenes herborizados y de fotografías de ejemplares del grupo depositados en 23 herbarios nacionales y extranjeros, incluyendo el material tipo; así como de recolecciones de material botánico y de datos anatómicos de la lámina foliar, se realizaron análisis estadísticos multivariados con la finalidad de identificar los caracteres con valor taxonómico en la delimitación de dichas especies. Se incluyeron en el análisis 34 caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos, 29 fueron cuantitativos continuos y cinco cualitativos, de los cuales uno fue multiestado y los demás biestado; y 39 caracteres anatómicos foliares, cuatro cualitativos biestado y el resto

cuantitativos. Se realizaron los siguientes análisis: análisis de componentes principales, con la finalidad de observar la variación de los caracteres, así como detectar patrones de similitud morfológica y anatómica entre las UTOs analizadas; análisis de conglomerados, con el propósito de formar grupos de UTOs y análisis de discriminantes con la finalidad de verificar la consistencia como grupos morfológicos de los agrupamientos obtenidos en el análisis de clasificación e identificar las principales variables responsables de esta separación. Los resultados de los análisis multivariados muestran que los caracteres con mayor contribución en la delimitación de las especies estudiadas fueron el ancho de la bráctea floral en la parte basal, el ancho de la lámina en la parte media, el número de capas de la hipodermis adaxial, la forma de las células en empalizada, la presencia de rafidios y el ancho de las células epidérmicas abaxiales. El dendrograma final mostró siete grupos, que podrían considerarse como *taxa* distintos. De los nombres incluidos en el análisis se reconocen los siguientes *taxa* *Hechtia bracteata*, *H. confusa*, *H. perotensis*, *H. podantha*, *H. tehuacana* y dos especies no descritas. Se elaboró el tratamiento taxonómico de dichos *taxa* y se aportan datos sobre la distribución geográfica y la fenología de las especies.

ABSTRACT

Hechtia Klotzsch has its diversity center in Mexico, grows in arid environments all over the country, and comprises 55 *taxa* with 50 (90.9%) endemic species. *Hechtia* occur in all states of the Mexican Republic with exception of Baja California, Distrito Federal, Quintana Roo, Tabasco and Tlaxcala; the altitudinal range of the genus occur between 500 and 1000 m. Based in morphological and anatomical characters the taxonomic and nomenclatural situation of the next names were analyzed: *Hechtia bracteata*, *H. confusa*, *H. liebmannii*, *H. perotensis*, *H. podantha* y *H. tehuacana*. All members of the complex possess exclusive morphological characters like, ovate - triangular primary bracts equal or larger than the primary branches; green to green - yellowish flowers and inflorescences twice branched. Based in a bibliographic revision, an herbarium specimens revision from 23 institutional collections including type material, the field work in some populations of the *taxa*, anatomical foliar data, and multivariate analysis statistics, I identified the most important taxonomic characters for the delimitation of the species. A total of 34 morphological characters, vegetative and reproductive, were examined comprising 29 quantitative and five qualitative characters, one multistate and the rest were scored as binary; and 39 anatomical foliar characters, four qualitative binary characters and the rest quantitative. A principal components analysis was carried out to examine the variation of characters, and pattern of morphological and anatomical relationships between OTU's; cluster analysis was used to establish groups of OTU's, and discriminant analysis was carried out to verify these groups, with the aim to identify the principal

suit of discriminating characters. The multivariate techniques showed that the most important characters for species delimitation were the basal width of floral bracts, the width at the middle portion of foliar blades, the number of adaxial hypodermis layers, the palisade cells shape, the raphids presence, and the width of the abaxial surface epidermic cells. The cluster analysis showed seven groups that let us recognize the following *taxa*: *Hechtia bracteata*, *H. confusa*, *H. perotensis*, *H. podantha*, *H. tehuacana*, and two undescribed species. The taxonomic treatment of these *taxa* was elaborated and geographic distribution and phenological data of species were then included.

ÍNDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	III
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	12
OBJETIVOS.....	17
MÉTODOS	18
1. Trabajo de campo.....	18
2. Trabajo de herbario.....	18
3. Trabajo de laboratorio.....	22
4. Trabajo de gabinete.....	24
RESULTADOS.....	28
1. Trabajo de campo.....	28
2. Trabajo de herbario.....	31
3. Trabajo anatómico.	32
4. Trabajo de gabinete.....	32
Análisis estadísticos usando datos morfológicos.....	32
I. Análisis con datos morfológicos de plantas femeninas y masculinas.	35
II. Análisis con datos morfológicos de plantas femeninas.....	46
III. Análisis con datos morfológicos de plantas masculinas.	55
Análisis estadísticos usando datos anatómicos.....	64
IV. Análisis con datos anatómicos.	67
Análisis estadísticos usando datos anatómicos y morfológicos.....	77
V. Análisis con datos anatómicos y morfológicos.	77
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	89
CONSIDERACIONES FINALES.....	96

TRATAMIENTO TAXONÓMICO.....	98
LITERATURA CITADA	158
APÉNDICE 1. LISTA DE NÚMEROS DE COLECTA CONSIDERADOS EN LA MATRIZ DE DATOS MORFOLÓGICOS.....	168
APÉNDICE 2. MATRIZ DE DATOS CON CARACTERES MORFOLÓGICOS.	171
APÉNDICE 3. LISTA DE NÚMEROS DE COLECTA CONSIDERADOS EN LA MATRIZ DE DATOS ANATÓMICOS Y EN LA MATRIZ DE DATOS ANATÓMICOS Y MORFOLÓGICOS.	181
APÉNDICE 4. MATRIZ DE DATOS CON CARACTERES ANATÓMICOS.....	182
APÉNDICE 5. MATRIZ DE DATOS CON CARACTERES ANATÓMICOS Y MORFOLÓGICOS.	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución geográfica del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez.....	16
Figura 2. Distancia de medición de los caracteres morfológicos cuantitativos usados en los análisis estadísticos.....	33
Figura 3. Proyección gráfica de los caracteres morfológicos usados en el análisis de componentes principales para 68 UTOs. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.	38
Figura 4. Gráfica de dispersión de las 68 UTOs usadas en el análisis de componentes principales con datos morfológicos. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.	39
Figura 5. Dendrograma del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez obtenido con datos morfológicos.	42
Figura 6. Gráficas de los seis grupos analizados y 15 caracteres morfológicos. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.	45
Figura 7. Proyección gráfica de los caracteres morfológicos usados en el análisis de componentes principales para plantas femeninas. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.	49
Figura 8. Gráfica de dispersión de las UTOs femeninas en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.....	50
Figura 9. Dendrograma del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez obtenido con datos morfológicos de plantas femeninas.....	52
Figura 10. Gráficas de los cuatro grupos analizados y cinco caracteres morfológicos de plantas femeninas. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.	54
Figura 11. Proyección gráfica de los caracteres morfológicos usados en el análisis de componentes principales para plantas masculinas. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.	59
Figura 12. Gráfica de dispersión de las UTOs masculinas en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.....	60
Figura 13. Dendrograma del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez obtenido con datos morfológicos de plantas masculinas.	61
Figura 14. Gráficas de los cuatro grupos analizados y siete caracteres morfológicos de plantas masculinas. A. Eje1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.....	63
Figura 15. Caracteres anatómicos foliares usados en los análisis estadísticos.	65
Figura 16. Proyección gráfica de los caracteres anatómicos usados en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.....	70
Figura 17. Gráfica de dispersión de las 36 UTOs en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.....	71

Figura 18. Dendrograma del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez obtenido con datos anatómicos.....	73
Figura 19. Gráficas de los cuatro grupos analizados y seis caracteres anatómicos. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.	76
Figura 20. Proyección gráfica de los caracteres anatómicos y morfológicos usados en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.	81
Figura 21. Gráfica de dispersión de las 36 UTOs en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.....	82
Figura 22. Dendrograma del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez obtenido con datos anatómicos y morfológicos.....	84
Figura 23. Gráficas de los siete grupos analizados y 12 caracteres anatómicos y morfológicos. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.....	88
Figura 24. Mapa de distribución de las especies del complejo <i>Hechtia podantha</i> Mez	95
Figura 25. Distribución geográfica de <i>Hechtia bracteata</i> Mez	107
Figura 26. <i>Hechtia bracteata</i> Mez	108
Figura 27. Distribución geográfica de <i>Hechtia confusa</i> L. B. Sm.....	116
Figura 28. <i>Hechtia confusa</i> L. B. Sm.....	117
Figura 29. Distribución geográfica de <i>Hechtia perotensis</i> I. Ramírez & Martínez-Correa	123
Figura 30. <i>Hechtia perotensis</i> I. Ramírez – Martínez – Correa	124
Figura 31. Distribución geográfica de <i>Hechtia podantha</i> Mez	133
Figura 32. <i>Hechtia podantha</i> Mez	134
Figura 33. Distribución geográfica de <i>Hechtia tehuacana</i> B. L. Rob.	141
Figura 34. <i>Hechtia tehuacana</i> B. L. Rob.	142
Figura 35. Distribución geográfica de <i>Hechtia sp. 1</i>	149
Figura 36. <i>Hechtia sp. 1</i>	150
Figura 37. Distribución geográfica de <i>Hechtia sp 2</i>	156
Figura 38. <i>Hechtia sp. 2</i>	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sitios de colecta de las especies incluidas en el complejo <i>Hechtia podantha</i> Mez.	29
Tabla 2. Ejemplares revisados de los <i>taxa</i> del complejo de especies de <i>Hechtia podantha</i> Mez.	31
Tabla 3. Lista de caracteres morfológicos usados en los análisis estadísticos.	34
Tabla 4. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos morfológicos para 68 UTOs.	35
Tabla 5. Cargas de los caracteres morfológicos para los tres primeros componentes de las 68 UTOs.	37
Tabla 6. Análisis canónico de los seis grupos obtenidos con datos morfológicos.	44
Tabla 7. Matriz de estructura de los caracteres morfológicos para los primeros tres ejes canónicos.	44
Tabla 8. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos morfológicos para plantas femeninas.	46
Tabla 9. Cargas de los caracteres morfológicos para los tres primeros componentes de plantas femeninas.	48
Tabla 10. Análisis canónico para los cuatro grupos obtenidos con datos morfológicos de plantas femeninas.	53
Tabla 11. Matriz de estructura de los caracteres morfológicos de plantas femeninas para los tres primeros ejes canónicos.	54
Tabla 12. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos morfológicos para plantas masculinas.	55
Tabla 13. Cargas de los caracteres morfológicos para los tres primeros componentes de plantas masculinas.	58
Tabla 14. Análisis canónico para los cuatro grupos obtenidos con datos morfológicos de plantas masculinas.	62
Tabla 15. Matriz de estructura de los caracteres morfológicos de plantas masculinas para los tres primeros ejes canónicos.	62
Tabla 16. Lista de caracteres anatómicos foliares usados en los análisis estadísticos.	66
Tabla 17. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos anatómicos.	67
Tabla 18. Cargas de los caracteres anatómicos para los tres primeros componentes.	69
Tabla 19. Análisis canónico para los cuatro grupos obtenidos con datos anatómicos.	75
Tabla 20. Matriz de estructura de los caracteres anatómicos para los tres primeros ejes canónicos.	75
Tabla 21. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos anatómicos y morfológicos.	78

Tabla 22. Cargas de los caracteres anatómicos y morfológicos para los tres primeros componentes.....	79
Tabla 23. Análisis canónico para los siete grupos obtenidos con datos anatómicos y morfológicos.....	87
Tabla 24. Matriz de estructura de los caracteres anatómicos y morfológicos para los tres primeros ejes canónicos.....	87
Tabla 25. Grupos obtenidos en los análisis estadísticos.....	95

INTRODUCCIÓN

La Familia Bromeliaceae agrupa cerca de 3,086 especies incluidas en 56 géneros (Luther, 2006) y tres subfamilias (Bromelioideae, Pitcairnioideae y Tillandsioideae), las cuales han sido delimitadas por características tanto florales como de fruto y semilla. Todas las Bromeliáceas son endémicas de América, con excepción de *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr., nativa del oeste de África, especie claramente aislada y disyunta, que posee un número de caracteres hasta ahora desconocidos en otras especies del género (Dahlgren et al., 1985; Porembski & Barthlott, 1999 y Givnish et al., 2004).

La mayoría de los *taxa* tienen una distribución tropical y subtropical distribuyéndose principalmente en Centro y Sudamérica; son generalmente plantas herbáceas que pueden ser epífitas, terrestres o rupícolas. Asimismo, la familia es notable por su diversidad ecológica, ya que incluye especies de hábitos méxicos, semiméxicos y xéricos.

Diversas investigaciones sobre la filogenia de Bromeliaceae se han llevado a cabo y han incluido análisis filogenéticos de las tres subfamilias (Ranker et al., 1990; Terry et al., 1997; Horres et al., 2000; Crayn et al., 2004 y Givnish et al., 2004), de los géneros de Tillandsioideae (Gilmartin & Brown, 1987; Terry & Brown, 1997 y Barfuss et al., 2004 y 2005), de Pitcairnioideae (Varadarajan & Gilmartin, 1988a y Crayn et al., 2000) y de Bromelioideae (Gelli de Faria et al., 2004). La monofilia de la familia

ha sido claramente establecida y soportada con base en análisis morfológicos y moleculares (Gilmartin & Brown, 1987; Ranker et al., 1990; Terry et al., 1997 y Horres et al., 2000). Las principales sinapomorfias de la familia son: 1) la presencia de escamas peltadas, 2) el perianto diferenciado en cáliz y corola, 3) la forma sinuosa de las paredes de las células epidérmicas, 4) la presencia de cuerpos de sílice en las células epidérmicas, 5) la presencia de más de cuatro células estomáticas subsidiarias, 6) los estomas con bordes superiores prominentes, 7) la vaina del haz fibrosa, 8) el estigma conduplicado – espiral y 9) el óvulo con un integumento externo que presenta una variedad de modificaciones (Robinson, 1969; Varadarajan & Gilmartin, 1987; 1988a y 1988c y Judd et al., 1999).

Algunos autores han contribuido a esclarecer el origen de la familia. Smith (1934) sugiere que ésta tuvo su origen en la parte central de Los Andes y que el ancestro fue una planta terrestre que tenía semillas aladas, las cuales estaban adaptadas a la dispersión por el viento. Posteriormente, su progenie descendió a las tierras bajas, habitando bosques tropicales y adaptándose a esas nuevas condiciones desarrollando el epifitismo, así como características específicas de las semillas para la dispersión por animales. Medina (1974) propone, con base en su estudio ecofisiológico sobre la fijación de CO₂, que el ancestro de las Bromeliaceae fue un grupo terrestre que habitaba áreas expuestas con gran intensidad luminosa y suelos con alto contenido de humedad. De este ancestro se originaron tres linajes que corresponden a las tres subfamilias reconocidas actualmente, y consideraba a Pitcairnioideae como el grupo más primitivo, debido a las condiciones en las que

habitan sus especies (ambientes áridos) y por la succulencia y el hábito terrestre de sus *taxa*. En esta misma línea de evolución surgieron las Bromelioideae cuyo epifitismo apareció como una característica secundaria; a diferencia de la otra rama evolutiva que incluye a Tillandsioideae y en donde el hábito epífita característico de la subfamilia surgió tempranamente.

Los aspectos anatómicos de los *taxa* de la familia han sido abordados con diversos objetivos. Tomlinson (1969 en: Benzing, 2000 y Proença & Sajo, 2004) en su revisión de las Monocotiledóneas, caracteriza a cada una de las tres subfamilias con base en la estructura de las escamas foliares, los estomas y el mesófilo. Con base en los estomas reconoce tres tipos basados en su estructura y posible funcionamiento:

1. Estomas con las células guarda y subsidiarias con paredes delgadas alineadas con el resto de la epidermis y con una cámara subestomática obstruida que posee extensiones de la epidermis adyacente o de las células hipodérmicas.
2. Estomas con las células guarda con paredes engrosadas. La apertura puede sobresalir por arriba de la epidermis adyacente, mientras que el resto del aparato subestomático está por debajo de la superficie de la hoja.
3. Estomas con las células epidérmicas vecinas y subsidiarias modificadas distinguen al tercer tipo de estoma. Difiere del tipo anterior porque las células epidérmicas carecen de extensiones conspicuas, sin embargo las protuberancias que sobresalen de las células subsidiarias engrosadas algunas

veces obstruyen completamente la cavidad superestomática.

Smith & Downs (1974) aportan un panorama general de las características anatómicas de la familia, en el cual sobresalen las siguientes:

- Las hojas de las Bromeliaceae se caracterizan por presentar epidermis constituida por células pequeñas con lúmenes pequeños y paredes internas engrosadas.
- Las paredes laterales de las células epidérmicas están reforzadas por dobleces ondulados a sinuosos.
- Las células hipodérmicas con frecuencia tienen contenidos ergásticos pardos y algunas veces contienen fragmentos de cristales de sílice. También se presentan gotas de ácidos tánicos.
- El clorénquima está casi siempre separado del haz de la hoja por células almacenadoras de agua.
- El clorénquima de la hoja puede ocupar todo el mesófilo, la mayor parte de éste, sólo la mitad, una porción central o bien estar presente en el haz y en el envés de la hoja. También están presentes una o dos capas de tejido de reserva de agua intercalándose con el clorénquima de la hoja.
- Los estomas están situados sobre la superficie abaxial de la hoja y se caracterizan por presentar lúmenes angostos, al menos una célula lateral y un par de células accesorias polares.
- La estructura de los tricomas varía en las tres subfamilias. Ésta es claramente concéntrica y distingue a Tillandsioideae del resto de la familia. Sin embargo,

otros patrones son más variables tales como la densidad de los tricomas y la forma de los escudos, que algunas veces también varía a través de toda la hoja.

Benzing (2000), relaciona la morfología y las características anatómicas de las estructuras foliares con la fisiología y la mecánica de la planta, y menciona aspectos como los patrones de coloración de las hojas de algunas especies, la importancia de la epidermis y de la cutícula en retardar la pérdida de agua y reflejar la luz, la importancia de los surcos longitudinales sobre la cara abaxial de la hoja y la fuerza mecánica derivada de la vaina del haz y de las fibras de ésta, el desarrollo de la escama y su papel en la absorción del agua, el papel relevante de las células epidérmicas, que más allá de incluir a los estomas y los tricomas, varían en forma y alineación y otras características que probablemente poseen propiedades funcionales importantes como por ejemplo, proveer de dureza y de fuerza a las hojas.

Debido a su valioso papel en la economía del agua de la planta, se ha dado especial importancia a los estudios de las escamas foliares, especialmente en la subfamilia Tillandsioideae (Smith & Downs, 1974; Benzing, 1976; 1978 y 2000; Heine, 1979; Varadarajan & Gilmartin, 1987 y Mondragón & Barredo, 1999). Los tricomas de las Bromeliaceae están formados por un pedicelo y un escudo y existe variación en la complejidad de la forma y la función de éstos entre las tres subfamilias. El tipo más

simple se presenta en Pitcairnioideae y la mayor complejidad en estructura y función se presenta en Tillandsioideae.

La subfamilia Pitcairnioideae incluye 16 géneros y 691 especies (Luther, 2006) y es considerada como la más primitiva en términos de hábito, mecanismos de balance de agua, absorción de nutrientes y dependencia del suelo. Incluye plantas con semillas aladas, fruto capsular, hojas con márgenes espinosos a serrados y de hábito terrestre (Smith, 1934; Gilmartin & Brown, 1987 y Horres et al., 2000). Asimismo, los *taxa* de Pitcairnioideae prosperan en un amplio continuo de sustratos, como suelos infértiles y de extrema aridez (Benzing et al., 1985).

Diversos autores han estudiado las relaciones filogenéticas de los géneros de Pitcairnioideae (Smith, 1934), la clasificación al interior de la subfamilia (Varadarajan & Gilmartin, 1988a y 1988b, Robinson & Taylor, 1999 y Crayn et al. 2000) y sus implicaciones sistemáticas (Varadarajan & Gilmartin, 1987 y 1988c).

La monofilia de Pitcairnioideae está en debate, Varadarajan & Gilmartin (1988a), en su análisis morfológico y anatómico, establecen la monofilesis de ésta con base en la presencia de un integumento externo del óvulo no plumoso y no gelatinoso, siendo las sinapomorfias de la subfamilia las láminas foliares con los márgenes espinosos a serrados y las escamas foliares con un anillo asimétrico. Sin embargo, estudios basados en genoma de cloroplasto sugieren una división de la subfamilia; Ranker et al. (1990) mencionan que Pitcairnioideae es parafilética; Terry et al. (1997) con base

en sus resultados establecen la parafilia de Pitcairnioideae, a la vez que obtienen dos linajes: 1) *Brocchinia* y 2) Pitcairnioideae (excepto *Brocchinia* y *Puya*); Horres et al. (2000) mencionan que Pitcairnioideae es claramente polifilética, sugiriendo la existencia de cuatro linajes: 1) *Brocchinia* y *Ayensua*, 2) *Hechtia*, 3) *Puya* y 4) Pitcairnioideae s. str.; Crayn et al. (2000 y 2004) en su estudio sobre la evolución del tipo fotosintético CAM reconocen varios linajes dentro de la subfamilia y abordan las relaciones entre ellos y Givnish et al. (2004 y 2008 en: APG) proponen las siguientes subfamilias: 1) Brocchinoideae, 2) Lindmanioideae, 3) Hechtioideae, 4) Navioideae, 5) Pitcairnioideae y 7) Puyoideae.

Smith (1934) sugiere, con base en la distribución geográfica así como en un análisis morfológico del fruto de las Pitcairnioideae, como sitio de origen del grupo a Los Andes. Medina (1974) propone un origen en áreas expuestas, caracterizadas por una alta intensidad de luz y suelos con alto contenido de humedad. Varadarajan (1987) y Varadarajan & Gilmartin (1988a) proponen, con base en un análisis que cubre aspectos de geología, clima, vegetación, barreras migratorias y distribución geográfica de los géneros, que la subfamilia evolucionó en las tierras altas de la Guyana. Argumentan que: 1) las características de sus hábitats propiciaron la proliferación de miembros méxicos y semiméxicos que se diversificaron por un lado hacia los Andes, con especies xéricas principalmente y por otro hacia Brasil y México con los linajes actuales y 2) la existencia de más de un tercio del total de los géneros y ca. 140 especies de la subfamilia están presentes en la Guyana. Givnish et al. (2004) proponen que la subfamilia divergió de un ancestro que surgió en Los Andes,

posteriormente la distribución del grupo se extendió hacia el norte del Amazonas, centro y norte de los Andes y finalmente a Brasil.

Varios trabajos relacionados con la anatomía foliar de los *taxa* de Pitcairnioideae y de otros géneros de la familia, con énfasis en aspectos comparativos (Robinson, 1969 y Flores, 1975), sistemáticos (Varadarajan & Gilmartin, 1987; Aoyama & Sajo, 2003; Palací et al., 2004; Proença & Sajo, 2004 y De Sousa et al., 2005) y de relaciones filogenéticas (Varadarajan & Gilmartin, 1988a), nos muestran la importancia y la utilidad de los caracteres anatómicos para el entendimiento de las especies.

Tal es el caso del trabajo de Robinson (1969), quién reconoció dos grupos diferentes en Pitcairnioideae:

1. Géneros con tejido foliar diferenciado en clorénquima y tejido de almacenamiento de agua: *Ayensua*, *Brocchinia*, *Connellia*, *Cottendorfia*, *Fosterella*, *Pitcairnia* y *Puya*.
2. Géneros que no presentan una clara diferenciación entre clorénquima y tejido de almacenamiento de agua: *Abromeitiella*, *Deuterocohnia*, *Dyckia*, *Encholirium* y *Hechtia*.

En la flora de México, la familia Bromeliaceae ocupa el decimoquinto lugar en cuanto a número de especies de plantas vasculares, y dentro de las monocotiledóneas el cuarto, precedida por Poaceae, Orchidaceae y Cyperaceae (Villaseñor, 2003 y

2004). *Tillandsia* es uno de los géneros mexicanos mejor representados en la flora del país con ca. 215 especies (Espejo & López – Ferrari, com. pers.).

En México, las Bromeliáceas están representadas por las tres subfamilias reconocidas por Smith & Downs (1974), por 18 géneros y cerca de 342 especies (Espejo et al., 2004). Los *taxa* de la familia están distribuidos en todos los estados de la República Mexicana, siendo Oaxaca (171 spp.), Chiapas (141 spp.), Veracruz (91 spp.), Guerrero (88 spp.) y Jalisco (72 spp.), los que poseen el mayor número de especies. En lo relativo al porcentaje de endemitas, Oaxaca (43 spp), Guerrero (18 spp.), Chiapas (16 spp.) y Veracruz (12 spp.) son los estados que presentan el mayor número de éstos (Espejo et al. 2004 y 2007b).

Los géneros con mayor número de *taxa* en el país son *Tillandsia*, *Hechtia* y *Pitcairnia* con 215, 52 y 45 especies, respectivamente.

La familia está presente también en todos los tipos de vegetación que prosperan en México (*sensu* Rzedowski, 1978), los cuales han sido colonizados con éxito debido a las adaptaciones especiales que las Bromeliáceas poseen para establecerse en diversos ambientes. Asimismo, por ser la familia un componente principal de y abundante en algunos tipos de vegetación y dada la gran diversidad de hábitos y de adaptación fisiológica que presentan sus *taxa* ante las condiciones ambientales, juega un papel florístico y ecológico relevante. Por otra parte, muchas de las

especies de la familia tienen importancia económica desde el punto de vista ornamental, medicinal, alimenticio, etc. (Benzing, 2000).

La mayor parte de las especies de la familia poseen flores bisexuales, sin embargo algunas especies de *Catopsis* Griseb., *Cottendorfia* Schult. & Schult. f. y *Dyckia* Schult. & Schult. f. tienen flores unisexuales o funcionalmente unisexuales; además, *Aechmea mariae-reginae* H. A. Wendl., *Androlepis skinneri* (K. Koch) Brongn. ex Houliet y todas las especies de *Hechtia*, tienen flores unisexuales excepto *Hechtia gayorum* L. W. Lenz que presenta flores unisexuales y bisexuales (Burt-Utley & Utley, 1988 y 1990; Lenz, 1995 y Robinson & Taylor, 1999).

Hechtia Klotzsch, es un género con 55 especies (Espejo et al., 2004; 2007a y 2008), todas endémicas de México con excepción de 5 (Smith & Downs, 1974; Burt-Utley & Utley, 1988; Espejo & López-Ferrari, 1994; Espejo et al., 2004 y 2007a). Su área de distribución comprende desde el sur de Texas hasta el norte de Nicaragua, siendo México el centro de diversificación y de mejor distribución del género con 52 de los 55 *taxa* conocidos, es decir, el 94.5% de las especies se encuentran en territorio mexicano, localizándose principalmente en regiones áridas de todo el país.

Hechtia está presente en todos los estados de la República Mexicana con excepción de Baja California, Distrito Federal, Quintana Roo, Tabasco y Tlaxcala. Las entidades con mayor diversidad son Oaxaca, Puebla y Guerrero. Altitudinalmente, las especies

se distribuyen entre los 0 y 2,600 m s. n. m. pero son más frecuentes entre los 500 y 1000 m.

De las 52 especies mexicanas 50 son endémicas, es decir el 96.1% y el 90.9% del total del género. Los estados que presentan el mayor número de *taxa* endémicos son Oaxaca (13 spp.), Guerrero (4 spp.), Veracruz (3 spp.) y Jalisco (3 spp.). Es importante mencionar que si nos ajustamos a los criterios propuestos por Rzedowski (1991a y 1991b) en sus análisis sobre la diversidad, orígenes y endemismo de la flora fanerogámica mexicana, el porcentaje de endemitas de *Hechtia* alcanzaría 100% para Megaméxico 1, 96% para Megaméxico 2 y 100% para Megaméxico 3. Es interesante notar que 27 especies tienen registro para menos de cinco municipios y que de éstas, ocho son endemitas de uno solo.

La particular distribución geográfica de *Hechtia* y el parentesco con géneros sudamericanos de la misma subfamilia (*Abromeitiella* Mez, *Dyckia* Schult. & Schult. f., *Encholirium* Mart. ex Schult & Schult f. y *Puya* Molina) (Givnish et al., 2004), hacen pensar que el grupo se expandió desde Los Andes, Centroamérica y México, debido a la disponibilidad de hábitats para colonizar (Varadarajan & Gilmartin, 1988a); encontrando en México el lugar propicio para su diferenciación y diversificación.

ANTECEDENTES

Hechtia es un género que agrupa plantas dioicas, rara vez monoicas, terrestres o rupícolas, de tallos cortos o ausentes, en ocasiones caulescentes. Sus hojas, dispuestas en roseta, tienen generalmente el ápice pungente y el margen espinoso a serrado. El escapo está bien desarrollado, puede ser terminal o lateral, erecto y ascendente, con las brácteas inferiores foliáceas y las superiores vaginiformes. La inflorescencia es dos a cuatro o cinco veces dividida, con las ramas densa a laxamente dispuestas. Las flores son funcionalmente unisexuales, el estilo está ausente y el estigma consiste de tres lóbulos libres y erectos.

Desde la publicación de Flora Neotrópica (1974), en donde Smith & Downs proporcionan descripciones y claves de identificación para las especies de *Hechtia*, han sido pocas las contribuciones para este género, las cuales comprenden trabajos florísticos, tanto regionales (Smith & Downs, 1974; Mc Vaugh, 1989; Utley & Burt-Utley, 1994; Victoria, 2001; Ramírez–Morillo et al., 2000 y 2004; Pulido–Esparza et al., 2004; Espejo et al., 2005 y 2007b), como nacionales (Espejo, A. & López–Ferrari, 1994 y 1998 y Espejo et al., 2004) de la familia a la cual pertenece *Hechtia*. También existen diversas contribuciones en las que se describen nuevas especies (Burt–Utley & Utley, 1987; 1988 y 1993; Lenz, 1995; Espejo et al., 2007a y 2008); así como trabajos taxonómicos y filogenéticos de la subfamilia Pitcairnioideae a la cual pertenece el género (Varadarajan & Gilmartin, 1988a; 1988b y 1988c; Robinson &

Taylor, 1999 y Crayn et al., 2000); careciendo hasta el momento de algún trabajo monográfico y filogenético exclusivo para *Hechtia*.

Los estudios anatómicos se han enfocado a aspectos ecológicos (Benzing, 1976), descriptivos (Flores, 1975) y en menor medida a cuestiones taxonómicas (Varadarajan & Gilmartin, 1987). Asimismo, existen trabajos de anatomía foliar realizados en otros *taxa* de Bromeliaceae, en los cuales se abordan características más bien generales de *Hechtia* y de otros géneros de la subfamilia Pitcairnioideae.

Los nombres incluidos en este trabajo son: *Hechtia bracteata* Mez, *Hechtia confusa* L. B. Sm., *Hechtia liebmannii* Mez, *Hechtia perotensis* I. Ramírez & Martínez – Correa, *Hechtia podantha* Mez y *Hechtia tehuacana* B. L. Rob., los cuales se han aplicado a plantas que poseen caracteres morfológicos exclusivos y distintos de otras especies de *Hechtia*, tales como las brácteas primarias de gran tamaño y de forma ovado - triangular, las cuales son de igual tamaño o más largas que las ramas primarias, flores de color verde a verde - amarillento (con excepción de *H. bracteata*, en la cual son de color blanco) y la inflorescencia dos veces dividida. Son plantas terrestres o raramente rupícolas y su distribución conocida comprende los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz; en donde habitan en matorrales xerófilos y en bosques tropicales caducifolios (Figura 1).

Desde el punto de vista anatómico, las especies del complejo *Hechtia podantha*, al ubicarse dentro de la tribu Puyeeae, se definen por características tales como: escamas foliares simétricas o asimétricas con un pedicelo formado por dos a tres células, escamas foliares en las ranuras epidérmicas dispuestas en hileras sobrelapadas, superficie epidérmica con valles y crestas, clorénquima diferenciado en esponjoso y en empalizada, tejido de almacenamiento de agua periférico o interno y la presencia de hipodermis esclerenquimática (Varadarajan & Gilmartin 1988b).

La situación taxonómica y nomenclatural de las especies incluidas en el complejo a estudiar ha estado desde hace tiempo en debate. Smith & Downs (1974) reconocen *Hechtia podantha* y *H. confusa*, en tanto que colocan como sinónimos de la primera a *H. tehuacana* y *H. liebmannii*. Asimismo, ubican a *H. bracteata* como sinónimo de *H. schottii* Baker ex Hemsley. Aunque estos dos últimos *taxa* poseen flores de color blanco, *H. schottii* es una especie endémica de la Península de Yucatán (Campeche y Yucatán) (Ramírez - Morillo et al., 2000 y 2004), y a diferencia de *H. bracteata*, su inflorescencia es lateral, las ramas primarias son de gran tamaño y las brácteas primarias cortas.

Espejo y López – Ferrari (1994) reconocen a *Hechtia confusa* y *H. podantha*, ésta última incluyendo a *H. bracteata*, *H. liebmannii* y *H. tehuacana*, aunque en una contribución posterior (Espejo et al., 2004) reconocen a tres especies: *H. confusa*, *H. liebmannii* y *H. podantha*; ésta última con dos sinónimos, *H. bracteata* y *H. tehuacana*.

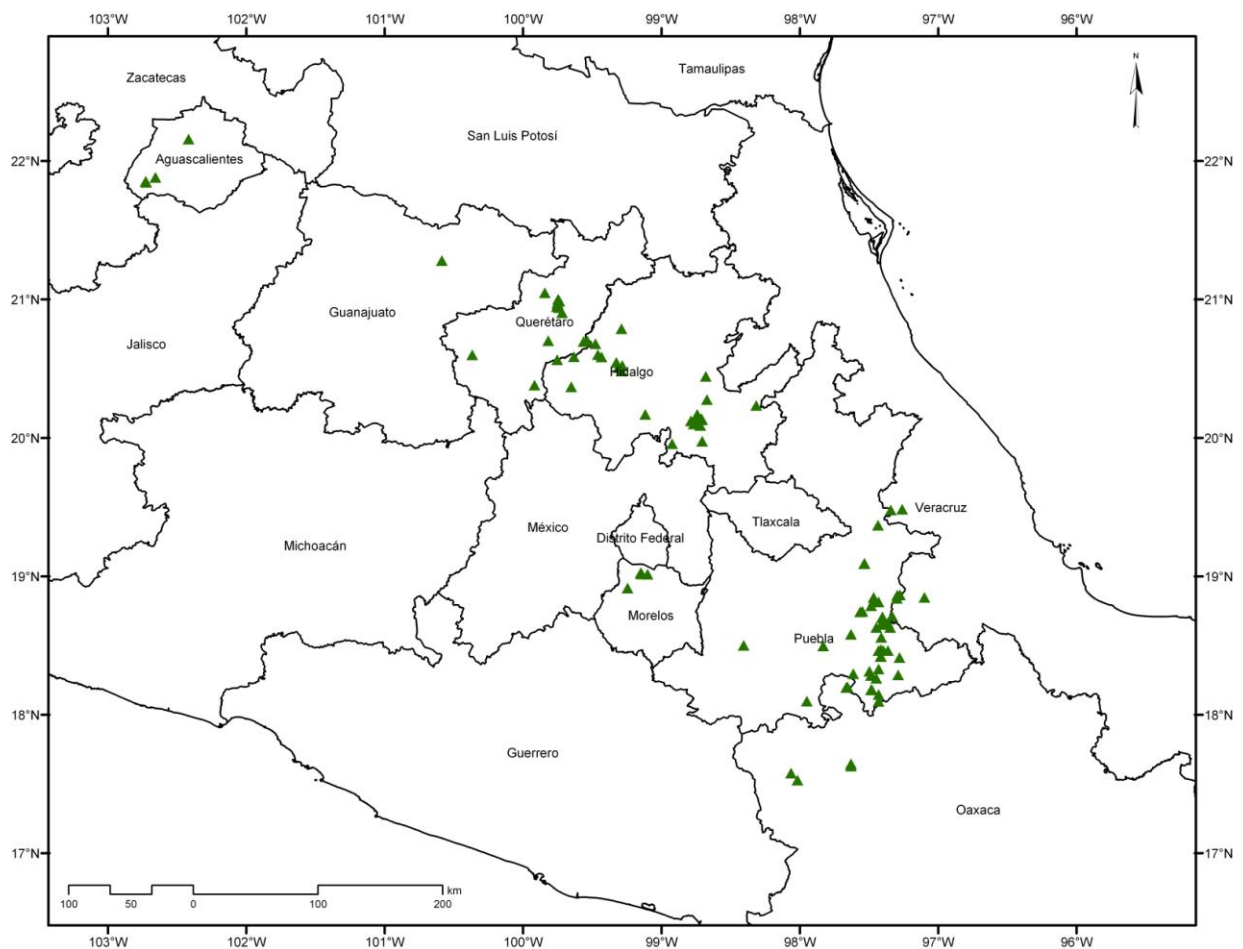
Algunos trabajos florísticos (Espejo et al., 2004) mencionan que *Hechtia podantha* está presente en Veracruz (Perote) por lo que podría pensarse que los autores incluyeron material del *taxon* que posteriormente fue descrito como *H. perotensis* (Espejo et a., 2007a) bajo este primer nombre, debido a las características morfológicas de la flor y de las ramas y brácteas primarias que son similares en ambas especies.

Las especies de *Hechtia* se encuentran escasamente representadas en las colecciones institucionales, tanto mexicanas como extranjeras, debido principalmente a la dificultad que representa su recolección, ocasionada por lo agresivo de las hojas espinosas y a las plantas de gran tamaño así como a su corto período de floración; además, las plantas son dioicas y generalmente son recolectados ejemplares que corresponden a un solo sexo. Aunado a esto, 31 especies mexicanas son conocidas únicamente de la localidad tipo (Espejo et al., 2004) y las descripciones de algunos *taxa*, son incompletas debido a que se obtuvieron sólo de plantas de un sexo o bien de colectas fragmentarias y generalmente los datos de localidad son incompletos o poco precisos.

Lo anterior se ha traducido en problemas taxonómicos y nomenclaturales que han complicado el entendimiento del género y el reconocimiento de sus *taxa*, haciendo necesaria la realización de investigaciones y de colectas de material botánico de ambos sexos, enfocadas a la búsqueda de caracteres morfológicos y anatómicos

que sean útiles para el reconocimiento y delimitación de especies, así como a aspectos biogeográficos y florísticos que se traduzcan en un conocimiento integral de la biosistemática y biogeografía del género.

Figura 1. Mapa de distribución geográfica del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez



OBJETIVOS

General

- Realizar la revisión sistemática del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez, el cual incluye al menos los siguientes nombres: *Hechtia bracteata* Mez, *Hechtia confusa* L. B. Sm., *Hechtia liebmannii* Mez, *Hechtia perotensis* I. Ramírez & Martínez – Correa, *Hechtia podantha* Mez y *Hechtia tehuacana* B. L. Rob.

Particulares:

- Determinar las características morfológicas y anatómicas foliares de cada uno de los *taxa* incluidos en el complejo de especies.
- Determinar los patrones de distribución geográfica de cada una de las especies estudiadas.
- Describir morfológica y anatómicamente a cada una de las especies del complejo.
- Obtener claves de identificación para los *taxa* del complejo.
- Delimitar la situación taxonómica y nomenclatural de los *taxa* estudiados.

MÉTODOS

1. Trabajo de campo.

- A. Colecta de material botánico. Se realizaron viajes de trabajo a las diversas localidades donde se distribuyen las especies estudiadas, con el propósito de obtener datos de su distribución, de su fenología y del tipo de vegetación donde crecen; así como para la recolección de material botánico para su posterior estudio.
- B. Colecta de material anatómico. Para la colecta de material anatómico se cortaron trozos de aproximadamente 5 mm de grosor de la porción media de la lámina de una hoja de la parte externa de la roseta y se colocaron en solución FAA (formol - ácido acético - alcohol etílico) para fijarlos (Johansen, 1940; Sass, 1958; Berlyn & Miksche, 1976; Hernández, 1990; Aguilar et al., 1996 y Gaviño et al., 1997).

2. Trabajo de herbario.

- A. Revisión de material herborizado de los *taxa* incluidos en el estudio, incluyendo material tipo, depositados en las colecciones de los siguientes herbarios institucionales:
- Herbario de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo (CHAP).

- Herbario – Hortorio, Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados (CHAPA).
- Herbario de la Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).
- Herbario del Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB).
- Herbario del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (FCME).
- Herbario del Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A. C. (IEB).
- Herbario del Departamento de Biología Experimental, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (IZTA).
- Herbario Nacional, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU).
- Herbario Metropolitano Ramón Riba y Nava Esparza, Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa (UAMIZ).

Asimismo se revisaron fotografías de ejemplares de las especies incluidas en el complejo, depositadas en el herbario UAMIZ, correspondientes a los siguientes herbarios:

- Herbario del Departamento de Botánica, Museo de Historia Natural. Londres, Inglaterra (BM).

- Herbario del Instituto de Sistemática y Geobotánica, Universidad de Göttingen. Göttingen, Alemania (GOET).
- Herbario del Real Jardín Botánico. Kew, Richmond, Inglaterra. (K).
- Herbario del Real Jardín Botánico. Madrid, España (MA).
- Herbario del Jardín Botánico de Nueva York, Nueva York, Estados Unidos (NY).
- Herbario del Laboratorio de Fanerógamas, Museo Nacional de Historia Natural. París, Francia (P).
- Herbario de la Universidad de California. Berkeley, California, Estados Unidos (UC).
- Herbario Nacional de Estados Unidos, Departamento de Botánica, Instituto Smithsonian, Washington, Estados Unidos (US).
- Herbario Pringle, Departamento de Botánica, Universidad de Vermont. Burlington, Vermont, Estados Unidos (VT).
- Herbario del Departamento de Botánica, Museo de Historia Natural, Viena, Austria (W).
- Herbario del Instituto de Botánica Sistemática, Universidad de Zürich. Zürich, Suiza (Z).

Se revisaron ejemplares de las especies estudiadas depositados en calidad de préstamo en el herbario CICY y correspondientes a los siguientes herbarios:

- Herbario del Centro Regional del Bajío, Instituto de Ecología, A. C. (IEB).
- Herbario del Real Jardín Botánico. Kew, Richmond, Inglaterra. (K).

- Herbario de la Universidad de Michigan, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos (MICH).
- Herbario del Laboratorio de Fanerógamas, Museo Nacional de Historia Natural. París, Francia (P).
- Herbario de la Universidad de California. Berkeley, California, Estados Unidos (UC).
- Herbario Pringle, Departamento de Botánica, Universidad de Vermont. Burlington, Vermont, Estados Unidos (VT).
- Herbario del Departamento de Botánica, Universidad de Wisconsin. Madison, Wisconsin, Estados Unidos (WIS).
- Herbario del Instituto de Ecología, A. C. (XAL).

El procedimiento para la medición de caracteres fue el siguiente:

1. Se obtuvieron fotografías digitales de cada ejemplar herborizado, así como del material colectado durante el desarrollo de la tesis.
2. Se realizó la disección de las flores, montando las partes disecadas en tarjetas que posteriormente fueron digitalizadas.
3. Con las imágenes obtenidas se realizó la medición de las estructuras vegetativas y reproductivas con el software SigmaScan Pro versión 5.0 (SPSS, 1999). Las medidas obtenidas se usaron en los análisis posteriores.

B. Procesamiento de material botánico.

Para el procesamiento del material botánico recolectado se siguieron los procedimientos planteados por Lot & Chiang (1986), Forman & Bridson (1989) y Metsger & Byers (1999).

3. Trabajo de laboratorio.

A. Elaboración de cortes transversales. Para la obtención de laminillas permanentes de cortes transversales se procedió de la siguiente manera:

- Las muestras fijadas en FAA fueron posteriormente colocadas en alcohol al 70%.
- Para obtener mejores resultados se procedió a un ablandamiento de los tejidos, previo a la inclusión, y para eso fueron colocados en solución GAA (glicerol - alcohol etílico - agua destilada).
- La deshidratación se realizó con alcohol terbutílico (TBA) en una serie de concentraciones de 30%, 50%, 70%, 95%, 100% y alcohol terbutílico puro.
- Después, se realizó la infiltración en parafina para histología (Paramex), manteniéndose las muestras a una temperatura de 56° - 58° C, añadiendo la parafina hasta la sustitución total del alcohol por ésta. Posteriormente se colocaron en moldes de inclusión para su montaje en cassetes de inclusión.
- Los cortes, de un grosor de 20 µm se realizaron en un micrótopo de rotación Leica RM 2125 RT. Para cada muestra se obtuvieron de tres a seis laminillas.

- Para eliminar el excedente de parafina de las laminillas, éstas fueron colocadas en una serie de soluciones, manteniéndolas 20 minutos en cada una de ellas: xilol, xilol - alcohol, alcohol absoluto, alcohol al 95%, alcohol al 70%, alcohol al 50%, alcohol al 30% y por último en safranina en metilcelosolve, donde permanecieron 24 horas.
- El tren de tinción fue el siguiente: alcohol al 30% por un minuto, alcohol al 50% por un minuto, alcohol al 70% por un minuto, alcohol al 95% por un minuto, verde rápido por 20 segundos, alcohol al 100% por dos minutos, aceite de clavo por 10 minutos y xilol por un minuto.
- El montaje de las laminillas en portaobjetos se realizó con el medio de inclusión Entellan.

B. Obtención de epidermis. El método para la obtención de epidermis fue el siguiente:

- Se procesaron las muestras colocadas en GAA, cortándolas por la mitad para quitarles el tejido parenquimático.
- Se colocaron en una solución de Jeffrey durante una hora.
- Posteriormente se les agregó cloro al 10% al mismo tiempo que se les retiraba el tejido.
- La epidermis obtenida fue montada en portaobjetos con gelatina glicerizada.

La medición de los caracteres anatómicos se realizó con una reglilla micrométrica y a aumentos de 2.5x, 40x y 100x en un microscopio axioskop 40 Carl Zeiss. Se realizaron 25 mediciones para cada carácter cuantitativo.

4. Trabajo de gabinete.

A. Revisión bibliográfica extensa y especializada sobre el grupo a estudiar, recabándose información útil para el presente estudio (Robinson, 1904; Smith, 1937; Chevalier, 1962; Crisci & López, 1983; Zar, 1984; Brown & Gilmartin, 1984; Gilmartin & Brown, 1986; Holmgren et al., 1990 y López – Ferrari et al., sometido).

B. Distribución de las especies. Con la finalidad de analizar la distribución de los *taxa* en estudio y posteriormente hacer los mapas de distribución de éstos, se obtuvieron las coordenadas geográficas de los sitios de colecta de material botánico, así como de las etiquetas de los ejemplares de herbario; cuando la información en éstos no estuvo disponible, las coordenadas geográficas fueron obtenidas de mapas topográficos escala 1:250 000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, mapas: E14-2, E14-3, E14-5, E14-6, E14-8, E14-9, F13-9, F14-7, F14-10 y F14-11). Los municipios fueron corroborados en el programa Arc View GIS 8 (ESRI, 2002).

C. Análisis Estadísticos.

Con el propósito de delimitar y posteriormente describir a las especies estudiadas

y obtener descripciones tanto morfológicas como anatómicas y claves de identificación de las mismas, se procedió a la medición de caracteres morfológicos y anatómicos, efectuándose:

1. Análisis de Componentes Principales. Con la finalidad de observar la variación de los caracteres, así como detectar patrones de similitud morfológica y anatómica entre las UTOs (Unidades Taxonómicas Operativas, números de colecta, en este caso) analizadas en función de los caracteres empleados.
2. Análisis de Conglomerados. Con el propósito de formar grupos de UTOs, con base en la máxima similitud de éstas dentro de los grupos y la mínima similitud de UTOs entre grupos.
3. Análisis de Discriminantes. Con la finalidad de verificar la consistencia de los grupos obtenidos en el análisis de conglomerados e identificar las principales variables responsables de esta agrupación.

El procedimiento realizado para efectuar los análisis estadísticos fue el siguiente:

1. Análisis de Componentes Principales:
 - Se obtuvo la matriz de datos.
 - Se realizó una estandarización de los datos con el propósito de expresar todos los valores medidos en una sola escala.
 - Se hizo una matriz de similitud usando el coeficiente de correlación momento – producto de Pearson.
 - Obtención de los eigenvalores y los eigenvectores; para estos últimos, solo aquellos caracteres con valores mayores de 0.63 o menores a -0.63 fueron

considerados para la interpretación de los componentes (McGarigal et al., 2000).

- Se realizó la proyección gráfica de los caracteres en el espacio de los componentes.
- Se realizó la proyección gráfica de las UTOs analizadas en el espacio de los caracteres.

2. Análisis de Conglomerados:

- Se obtuvo la matriz de datos.
- Se realizó una estandarización de los datos con el propósito de expresar todos los valores medidos en una sola escala.
- Se hizo una matriz de similitud usando como coeficiente de similitud la distancia euclidiana, debido a la naturaleza de los datos (caracteres cuantitativos y cualitativos).
- Se empleó el método de agrupamiento SAHN (Sequential, Agglomerative, Hierarchical, and Nested clustering method) con la estrategia de ligamiento UPGMA (unweighted pair-group method, arithmetic average).
- Se obtuvo una matriz cofenética.
- Se obtuvo el coeficiente de correlación cofenética (r).
- Se obtuvo el dendrograma correspondiente.

3. Análisis de Discriminantes:

- Con base en la clasificación obtenida del análisis anterior, se agruparon las UTOs en una matriz.

- Se calcularon todas las posibles correlaciones entre las variables, con la finalidad de evitar redundancia en los datos, eliminando aquellas variables con menor poder discriminativo para los grupos (McGarigal et al., 2000).
- Se utilizó el método stepwise, incorporando solo a las variables discriminantes que mejor explicaran la separación entre los grupos.
- Se obtuvieron los eigenvalores, la clasificación y la matriz de estructura, que permite identificar a las mejores variables discriminantes.
- Se realizó la proyección gráfica de los grupos de UTOs en el espacio discriminante.

Debido a la dioecia de las plantas estudiadas se realizaron tres análisis con los datos morfológicos; uno para plantas femeninas, uno para plantas masculinas y el último que incluyera a ambos sexos. Asimismo, se efectuaron los análisis para los datos anatómicos, y finalmente para una matriz con ambos tipos de datos.

Los análisis de componentes principales (ACP) y de conglomerados (AC) se realizaron con el programa NTSYSpc 2.0 (Rohlf, 1998). El análisis de discriminantes (AD) se realizó con el programa NCSS (Hintze, 2001).

D. Tratamiento Taxonómico.

Se realizaron descripciones morfológicas y anatómicas, así como claves de identificación para los *taxa* obtenidos en los análisis.

RESULTADOS

1. Trabajo de campo.

Se realizaron cinco viajes de trabajo a diversas localidades donde se distribuyen las especies involucradas en el proyecto, con el fin de coleccionar material botánico (Tabla 1). Se coleccionaron un total de 37 números de colecta (UTOs). Las partes florales de cada individuo coleccionado se conservaron en alcohol, también se obtuvieron fotografías de las plantas en su ambiente natural. Los datos tomados en los lugares de colecta con sus respectivos duplicados fueron los siguientes: estado, municipio, localidad, coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación, fenología y características de las plantas.

Asimismo, 36 de los 37 ejemplares recolectados se obtuvieron muestras para el procesamiento anatómico, seleccionando las hojas de la periferia de la roseta de cada individuo.

Tabla 1. Sitios de colecta de las especies incluidas en el complejo *Hechtia podantha* Mez.

ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	POSICIÓN GEOGRÁFICA	TIPO DE VEGETACIÓN
Hidalgo	Ixmiquilpan	La Aduana, 10 km después de Ixmiquilpan rumbo a Zimapán	20° 28' 54.8" N 99° 17' 14.6" W 1767 m snm	Matorral xerófilo
	Mineral de la Reforma	Alrededores de Pachuca	20° 05' 19.6" N 98° 43' 12.4" W 2473 m snm	Matorral xerófilo
	Pachuca de Soto	Km 142, entrada a Cristo Rey	20° 07' 50" N 98° 42' 42" W 2644 m snm	Matorral xerófilo
	Pachuca de Soto	Ca. de la UAH, campus virtual ICSH	20° 07' 19.8" N 98° 47' 13.8" W 2439 m snm	Matorral xerófilo
	Tasquillo	4 km después de La Aduana. Entrada a Rinconada	20° 30' 23" N 99° 18' 36" W 1861 m snm	Matorral xerófilo
	Zimapán	6 km después de El Saucillo, rumbo a la hidroeléctrica Zimapán	20° 40' 40" N 99° 28' 34" W 1970 m snm	Matorral xerófilo
Morelos	Tepoztlán	La Pera, carretera de cuota México – Cuernavaca, rumbo a Cuernavaca	19° 01' 08" N 99° 08' 33" W 2288 m snm	Matorral rosetófilo
Oaxaca	Santiago Chazumba	4.4 km después de Chazumba, rumbo a Tehuacán	18° 12' 12" N 97° 39' 29" W 1960 m snm	Matorral xerófilo
Puebla	Aljojuca	Laguna de Aljojuca	19° 05' 40" N 97° 32' 09" W 2469 m snm	Matorral
	Cañada Morelos	12 km después de Azumbilla, rumbo a Esperanza	18° 42' 11" N 97° 24' 23" W 2373 m snm	Matorral xerófilo
	Chapulco	1.5 km sobre la brecha a Llano Grande, a partir de la carr. Esperanza-Tehuacán	18° 39' 20" N 97° 24' 30" W 2164 m snm	Matorral rosetófilo
	Izúcar de Matamoros	Km 83 de la carretera Izúcar-Huajuapan, 16 km adelante de Izúcar, rumbo a Acatlán	18° 30' 16.1" N 98° 24' 24" W 1400 m snm	Matorral xerófilo

	Nicolás Bravo	2 km después de Santa Ana, carr. Tehuacán-Orizaba	18° 33' 43" N 97° 24' 51" W 1892 m snm	Bosque tropical caducifolio
	Palmar de Bravo	Km 208 carr. México-Orizaba.	18° 49' 42" N 97° 27' 59" W 2329 m snm	Matorral rosetófilo
	Palmar de Bravo	6 km al S de la desviación a Tehuacán sobre la autopista Puebla-Orizaba.	18° 47' 22.3" N 97° 29' 16.7" W 2320 m snm	Matorral rosetófilo
	Petlalcingo	7 km adelante de El Tecomate, carretera Acatlán-Huajuapán	18° 06' 07" N 97° 57' 05" W 1440 m snm	Matorral de Leguminosas
	Tehuacán	4 km después de Tehuacán, rumbo a Huajuapán	18° 25' 22" N 97° 24' 57" W 1665 m snm	Matorral
	Zapotitlán de las Salinas	4.5 km después de Tehuacán, rumbo a Huajuapán	18° 25' 12" N 97° 25' 12" W 1719 m snm	Matorral con <i>Yucca</i> , <i>Opuntia</i> y <i>Agave</i>
Querétaro	Cadereyta de Montes	6 km después de Mesa de León, rumbo a Cadereyta	20° 41' 57" N 99° 36' 02" W 1940 m snm	Matorral xerófilo
	Cadereyta de Montes	10 km después de Vizarrón, rumbo a Jalpan	20° 54' 09" N 99° 42' 59" W 1708 m snm	Matorral xerófilo
	Peñamiller	5 km después de El Puente Chorreadero, rumbo a Pinal de Amoles	20° 59' 56" N 99° 44' 42" W 1359 m snm	Matorral xerófilo
Veracruz	Acultzingo	Km 331.4 después del Puerto del Aire, carr. Tehuacán-Orizaba	18° 41' 48" N 97° 19' 58" W 2344 m snm	Bosque de <i>Quercus</i>

2. Trabajo de herbario.

A. Se llevó a cabo la revisión de 262 ejemplares de herbario correspondientes a 150 colectas (UTOs) (Tabla 2).

B. Todo el material recolectado se procesó y herborizó, y el primer juego fue depositado en el Herbario Metropolitano (UAMIZ).

Tabla 2. Ejemplares revisados de los *taxa* del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez.

Herbario	Número de ejemplares	Ejemplares TIPO revisados
BM	1	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
CHAP	10	
CHAPA	8	
CICY	19	Holotipo e isotipo de <i>Hechita perotensis</i>
ENCB	16	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
FCME	5	
GOET	1	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
IEB	14	
IZTA	1	
K	2	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
MA	1	
MEXU	48	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i> y Paratipo de <i>Hechtia perotensis</i>
MICH	10	
NY	2	Isotipo de <i>Hechtia bracteata</i> e Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
P	3	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
UAMIZ	97	Paratipo de <i>Hechtia perotensis</i>
UC	5	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
US	7	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>
VT	3	Isotipo de <i>Hechtia confusa</i>
W	1	Foto del Isotipo de <i>Hechtia podantha</i>
WIS	2	
XAL	5	
Z	1	Isotipo de <i>Hechtia tehuacana</i>

3. Trabajo anatómico.

Se obtuvieron un total de 206 laminillas de cortes transversales de la lámina foliar y 54 laminillas de epidermis, correspondientes a 36 números de colecta (UTOs).

4. Trabajo de gabinete.

Análisis estadísticos usando datos morfológicos.

Debido a lo fragmentado e incompleto de los ejemplares herborizados, se consideraron para los análisis 68 números de colecta (UTOs) correspondientes a 115 ejemplares de herbario, los cuales presentaban todas las estructuras consideradas en el análisis. Se midieron 34 caracteres morfológicos, ocho vegetativos y 26 reproductivos. Veintinueve caracteres fueron cuantitativos continuos y cinco cualitativos, de los cuales uno fue multiestado y los demás biestado. Todos los caracteres cuantitativos fueron medidos en centímetros (Figura 2 y tabla 3).

Se obtuvieron tres matrices de datos morfológicos, la primera de 68 UTOs y 27 caracteres; la segunda, correspondiente a plantas femeninas con 32 UTOs y 32 caracteres y la última que incluyó sólo plantas masculinas fue de 36 UTOs y 29 caracteres.

Figura 2. Distancia de medición de los caracteres morfológicos cuantitativos usados en los análisis estadísticos.

a. Longitud de la vaina foliar, b. Ancho de la vaina foliar, c. Longitud de la lámina foliar, d. Ancho de la lámina foliar en la parte basal, e. Ancho de la lámina foliar en la parte media, f. Longitud de las espinas, g. Longitud de la inflorescencia, h. Longitud del escapo, i. Diámetro del escapo, j. Longitud de la bráctea primaria, k. Longitud de la rama primaria, l. Longitud de la flor, m. Longitud del pedicelo, n. Longitud de la bráctea floral, ñ. Ancho de la bráctea floral en la parte basal, o. Ancho de la bráctea floral en la parte media, p. Longitud del sépalo, q. Ancho del sépalo en la parte basal, r. Ancho del sépalo en la parte media, s. Longitud del pétalo, t. Ancho del pétalo en la parte basal, u. Ancho del pétalo en la parte media, v. Longitud del filamento, w. Longitud de la antera, x. Longitud del ovario, y. Ancho del ovario, z. Longitud del fruto, aa. Diámetro del fruto y bb. Longitud de la semilla.

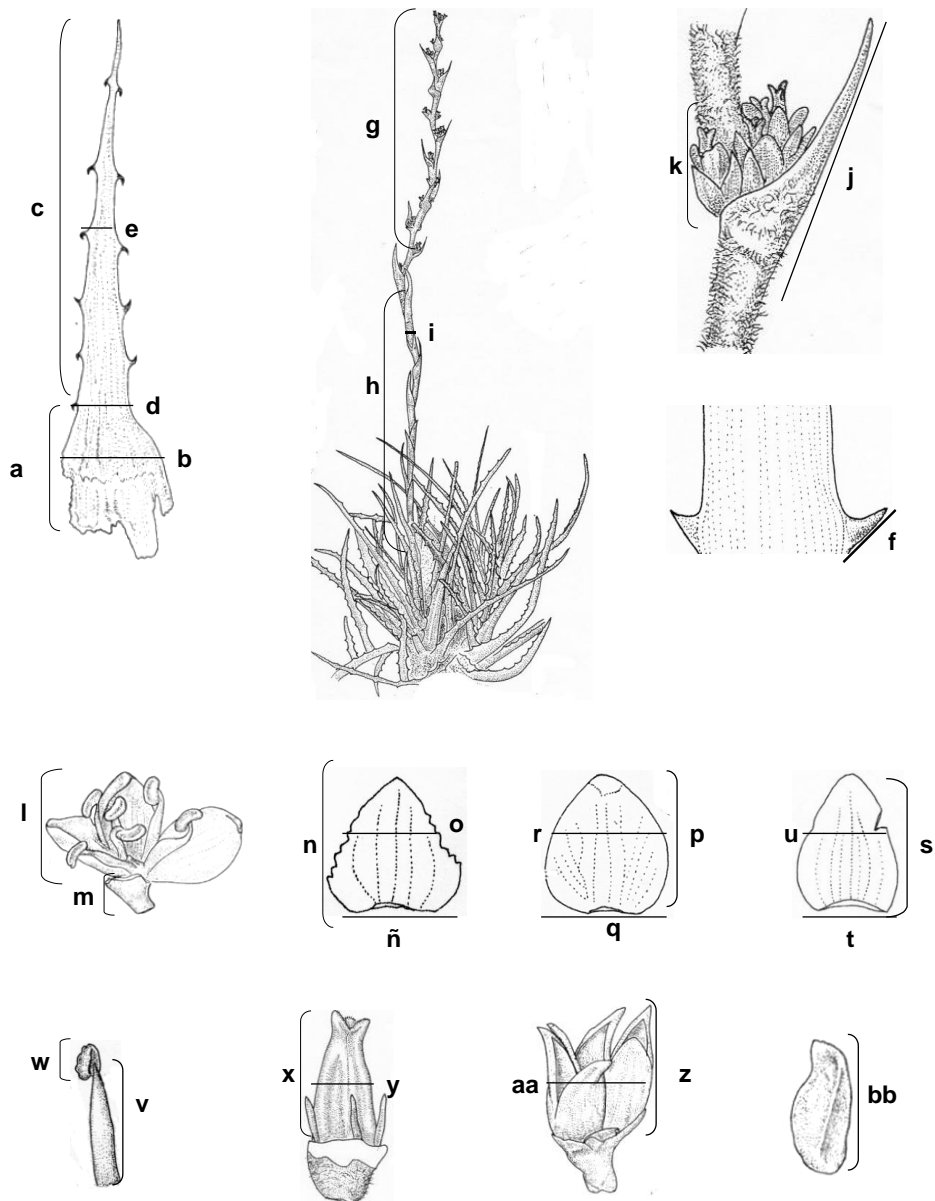


Tabla 3. Lista de caracteres morfológicos usados en los análisis estadísticos.

Caracteres	Código	Estados de carácter	Codificación
Longitud de la vaina foliar*	LV	-	-
Ancho de la vaina foliar*	AV	-	-
Longitud de la lámina foliar*	LL	-	-
Ancho de la lámina foliar en la parte basal*	ALB	-	-
Ancho de la lámina foliar en la parte media*	ALM	-	-
Longitud de las espinas*	LE	-	-
Longitud de la inflorescencia*	LI	-	-
Longitud del escapo*	LEC	-	-
Diámetro del escapo*	DEC	-	-
Longitud de las brácteas primarias*	LBP	-	-
Longitud de las ramas primarias*	LRP	-	-
Longitud de las flores*	LFL	-	-
Longitud del pedicelo*	P	-	-
Forma de la bráctea floral*	FBF	Angostamente triangular-triangular	0
		Anchamente ovada-ovada	1
Longitud de la bráctea floral*	LBF	-	-
Ancho de la bráctea floral en la parte basal*	ABFB	-	-
Ancho de la bráctea floral en la parte media*	ABFM	-	-
Margen de la bráctea floral*	MBF	Entero	0
		Eroso	1
Indumento de la bráctea floral*	IBF	Ausente	0
		Presente	1
Forma del sépalo*	FS	Triangular	0
		Anchamente ovada-ovada	1
Longitud del sépalo*	LS	-	-
Ancho del sépalo en la parte basal*	ASB	-	-
Ancho del sépalo en la parte media*	ASM	-	-
Forma del pétalo*	FP	Triangular	0
		Ovada	1
		Oblonga o elíptica	2
Longitud del pétalo*	LP	-	-
Ancho del pétalo en la parte basal*	APB	-	-
Ancho del pétalo en la parte media*	APM	-	-
Longitud del filamento ^a	LFIL	-	-
Longitud de la antera ^a	LA	-	-
Longitud del ovario ^b	LO	-	-
Ancho del ovario ^b	AO	-	-
Longitud del fruto ^b	LFR	-	-
Diámetro del fruto ^b	DFR	-	-
Longitud de la semilla ^b	LSE	-	-

* Caracteres usados en los tres análisis morfológicos

^a Caracteres incluidos en el análisis morfológico para plantas masculinas

^b Caracteres incluidos en el análisis morfológico para plantas femeninas

I. Análisis con datos morfológicos de plantas femeninas y masculinas.

Los resultados del análisis de componentes principales para la primera matriz (68 UTOs y 27 caracteres) se resumen en las tablas 4 y 5. En la primera, se presenta la variación total de la matriz explicada por los 3 primeros componentes. Éstos expresan el 67.03% de la varianza total (Componente uno: 37.46%, componente dos: 21.25% y componente tres: 8.30%).

Tabla 4. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos morfológicos para 68 UTOs.

Componente	Eigenvalor	Varianza Total (%)	Varianza acumulada (%)
1	10.11649766	37.4685	37.4685
2	5.73980615	21.2585	58.7271
3	2.24236534	8.3051	67.0321

En el caso del primer componente los caracteres que más contribuyen a la explicación de éste son la forma de la bráctea floral, el ancho de la bráctea floral en la parte basal, el indumento de la bráctea floral, el ancho del sépalo en la parte media, el ancho de la bráctea floral en la parte media, el margen de la bráctea floral, el ancho del sépalo en la parte basal, la longitud del pedicelo, la longitud de las ramas primarias, la longitud de la bráctea floral y la longitud de la lámina foliar; mientras que en el segundo componente son el ancho y la longitud de la vaina foliar, el ancho de la lámina foliar en la parte basal y en la parte media y la longitud del pétalo. Para el tercer componente los caracteres más importantes son la forma y el ancho del pétalo en la parte media (Tabla 5).

El primer componente permite separar claramente a los caracteres florales de los vegetativos, siendo los primeros los más importantes, por lo que podría decirse es un componente floral (Figura 3A). En éste es importante señalar que altos valores en la longitud de la lámina foliar, del pedicelo y de las ramas primarias están asociados con bajos valores de la longitud y ancho de la bráctea floral y el ancho del sépalo. Es decir, las UTOs con ramas primarias, láminas foliares y pedicelos grandes poseen brácteas florales y sépalos cortos y angostos (Figura 4A, lado derecho). Por el contrario, UTOs con brácteas florales y sépalos de tamaño mayor, cuentan con caracteres vegetativos de menor longitud (Figura 4A, lado izquierdo).

El segundo componente, con excepción de la longitud del pétalo, es un componente vegetativo (Figuras 3A). Los valores positivos de éstos indican que las UTOs que se separan a lo largo de este eje son plantas con valores mayores en caracteres como la longitud y el ancho de la vaina foliar y el ancho de la lámina foliar (Figura 4A, parte superior).

Para el tercer componente no se aprecia un patrón de UTOs con respecto a los caracteres que lo distinguen (forma y ancho del sépalo en la parte media) (Figuras 3B y 4B).

Tabla 5. Cargas de los caracteres morfológicos para los tres primeros componentes de las 68 UTOs.

Carácter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer componente
LV ²	0.3466	0.7228	0.0771
AV ²	0.2965	0.8423	0.0572
LL ¹	0.6726	0.4088	-0.0224
ALB ²	0.5408	0.6792	-0.1181
ALM ²	0.5764	0.6677	-0.1187
LE	0.4620	0.3478	0.0817
LI	0.5043	0.5201	0.1115
LEC	-0.0456	0.3767	0.4676
DEC	0.5256	0.6094	-0.0291
LBP	0.5533	0.6269	-0.1685
LRP ¹	0.6843	0.4930	-0.1360
LFL	-0.3595	0.3269	0.5123
P ¹	0.7659	-0.0160	0.3117
FBF ¹	-0.8957	0.2237	0.0985
LBF ¹	-0.6748	0.5753	0.1281
ABFB ¹	-0.8814	0.3376	0.0496
ABFM ¹	-0.8361	0.3780	0.0657
MBF ¹	-0.8285	0.2523	0.0972
IBF ¹	-0.8752	0.0439	-0.0110
FS	-0.3328	-0.0350	-0.1247
LS	-0.6281	0.4913	0.1395
ASB ¹	-0.8127	0.3862	-0.0207
ASM ¹	-0.8387	0.3084	-0.0496
FP ³	-0.0492	-0.0291	-0.9001
LP ²	-0.3332	0.6439	-0.2942
APB	-0.4792	0.3365	-0.0632
APM ³	-0.4436	0.2583	-0.7605

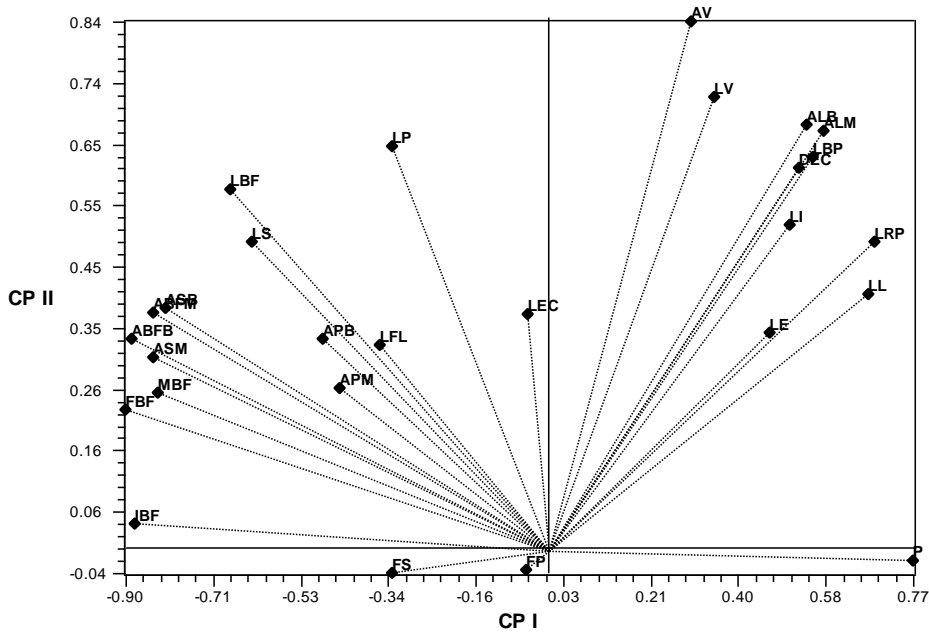
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer componente

² Caracteres con cargas significativas para el segundo componente

³ Caracteres con cargas significativas para el tercer componente

Figura 3. Proyección gráfica de los caracteres morfológicos usados en el análisis de componentes principales para 68 UTOs. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



B.

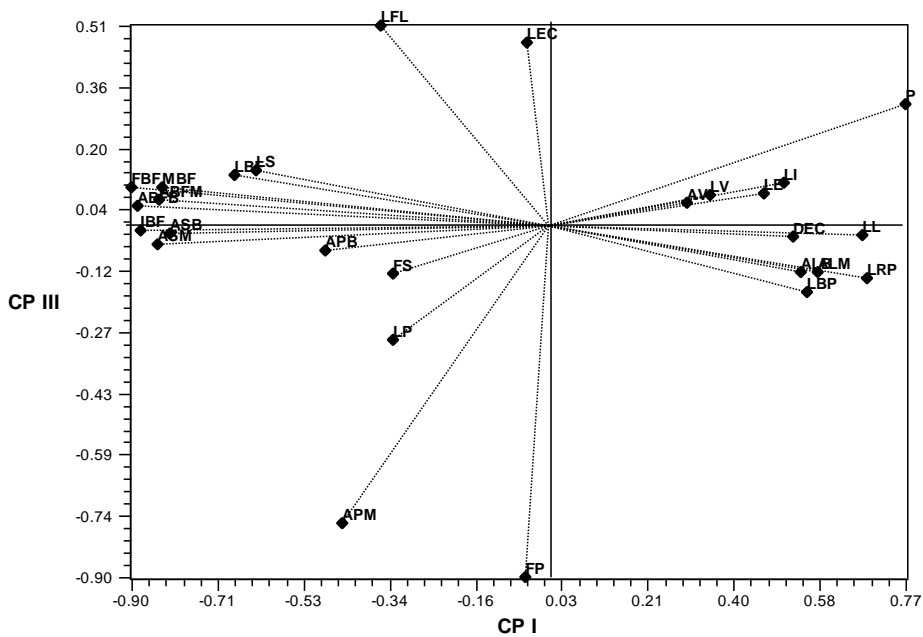
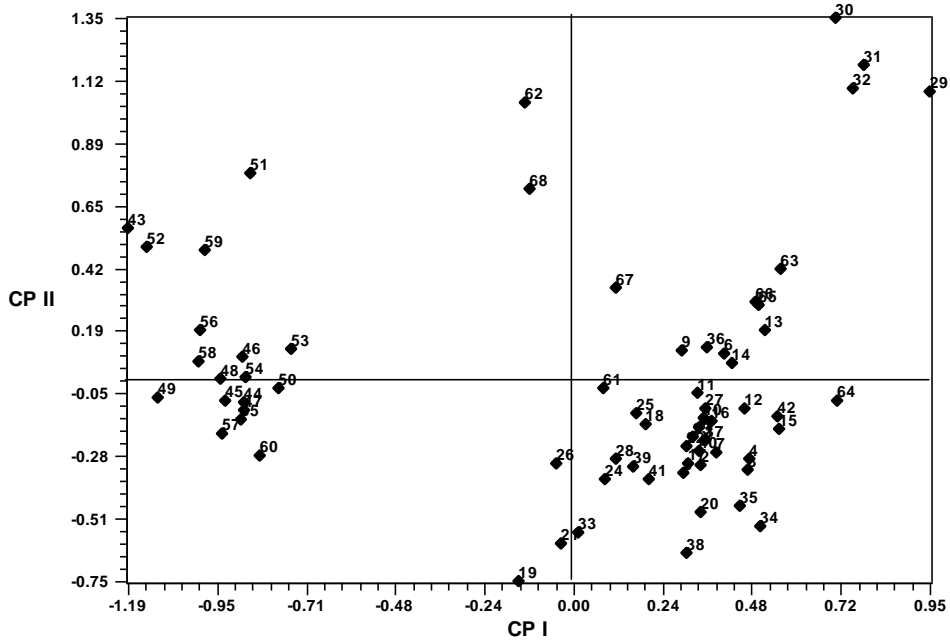
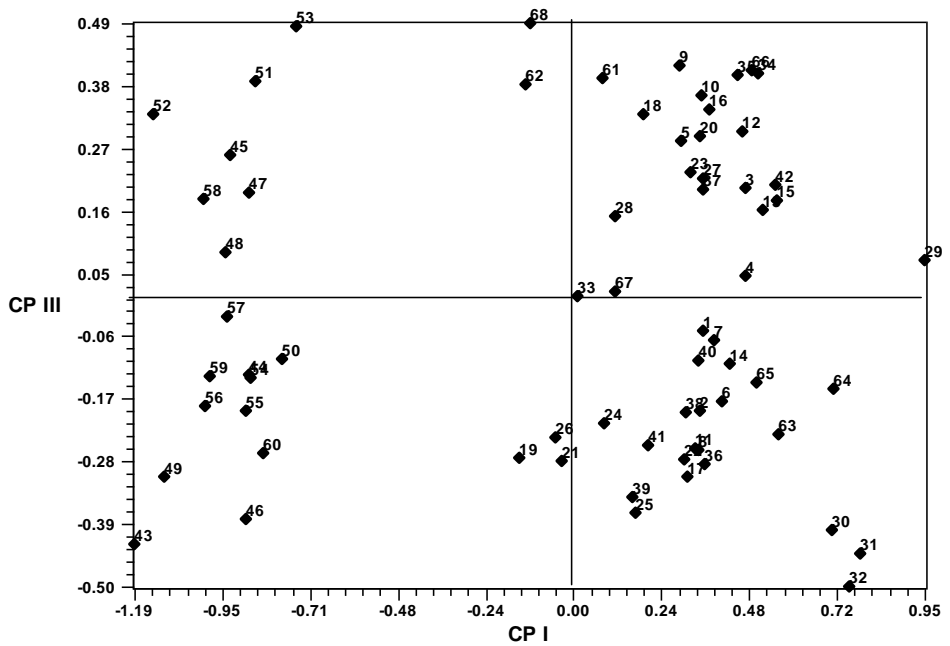


Figura 4. Gráfica de dispersión de las 68 UTOs usadas en el análisis de componentes principales con datos morfológicos. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



B.



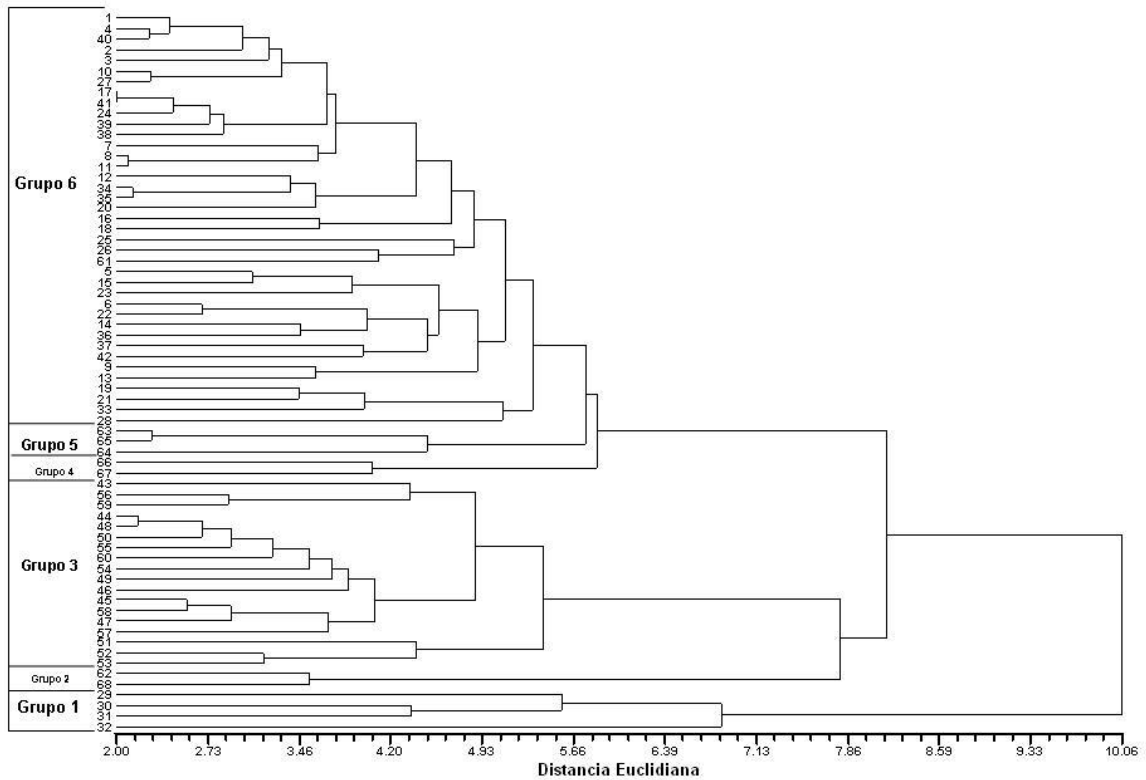
El análisis de conglomerados dió como resultado dos grupos principales (Figura 5). El primero de ellos (DE=6.80) formado por cuatro UTOs es un grupo claramente separado del resto (Grupo 1). El segundo grupo principal (DE=8.30) comprende dos subgrupos (DE=7.70 y DE=5.90); el primero a su vez puede dividirse en otros dos agrupamientos, el primero de ellos (DE=3.50) conformado por dos UTOs (Grupo 2) y el segundo (DE=5.45) comprende 18 UTOs analizadas (Grupo 3); en el segundo subgrupo se pueden apreciar dos ramas separadas (DE= 3.90 y DE= 4.40) con dos (Grupo 4) y tres UTOs (Grupo 5) respectivamente, separadas de un tercer conjunto (DE=5.40) que incluye 40 UTOs (Grupo 6).

El grupo 1 comprende UTOs caracterizadas por presentar plantas de mayor tamaño que las del resto de los ejemplares analizados, principalmente en los caracteres vegetativos como la lámina foliar y la vaina foliar. Los representantes incluidos en este grupo se distribuyen en los estados de Oaxaca y Puebla. Las UTOs incluidas en el grupo 2 son plantas caracterizadas por poseer brácteas florales anchamente ovadas, al igual que los miembros del grupo 3, el cual presenta además las ramas más compactas dentro de las UTOs revisadas, brácteas florales lepidotas y erosas a serradas y un pedicelo muy corto o ausente. El grupo 4 comprende únicamente dos UTOs. En el grupo 5 están ubicadas UTOs que corresponden a plantas que se distribuyen en el Valle de Tehuacán – Cuicatlán. El grupo 6 incluye plantas que habitan en los estados de Aguascalientes, Hidalgo, Morelos y Querétaro, con excepción de una UTO (*Zavala 81*) del estado de Puebla. Su posición en el grupo tal vez se deba a la presencia de algunos datos faltantes en la matriz de datos.

En un análisis de conglomerados es importante conocer cómo los grupos obtenidos representan a la estructura de datos originales. El criterio más empleado para evaluar dicha representación es el coeficiente cofenético (r), el cual es la correlación producto - momento entre la matriz de similitud y la matriz cofenética, ésta última está implicada en el dendrograma como resultado del método de agrupamiento. Altos valores de correlación cofenética (>0.85) indican que la clasificación es una fiel representación de las relaciones implicadas en la matriz de similitud. Si el coeficiente es bajo, esto significa que las relaciones no están bien representadas en la clasificación. El coeficiente cofenético es esencialmente una medida de cómo el dendrograma representa de manera confiable la información de los datos originales, y así asegurarse de la objetividad del resultado final (Sokal, 1986 y McGarigal et al., 2000).

Para este análisis se obtuvo una $r=0.89044$, lo que indica un buen ajuste del dendrograma a la matriz de similitud.

Figura 5. Dendrograma del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez obtenido con datos morfológicos.



En el análisis de discriminantes, los caracteres considerados, una vez realizadas las correlaciones entre ellos, fueron: la longitud de la vaina foliar, el ancho de la vaina foliar, la longitud de la lámina foliar, el ancho de la lámina foliar en la parte media, la longitud de las espinas, la longitud de la inflorescencia, la longitud del escapo, el diámetro del escapo, la longitud de las ramas primarias, la longitud de la flor, la longitud del pedicelo, la forma de la bráctea floral, el ancho de la bráctea floral en la parte basal, el margen de la bráctea floral, el indumento de la bráctea floral, la forma

del sépalo, el ancho del sépalo en la parte media, la forma del pétalo, la longitud del pétalo, el ancho del pétalo en la parte media y en la parte basal. Quince de las 21 variables entraron en el modelo de stepwise (Tabla 7). La clasificación de las UTOs en los seis grupos basada en el dendrograma es 100% correcta ($P= 0.000144$).

En este análisis, el primer eje, responsable del 72.5% de la variación, separa completamente a los grupos 2 y 3 de los grupos 1, 4, 5 y 6. La contribución de las variables para este eje refleja la variación en el ancho en la parte basal y en la forma de la bráctea floral. Estos caracteres nos indican que los individuos pertenecientes a los grupos 2 y 3 presentan brácteas florales ovadas a anchamente ovadas, siendo el carácter ancho en la parte basal lo que separa a estos grupos del resto; los cuales poseen brácteas florales triangulares y más angostas. El segundo eje, el cual explica una menor cantidad de variación (17%) separa al grupo 6 y a algunos individuos del grupo 3 de los demás grupos. Las plantas de los grupos 1, 2, 4 y 5 poseen el ancho de la lámina foliar en la parte media y el ancho de la vaina foliar de mayor tamaño, en comparación con los otros dos grupos; siendo los individuos del grupo 1 los que presentan éstos caracteres de mayor tamaño entre los *taxa* analizados. Para el tercer eje (6.2% de la variación), los grupos 2 y 4, se separan del resto de los grupos con base en el margen eroso de la bráctea floral (Tablas 6 y 7 y figura 6).

Tabla 6. Análisis canónico de los seis grupos obtenidos con datos morfológicos.

Eje	Eigenvalor	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	37.872406	72.5	72.5
2	8.864477	17.0	89.5
3	3.242239	6.2	95.7

Tabla 7. Matriz de estructura de los caracteres morfológicos para los primeros tres ejes canónicos.

Carácter	Eje 1	Eje 2	Eje 3
LV	0.058187	0.177303	0.033331
AV²	0.097944	0.464822	0.184459
ALM²	0.232169	0.545008	-0.177095
LE	0.079091	0.101148	-0.035726
LI	0.126374	0.241246	0.166132
LEC	-0.010646	0.049453	0.171711
LRP	0.219629	0.361487	-0.263674
P	0.203145	-0.037560	0.153592
FBF¹	-0.407255	0.222056	0.086812
ABFB¹	-0.568196	0.482428	0.202846
MBF³	-0.307750	0.211178	0.469816
IBF	-0.320316	0.093120	-0.107117
FS	-0.061531	0.045258	-0.145276
FP	0.008710	0.030439	-0.131721
APB	-0.086627	0.093541	0.065661

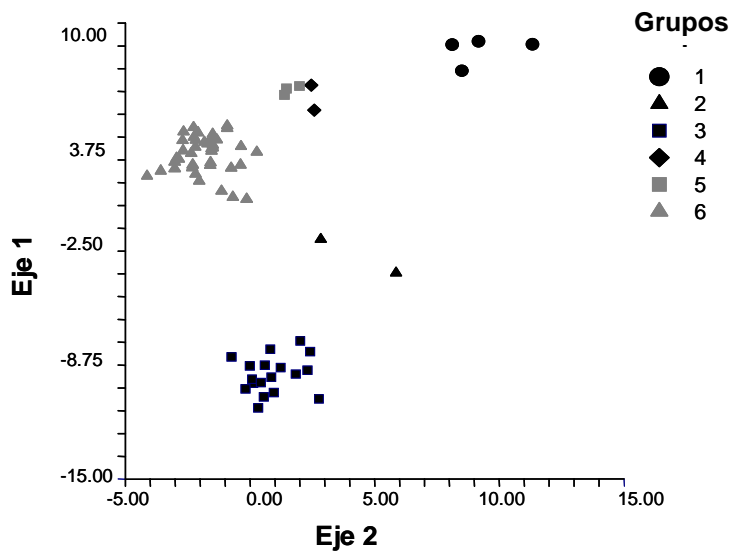
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer eje

² Caracteres con cargas significativas para el segundo eje

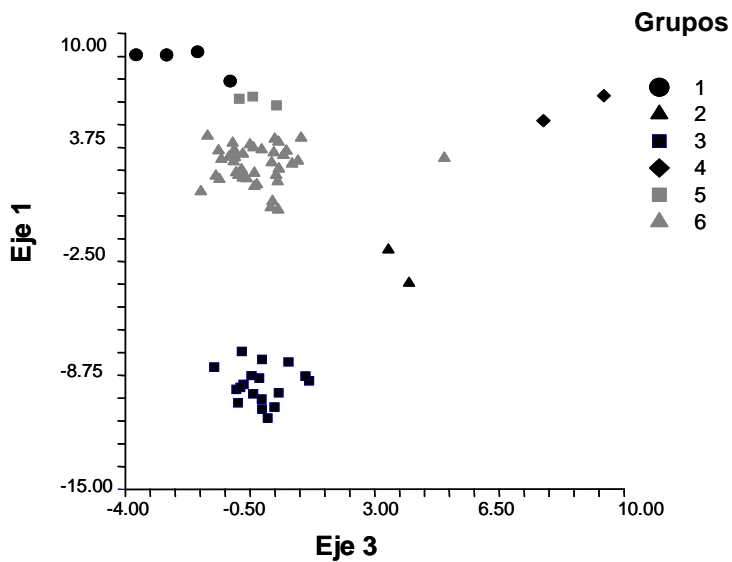
³ Caracteres con cargas significativas para el tercer eje

Figura 6. Gráficas de los seis grupos analizados y 15 caracteres morfológicos. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.

A.



B.



II. Análisis con datos morfológicos de plantas femeninas.

En las tablas 8 y 9 se presentan los resultados del análisis de componentes principales obtenidos a partir de datos de UTOs femeninas. Los primeros tres componentes expresan el 66.32% de la varianza total (Componente uno: 37.02%, componente dos: 20.92% y componente tres: 8.37%).

Tabla 8. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos morfológicos para plantas femeninas.

Componente	Eigenvalor	Varianza Total (%)	Varianza acumulada (%)
1	11.84833326	37.0260	37.0260
2	6.69587362	20.9246	57.9506
3	2.67866483	8.3708	66.3215

En el primer componente los caracteres que más contribuyen a su explicación, son la forma de la bráctea floral, el ancho del sépalo en la parte basal, el ancho de la bráctea floral en la parte basal y media, el margen de la bráctea floral, la longitud de la flor, el ancho del sépalo en la parte media, la longitud de la bráctea floral, el indumento de la bráctea floral, el ancho del pétalo en la parte media, la longitud del pedicelo, la longitud del sépalo, la longitud del ovario, la longitud de la semilla y la longitud de las ramas primarias. El ancho y la longitud de la vaina foliar, el ancho de la lámina foliar en la parte basal, la longitud de la inflorescencia, el ancho del ovario, el ancho de la lámina foliar en la parte media y el diámetro del escapo, caracterizan

al segundo componente. Finalmente la longitud de la semilla es el carácter más importante para el tercer componente (Tabla 9).

En el primer componente se aprecia una separación de UTOs con base en caracteres relacionados con la bráctea floral, el sépalo, el pétalo y el ovario; apreciándose (Figura 7A), por un lado UTOs con ancho de la bráctea floral en la parte media y basal y ancho del sépalo en la parte basal de mayor tamaño, además de un pedicelo muy corto o ausente y brácteas florales ovadas a anchamente ovadas (Figura 8A, lado izquierdo). Por otro lado se agrupan UTOs con los caracteres antes mencionados de menor tamaño pero con caracteres vegetativos (lámina foliar y vaina foliar) y florales tales como ramas y brácteas primarias de mayor longitud, así como brácteas florales triangulares y pedicelos conspicuos (Figura 8B, lado derecho).

La longitud de la semilla, el indumento de la bráctea floral y la forma del sépalo se separan del resto de los caracteres en el segundo componente (Figura 7A). La mayor parte de las UTOs que se separan a lo largo de este eje tienen valores grandes (longitud y ancho) en los caracteres vegetativos (vainas foliares y láminas foliares), de ramas y brácteas primarias, escapo, pedicelo y semilla, asimismo carecen de indumento en la bráctea floral (Figura 8A, parte superior).

Al graficar el tercer componente, las UTOs que se separan son aquellas que tienen frutos de mayor tamaño (Figuras 7B y 8B, parte superior).

Tabla 9. Cargas de los caracteres morfológicos para los tres primeros componentes de plantas femeninas.

Carácter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer componente
LV ²	0.1174	0.8277	0.3366
AV ²	-0.0485	0.8337	0.3002
LL	0.5641	0.5189	0.1835
ALB ²	0.2853	0.7755	0.2690
ALM ²	0.3743	0.7110	0.2398
LE	0.3417	0.3798	0.1519
LI ²	0.2050	0.7228	-0.3265
LEC	-0.2464	0.3683	0.4897
DEC ²	0.3093	0.6791	-0.2869
LBP	0.5218	0.5418	-0.1882
LRP ¹	0.6454	0.5118	0.0899
LFL ¹	-0.8542	0.1319	-0.3063
P ¹	0.7110	0.3429	-0.2909
FBF ¹	-0.9230	0.1568	-0.0467
LBF ¹	-0.7639	0.4769	0.0931
ABFB ¹	-0.9038	0.2229	0.0564
ABFM ¹	-0.8747	0.3525	0.0832
MBF ¹	-0.8740	0.2145	-0.0839
IBF ¹	-0.7635	-0.2674	0.3203
FS	-0.4050	0.1699	-0.3787
LS ¹	-0.6996	0.1521	0.1337
ASB ¹	-0.9084	0.0522	0.1095
ASM ¹	-0.8465	0.0055	0.0239
FP	-0.2309	-0.4013	0.5268
LP	-0.6087	0.3393	0.1774
APB	-0.4949	0.2677	0.1359
APM ¹	-0.7576	0.0259	0.4494
LO ¹	-0.6630	0.5027	-0.3646
AO ²	-0.3179	0.7163	-0.3403
LFR	0.4388	0.4636	0.1670
DFR	-0.2956	0.2239	-0.1559
LSE ^{1,3}	0.6563	-0.0900	0.7094

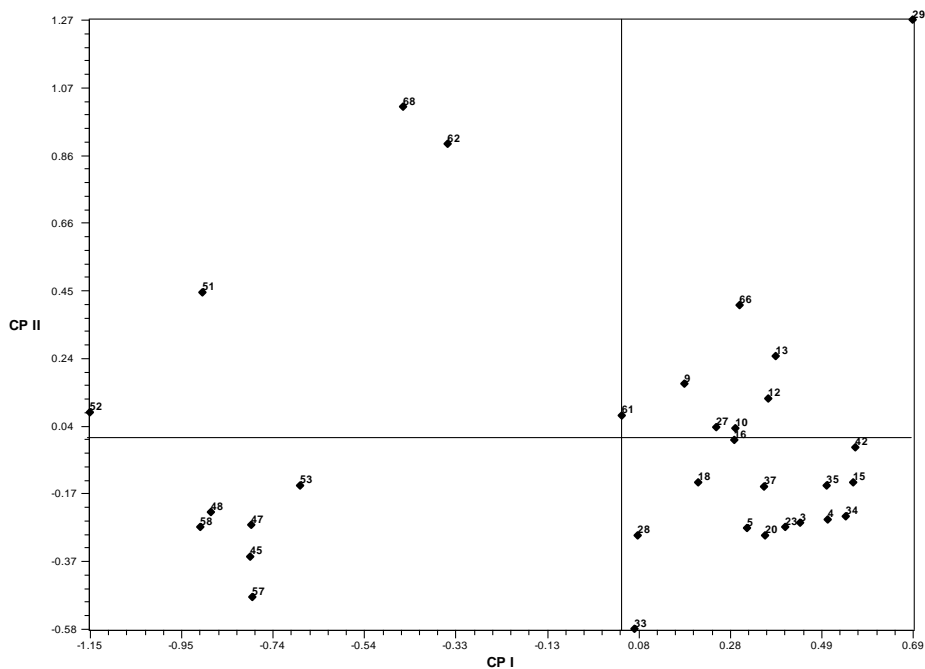
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer componente

² Caracteres con cargas significativas para el segundo componente

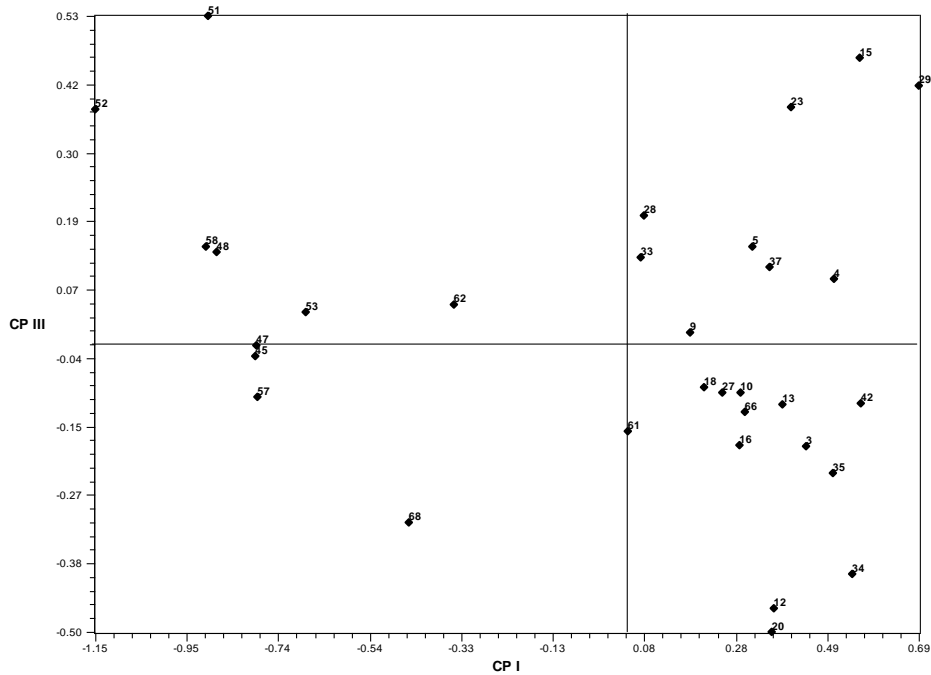
³ Caracteres con cargas significativas para el tercer componente

Figura 8. Gráfica de dispersión de las UTOs femeninas en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



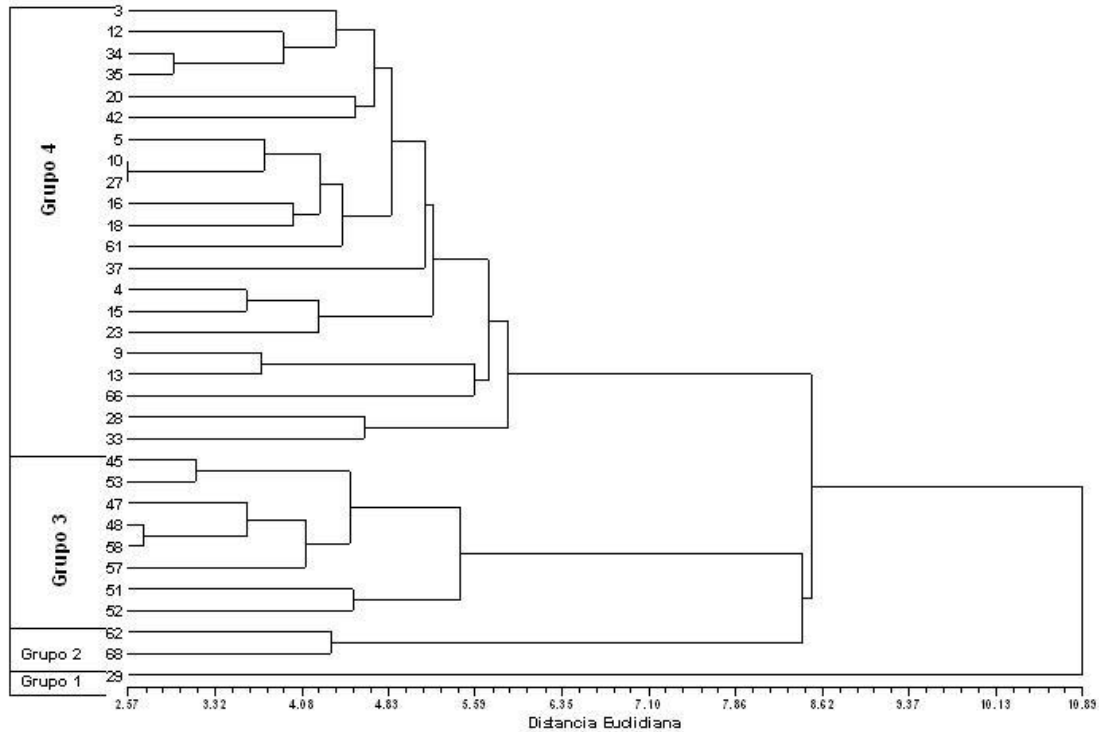
B.



La figura 9 muestra el dendrograma obtenido del análisis con plantas femeninas. En éste se aprecia una rama independiente del resto del conglomerado ($DE=10.89$) y corresponde a un grupo (Grupo 1). El grupo principal ($DE=8.51$) se divide a su vez en dos grupos secundarios ($DE=8.50$ y $DE=5.70$). El primero de éstos se subdivide en dos, el primero ($DE=4.35$) formado por dos UTOs (Grupo 2) y el segundo ($DE=5.53$) por ocho (Grupo 3). El resto de las UTOs analizadas conforman el segundo de los dos agrupamientos secundarios ($DE=5.70$ y grupo 4).

Los grupos 1, 2 y 3 corresponden a los grupos 1, 2 y 3 respectivamente, del análisis I. El cuarto grupo de este análisis corresponde a los grupos 4, 5 y 6 del precedente análisis. Para este análisis se obtuvo una $r=0.90145$, lo que indica un buen ajuste del dendrograma a la matriz de similitud.

Figura 9. Dendrograma del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez obtenido con datos morfológicos de plantas femeninas.



Una vez realizadas las correlaciones correspondientes, los caracteres usados en el análisis de discriminantes con ejemplares femeninos fueron: la longitud de la lámina foliar, la longitud de las espinas, la longitud de la inflorescencia, la longitud del escapo, la longitud de las ramas primarias, el ancho de la bráctea floral en la parte basal, la forma y longitud del sépalo, la forma y el ancho del pétalo en la parte basal, la longitud del ovario, la longitud y el diámetro del fruto y la longitud de la semilla. Cinco variables de las 14 entraron al modelo de stepwise. La clasificación de las

UTOs en los cuatro grupos basada en el dendrograma es 100% correcta (P=0.001389).

El 100% de la variación se expresa en los tres primeros ejes, siendo el primero responsable del 61.4%, el segundo del 34.4% y el tercero expresa el 4.2% de la varianza total (Tabla 10). Con base en el ancho basal de la bráctea floral, el eje 1 separa a los grupos 2 y 3 de los grupos 1 y 4. Los dos primeros grupos tienen valores mayores en este carácter que los otros dos. El segundo eje muestra una diferenciación entre el grupo 1 y los demás grupos, siendo las plantas del primero las que poseen las ramas primarias y el ovario de mayor tamaño. Para el tercer eje, el grupo 2 se separa del resto de los grupos con base en la longitud de la inflorescencia, las plantas pertenecientes a este grupo son las que tienen las inflorescencias de mayor tamaño (Tabla 11 y figura 10).

Tabla 10. Análisis canónico para los cuatro grupos obtenidos con datos morfológicos de plantas femeninas.

Eje	Eigenvalor	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	21.450894	61.4	61.4
2	12.033315	34.4	95.8
3	1.460559	4.2	100.0

Tabla 11. Matriz de estructura de los caracteres morfológicos de plantas femeninas para los tres primeros ejes canónicos.

Carácter	Eje 1	Eje 2	Eje 3
LI ³	-0.062389	0.102286	0.986496
LRP ²	-0.340280	-0.484302	-0.274876
ABFB ¹	0.854693	-0.337465	-0.250023
LO ²	0.022666	-0.459020	-0.354802
LFR	-0.185986	-0.309326	0.040241

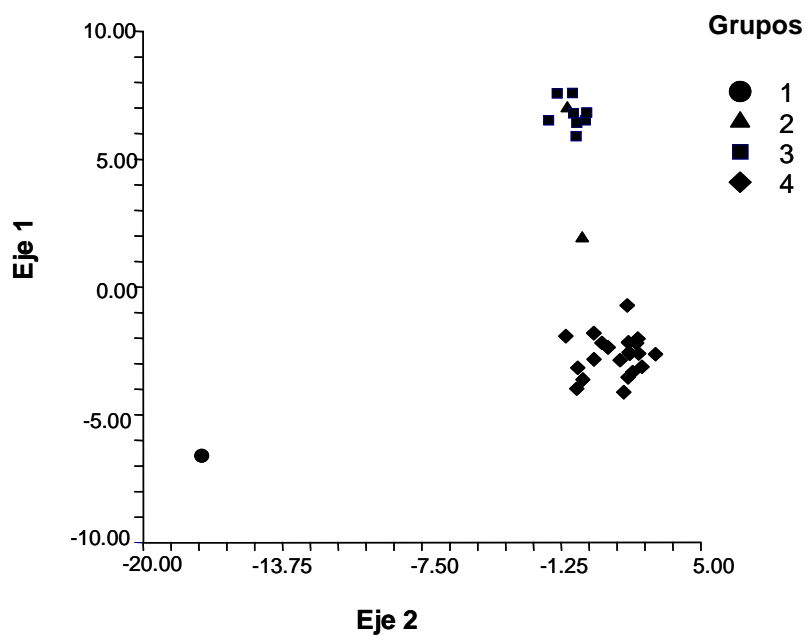
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer eje

² Caracteres con cargas significativas para el segundo eje

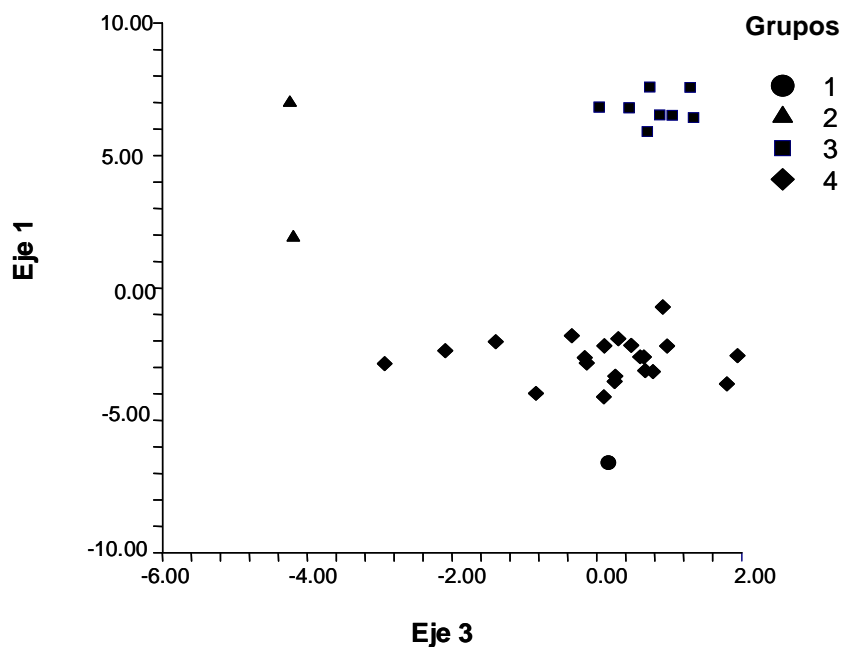
³ Caracteres con cargas significativas para el tercer eje

Figura 10. Gráficas de los cuatro grupos analizados y cinco caracteres morfológicos de plantas femeninas. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.

A.



B.



III. Análisis con datos morfológicos de plantas masculinas.

En el análisis de componentes principales para UTOs masculinas los tres primeros componentes expresan el 68.70% de la varianza total (Componente uno: 39.14%, componente dos: 23.31% y componente tres: 6.24%) (Tabla 12).

Tabla 12. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos morfológicos para plantas masculinas.

Componente	Eigenvalor	Varianza Total (%)	Varianza acumulada (%)
1	11.35165388	39.1436	39.1436
2	6.76100220	23.3138	62.4574
3	1.81170322	6.2473	68.7047

Los caracteres que más contribuyen a la interpretación del primer componente son la forma de la bráctea floral, el indumento de la bráctea floral, el ancho de la bráctea floral en la parte basal, la longitud del pedicelo, el ancho de la bráctea floral en la parte media, el ancho del sépalo en la parte media, el margen de la bráctea floral, el ancho del sépalo en la parte basal, la longitud de la lámina foliar, la longitud de las ramas primarias, la longitud de la bráctea floral, la longitud de la inflorescencia, el ancho de la lámina foliar en la parte media y en la parte basal. En el segundo componente son la longitud del pétalo, el ancho de la vaina foliar y la longitud de las brácteas primarias. La forma del sépalo es el carácter más importante para el tercer componente (Tabla 13).

En la figura 11A el primer componente permite separar a los caracteres de la bráctea floral, del pétalo, del sépalo, la longitud de la flor y de la antera del resto. Es importante señalar que valores bajos de la longitud y el ancho de la bráctea floral, del pétalo y del sépalo y la longitud de la flor y de la antera están asociados con ramas y brácteas primarias, pedicelos y caracteres vegetativos como vaina foliar y lámina foliar de mayor tamaño. Es decir, las UTOs con estos últimos caracteres de mayor tamaño, poseen la longitud y el ancho de la bráctea floral, del pétalo y del sépalo menores (Figura 12A, lado derecho). Por el contrario, UTOs con longitud y ancho mayores en los caracteres florales antes mencionados, se asocian con plantas que poseen las ramas y las brácteas primarias más cortas y un pedicelo inconspicuo o ausente (Figura 12A, lado izquierdo). Con respecto al segundo y tercer componente

no se aprecia un patrón entre UTOs con base en alguno de los caracteres (Figuras 11A y B y 12A y B).

En el dendrograma obtenido se pueden apreciar dos grupos principales (Figura 13). El primero de ellos (DE=6.36), formado por tres UTOs, es un grupo claramente separado del resto (Grupo 1). El segundo grupo (DE=8.45) comprende un primer agrupamiento (DE=5.70) integrado por diez UTOs (Grupo 2), un segundo grupo (Grupo 3) que incluye una UTO y que se observa como una rama separada (DE=6.37) de un tercer y último grupo (Grupo 4) que agrupa a 22 UTOs (DE=5.68).

Los grupos 1, 2 y 3 corresponden a los grupos 1, 3 y 4 del análisis I. Es importante mencionar que para el análisis de plantas masculinas no se incluyó material de *Hechtia bracteata* (Grupo 2 en el análisis I) debido a que el único ejemplar con el que se contaba carecía de muchos de los caracteres analizados. Para este análisis se obtuvo una $r=0.88040$, lo que indica un buen ajuste del dendrograma a la matriz de similitud.

Tabla 13. Cargas de los caracteres morfológicos para los tres primeros componentes de plantas masculinas.

Carácter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer componente
LV	0.4308	0.6073	0.0671
AV²	0.4850	0.7318	-0.1651
LL¹	0.7146	0.3918	0.1914
ALB¹	0.6373	0.5693	-0.1062
ALM¹	0.6660	0.6174	0.0019
LE	0.4989	0.3295	-0.4452
LI¹	0.6437	0.4038	-0.3751
LEC	0.1442	0.3297	-0.0830
DEC	0.5819	0.5836	-0.3615
LBP²	0.5448	0.6987	-0.1495
LRP¹	0.6919	0.5729	-0.1622
LFL	-0.2129	0.6141	0.1370
P¹	0.8844	-0.0867	0.2989
FBF¹	-0.9118	0.1667	-0.1009
LBF¹	-0.6788	0.5366	-0.1504
ABFB¹	-0.9015	0.3188	-0.1204
ABFM¹	-0.8716	0.3005	-0.1585
MBF¹	-0.8486	0.1599	-0.0963
IBF¹	-0.9115	0.1339	-0.1235
FS³	-0.3106	-0.2868	-0.6743
LS	-0.5825	0.6001	0.0989
ASB¹	-0.7473	0.5299	-0.0010
ASM¹	-0.8562	0.4228	-0.1364
FP	0.2395	-0.0063	-0.1477
LP²	-0.1602	0.8246	0.2896
APB	-0.5171	0.4336	0.3529
APM	-0.5969	0.5525	0.1518
LFIL	0.0955	0.6117	0.5068
LA	-0.2934	0.2744	-0.0937

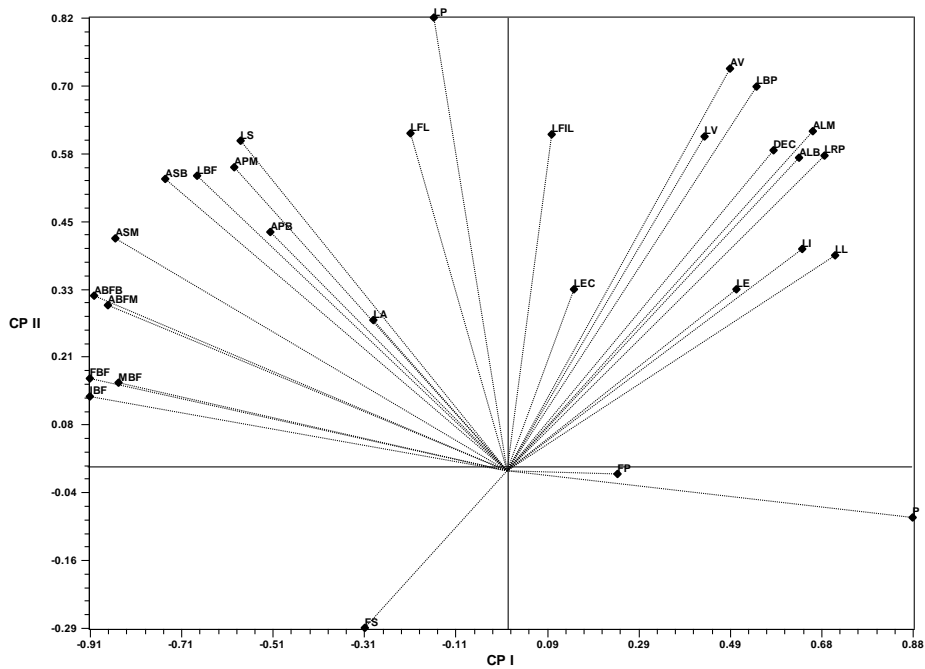
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer componente

² Caracteres con cargas significativas para el segundo componente

³ Caracteres con cargas significativas para el tercer componente

Figura 11. Proyección gráfica de los caracteres morfológicos usados en el análisis de componentes principales para plantas masculinas. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



B.

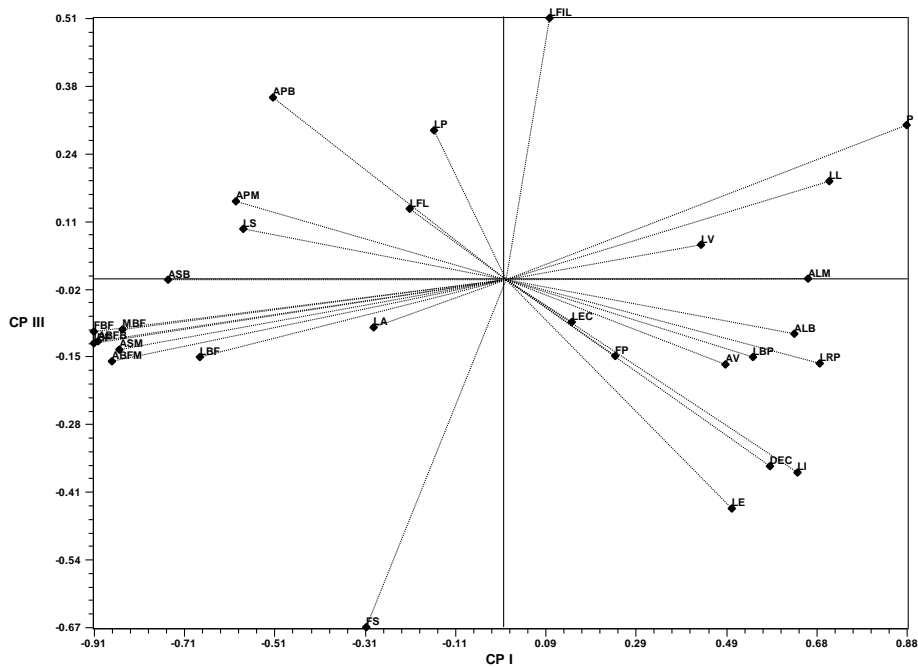
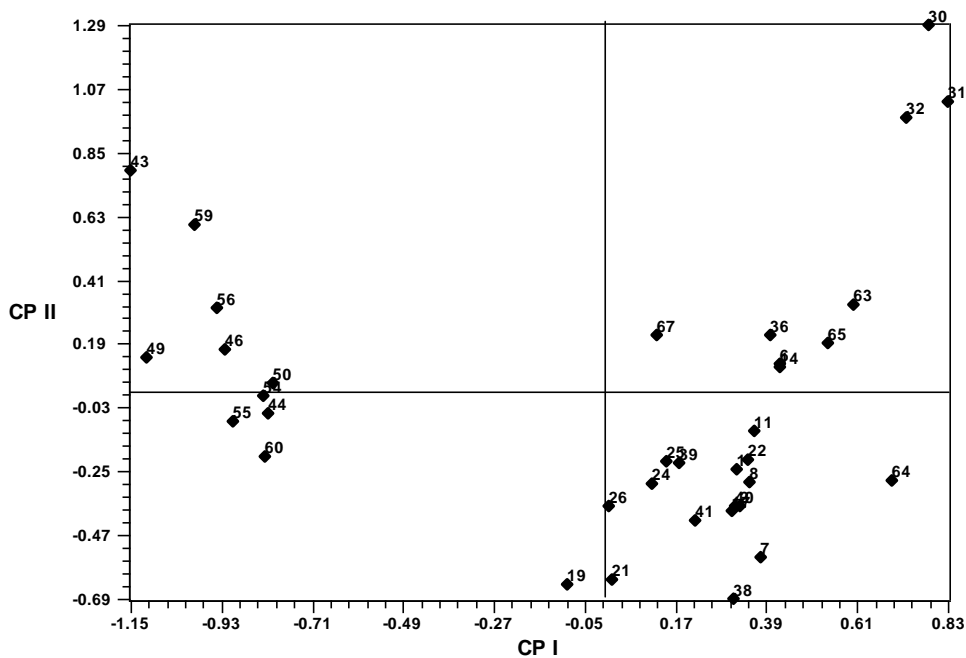


Figura 12. Gráfica de dispersión de las UTOs masculinas en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



B.

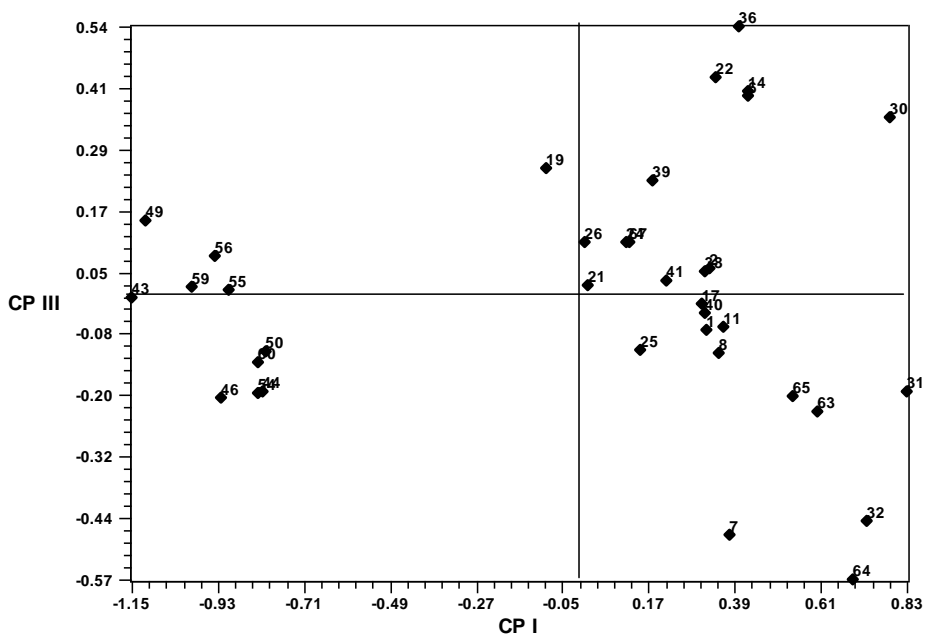
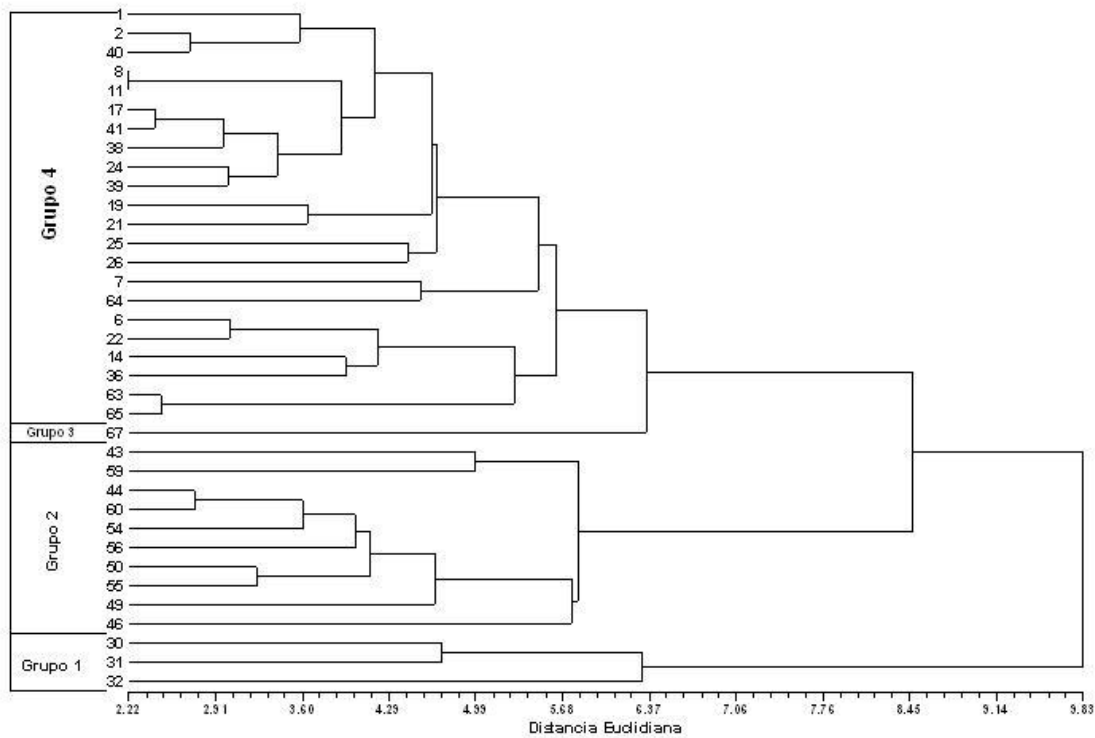


Figura 13. Dendrograma del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez obtenido con datos morfológicos de plantas masculinas.



Catorce caracteres fueron empleados en el análisis de discriminantes: longitud de la vaina foliar, longitud de la lámina foliar, ancho de la lámina foliar en la parte basal, longitud de las espinas, longitud del escapo, longitud de las ramas primarias, longitud de la flor, ancho de la bráctea floral en la parte basal, forma del sépalo, ancho del sépalo en la parte media, forma del pétalo, longitud del pétalo, ancho del pétalo en la parte basal y longitud de la antera. De éstos, siete entraron al modelo de stepwise (Tabla 15). La clasificación de las UTOs en los cuatro grupos basada en el dendrograma es 100% correcta ($P=0.002612$).

El primer eje canónico explica el 67.8% de la variación, la cual está en función del ancho de la bráctea floral en la parte basal y separa a los grupos 2 y 3 de los grupos 1 y 4. El eje dos con 29.4% de la variación total, separa completamente al grupo 1 de los otros tres con base en el ancho de la lámina en la parte media y la longitud de las ramas primarias. La separación del grupo 3 de los demás grupos está basada en la forma del sépalo a lo largo del tercer eje canónico (2.8% de la variación) (Tabla 14 y 15 y figura 14).

Tabla 14. Análisis canónico para los cuatro grupos obtenidos con datos morfológicos de plantas masculinas.

Eje	Eigenvalor	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	20.264663	67.8	67.8
2	8.773437	29.4	97.2
3	0.841813	2.8	100.0

Tabla 15. Matriz de estructura de los caracteres morfológicos de plantas masculinas para los tres primeros ejes canónicos.

Carácter	Eje 1	Eje 2	Eje 3
ALM²	0.323809	0.515777	0.435773
LEC	-0.009586	-0.011055	0.281689
LRP²	0.289351	0.395749	0.243263
ABFB¹	-0.767315	0.385881	-0.281183
FS³	-0.055826	-0.011422	-0.493397
ASM	-0.474173	0.300554	0.009979
LP	-0.041462	0.333265	-0.218175

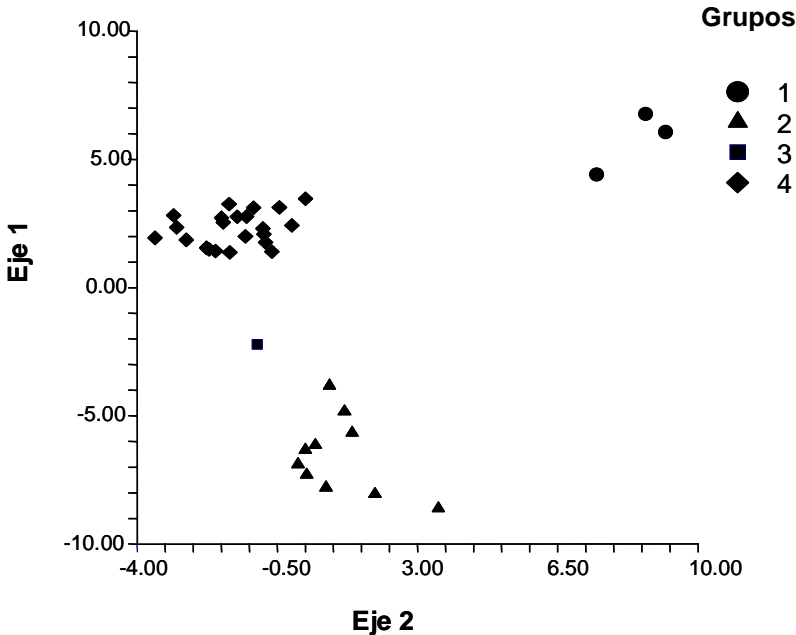
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer eje

² Caracteres con cargas significativas para el segundo eje

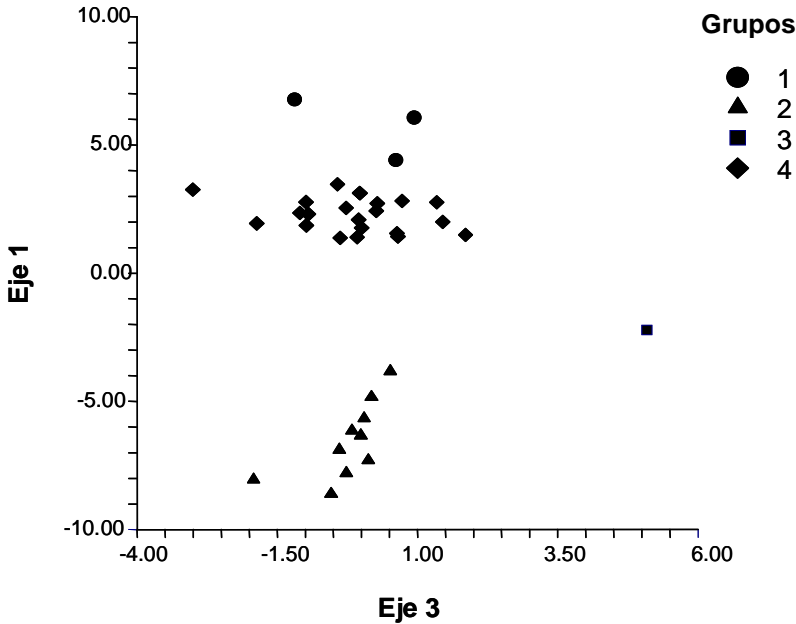
³ Caracteres con cargas significativas para el tercer eje

Figura 14. Gráficas de los cuatro grupos analizados y siete caracteres morfológicos de plantas masculinas. A. Eje1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.

A.



B.



Análisis estadísticos usando datos anatómicos.

En los análisis anatómicos se incluyeron 36 (UTOs). Se consideraron 39 caracteres anatómicos foliares, cuatro cualitativos biestado y el resto cuantitativos. Los caracteres 1, 2, 4, 5, 7, 11, 13, 14, 37 y 38 fueron medidos a un aumento de 100x, los caracteres 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33 se midieron a 40x y los caracteres 9, 16 y 18 a 2.5x. La densidad de escamas y estomas se obtuvo contando el número de estos caracteres por mm^2 . Todos los caracteres fueron medidos en micrómetros (Figura 15 y tabla 16).

Figura 15. Caracteres anatómicos foliares usados en los análisis estadísticos.

VISTA SUPERFICIAL, a. Células epidérmicas (epidermis adaxial), b. Células epidérmicas (epidermis abaxial), c. Densidad de estomas y longitud de células oclusivas. CORTE TRANSVERSAL, d. Grosor de la lámina, e. Grosor del parénquima acuífero, f. Grosor del clorénquima, g. Rafidios, h. Grosor de la cutícula, i. Epidermis adaxial, j. Hipodermis adaxial, k. Aerénquima, l. Parénquima continuo, m. Parénquima discontinuo, n. Haz vascular, ñ. Proyección del haz adaxial, o. Proyección del haz abaxial, p. Forma oblonga de las células del clorénquima, q. Forma columnar de las células del clorénquima, r. Epidermis abaxial, s. Hipodermis abaxial, t. Pedicelo de la escama.

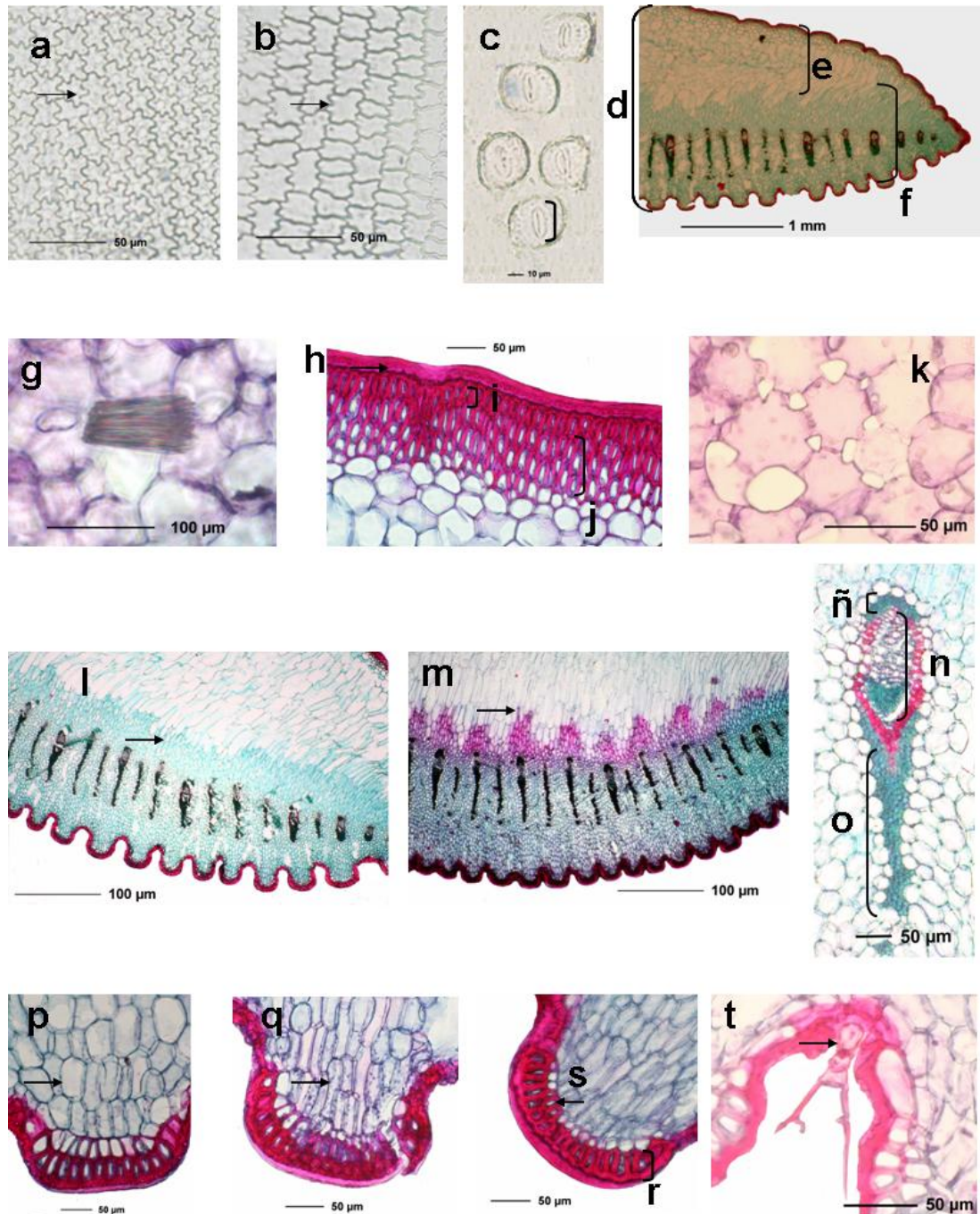


Tabla 16. Lista de caracteres anatómicos foliares usados en los análisis estadísticos.

VISTA SUPERFICIAL

Epidermis Adaxial

- 1 Longitud de las células epidérmicas
- 2 Ancho de las células epidérmicas
- 3 Densidad de escamas

Epidermis Abaxial

- 4 Longitud de las células epidérmicas
- 5 Ancho de las células epidérmicas
- 6 Densidad de escamas
- 7 Longitud de las células oclusivas
- 8 Densidad de estomas

CORTE TRANSVERSAL

- 9 Grosor de la lámina
- 10 *Rafidios [Ausente=0, Presente=1]

Epidermis adaxial

- 11 Grosor de la cutícula
- 12 Número de capas de la epidermis
- 13 Longitud de las células epidérmicas
- 14 Ancho de las células epidérmicas
- 15 Número de capas de la hipodermis

Parénquima

- 16 Grosor del parénquima acuífero
- 17 *Disposición del clorénquima [Continuo=0, Discontinuo=1]
- 18 Grosor del clorénquima
- 19 *Forma de las células en empalizada [Columnar=0, Oblonga=1]

Haces vasculares

- 20 Número total de haces vasculares
- 21 Número de órdenes de haces vasculares
- 22 Longitud de los haces vasculares de primer orden
- 23 Ancho de los haces vasculares de primer orden
- 24 Longitud de la proyección del haz de primer orden (lado abaxial)
- 25 Longitud de la proyección del haz de primer orden (lado adaxial)
- 26 Longitud de los haces vasculares de segundo orden
- 27 Ancho de los haces vasculares de segundo orden
- 28 Longitud de la proyección del haz de segundo orden (lado abaxial)
- 29 Longitud de la proyección del haz de segundo orden (lado adaxial)
- 30 Longitud de los haces vasculares tercer orden
- 31 Ancho de los haces vasculares de tercer orden
- 32 Longitud de la proyección del haz de tercer orden (lado abaxial)
- 33 Longitud de la proyección del haz de tercer orden (lado adaxial)
- 34 *Aerénquima entre haces vasculares [Ausente=0, Presente=1]

Epidermis abaxial

- 35 Número de capas de la hipodermis
 - 36 Número de capas de la epidermis
 - 37 Longitud de las células epidérmicas
 - 38 Ancho de las células epidérmicas
 - 39 Número de células del pedicelo de la escama
-

* Los estados de carácter de los caracteres cualitativos están indicados en corchetes

IV. Análisis con datos anatómicos.

Los tres primeros componentes expresan únicamente el 47.9% de la variación total (Componente uno: 23.69%, componente dos: 14.59% y componente tres: 9.68%) (Tabla 17).

Tabla 17. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos anatómicos.

Componente	Eigenvalor	Varianza Total (%)	Varianza acumulada (%)
1	9.23939834	23.6908	23.6908
2	5.69312085	14.5977	38.2885
3	3.77630502	9.6828	47.9713

La longitud de los haces vasculares de tercer orden, la longitud de los haces vasculares de segundo orden, el ancho de los haces vasculares de primer orden, la longitud de los haces vasculares de primer orden, la longitud de la proyección del haz de primer orden (lado adaxial), el ancho de los haces vasculares de tercer orden, la longitud de la proyección del haz de primer orden (lado abaxial), la longitud de la proyección del haz de segundo orden (lado adaxial), la longitud de la proyección del haz de tercer orden (lado abaxial), el número de capas de la hipodermis adaxial, el número de capas de la epidermis (adaxial) y el ancho de los haces vasculares de segundo orden son los caracteres que más contribuyen a explicar el primer componente. Mientras que en el segundo componente son el ancho de las células

epidérmicas de la epidermis abaxial y de la adaxial y la longitud de las células epidérmicas (epidermis abaxial). Para el tercer componente los caracteres más importantes para su interpretación son la presencia o ausencia de aerénquima entre haces vasculares y el número de capas de la hipodermis abaxial (Tabla 18).

Con base en los caracteres más importantes para el primer componente (Figura 16A), se separan dos patrones de UTOs, unas con valores mayores en la longitud y el ancho de los haces vasculares así como de las proyecciones del haz (Figura 17A, lado izquierdo) y el otro con estos caracteres de menor longitud y ancho (Figura 17A, lado derecho). Con respecto al segundo componente (Figura 16A), las UTOs que se separan son aquellas con células epidérmicas de ambas caras de la hoja (abaxial y adaxial) más grandes, así como con mayor número de células del pedicelo de la escama (Figura 17A, parte inferior). La presencia de aerénquima y de un mayor número de capas de la hipodermis (abaxial) son los caracteres que separan a las UTOs para el componente tres (Figuras 16B y 17B, parte inferior).

Tabla 18. Cargas de los caracteres anatómicos para los tres primeros componentes.

Carácter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer componente
1	0.4442	0.3344	0.2694
2	0.4897	-0.4335	0.0210
3	-0.0323	-0.4510	0.0169
4	-0.0999	0.6067	-0.2624
5	0.0420	-0.1974	-0.6114
6	0.0184	0.3190	0.5190
7	0.5012	-0.1025	0.2555
8	0.0350	0.0803	0.4801
9	-0.3455	-0.2681	-0.2081
10	-0.1370	-0.0234	0.5299
11	-0.6224	0.2237	0.0567
12 ¹	0.6456	-0.6055	0.0848
13	-0.0452	-0.3695	0.2419
14 ²	0.3163	-0.7539	0.2170
15 ¹	-0.6671	0.2719	-0.5383
16	-0.1346	-0.2426	-0.2081
17	-0.0812	0.6100	0.0540
18	-0.4330	-0.1275	-0.0044
19	0.1068	0.3137	0.3509
20	-0.5661	0.3361	0.2116
21	-0.3609	-0.0988	0.2290
22 ¹	-0.7712	-0.3014	0.3012
23 ¹	-0.8011	-0.1666	-0.2703
24 ¹	-0.7084	0.1201	0.1413
25 ¹	-0.7654	-0.3070	-0.1090
26 ¹	-0.8260	-0.2661	0.2617
27 ¹	-0.6432	-0.4323	-0.1280
28	-0.5889	0.0181	0.2473
29 ¹	-0.6750	-0.3471	-0.1115
30 ¹	-0.8590	-0.1635	0.3188
31 ¹	-0.7341	-0.5077	-0.1026
32 ¹	-0.6718	-0.0070	0.3034
33	-0.0703	-0.4434	-0.0143
34 ³	-0.0858	-0.0214	-0.7679
35 ³	-0.0300	0.1143	-0.6511
36	0.4165	-0.5377	0.1253
37 ²	0.2356	-0.6475	0.1317
38 ²	0.1830	-0.8464	0.0293
39	0.3828	-0.4502	-0.3044

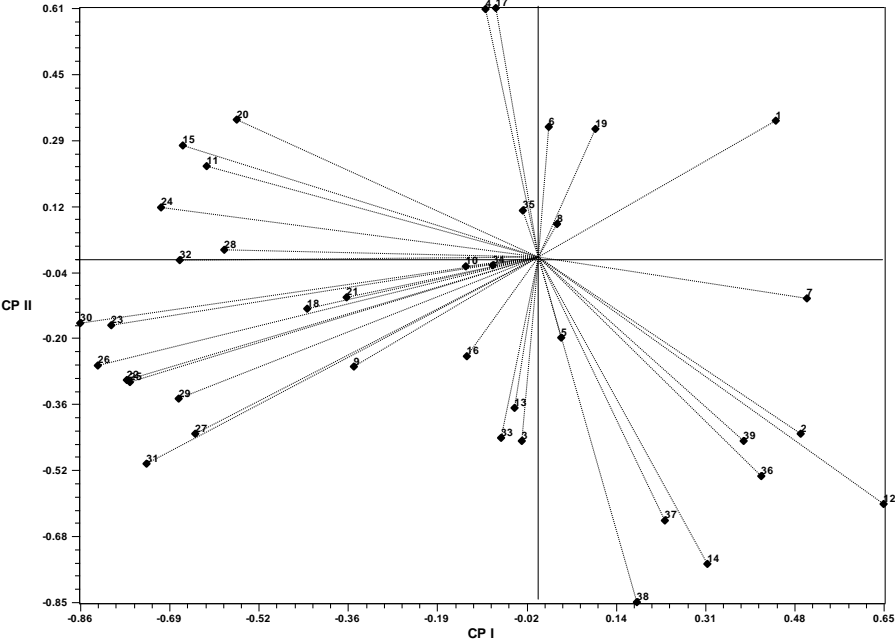
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer componente

² Caracteres con cargas significativas para el segundo componente

³ Caracteres con cargas significativas para el tercer componente

Figura 16. Proyección gráfica de los caracteres anatómicos usados en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



B.

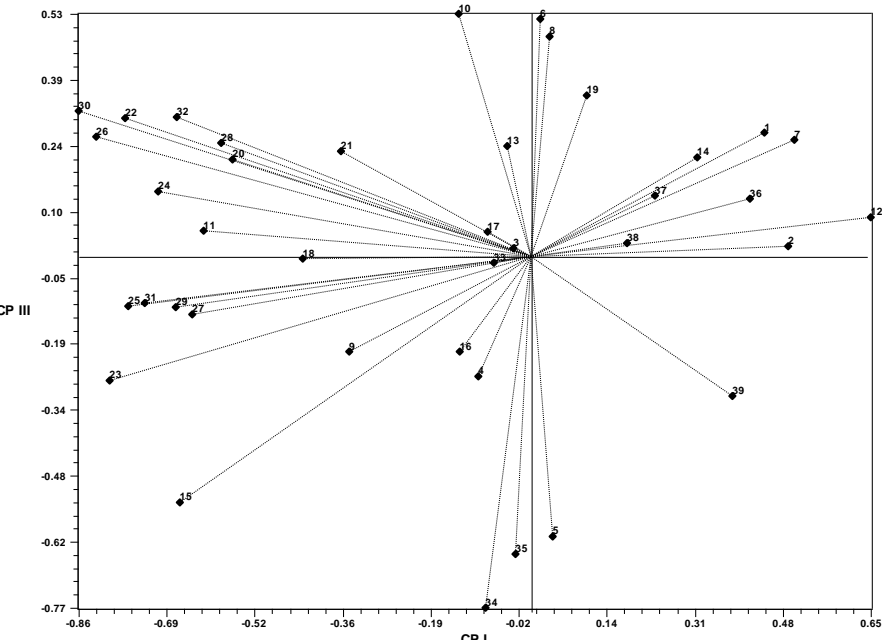
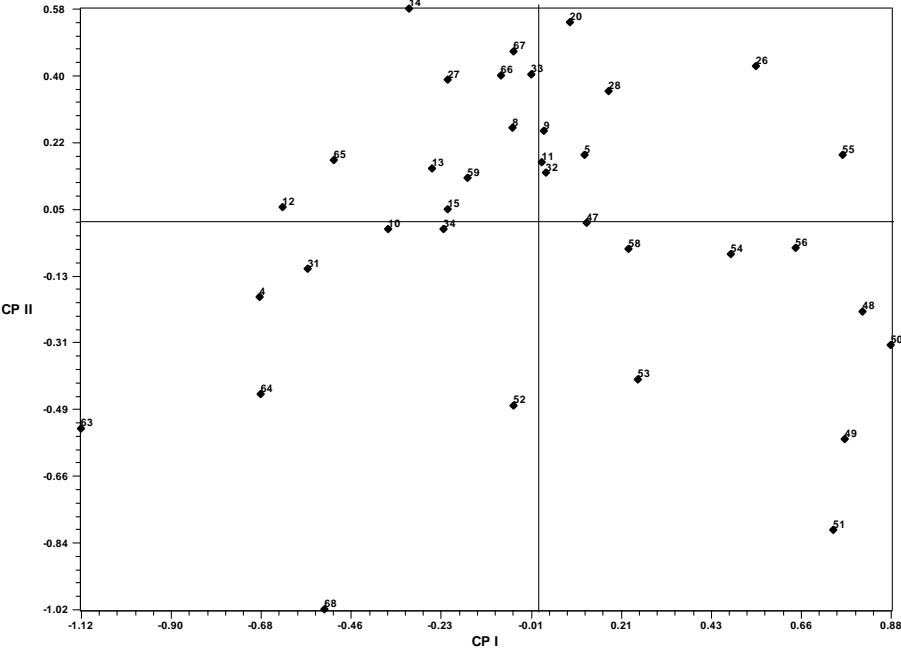
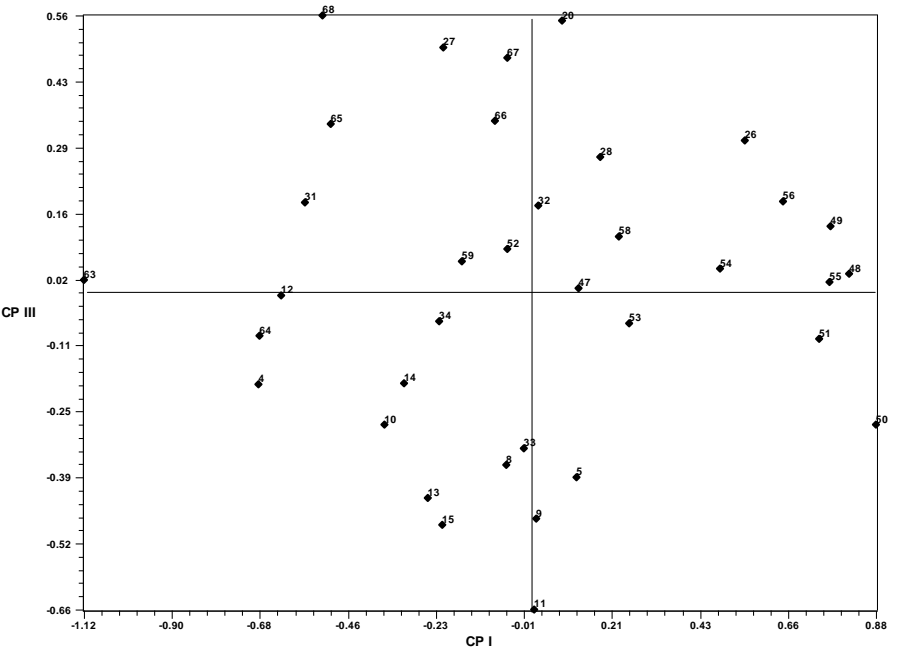


Figura 17. Gráfica de dispersión de las 36 UTOs en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



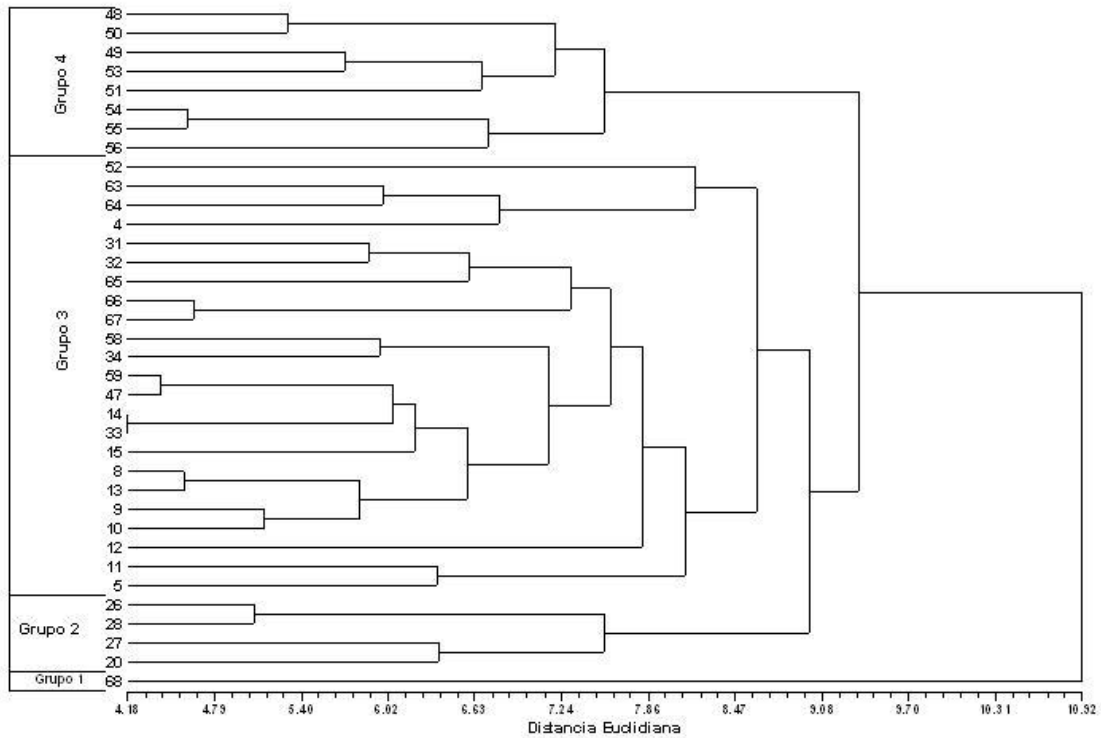
B.



En el dendrograma obtenido con datos anatómicos se obtuvieron cuatro grupos (Figura 18). El primero de ellos (Grupo 1) se aprecia como una rama separada del resto de los agrupamientos (DE=10.92) formado por una sola UTO. El siguiente grupo (DE=9.30) se divide a su vez en tres subgrupos; el primero (Grupo 2) formado por cuatro UTOs (DE=7.55), el segundo (Grupo 3) comprende 23 UTOs (DE=9.00) y el tercero (Grupo 4) ocho UTOs (DE=7.54).

El grupo 1 corresponde al grupo 2 de los análisis I y II (plantas de ambos sexos y de plantas femeninas). El grupo 2 comprende UTOs que en el análisis I se habían ubicado dentro del grupo 6 y dentro del grupo 4 en los análisis II y III, pero ahora se separan claramente del resto de las UTOs analizadas. El grupo 3 incluye UTOs que en el análisis I correspondían a los grupos 1, 4, 5 y 6; en el análisis II a los grupos 1 y 4 y en el análisis III a los grupos 1, 3 y 4. El último grupo comprende exclusivamente UTOs de *H. confusa* y es igual al grupo 3 de los análisis I y II y al grupo 2 del análisis III. Sin embargo, el grupo 3 incluye 4 UTOs que corresponden a *H. confusa*; su ubicación en este grupo tal vez se deba a que anatómicamente comparte más caracteres con las plantas de dicho grupo. El coeficiente cofenético obtenido fue de $r=0.67662$, si bien el valor oscila dentro del rango óptimo de los valores del coeficiente, el dendrograma no representa totalmente la información de los datos originales debido al bajo valor de r .

Figura 18. Dendrograma del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez obtenido con datos anatómicos.



Los caracteres usados en el análisis de discriminantes fueron: la longitud de las células epidérmicas (epidermis adaxial en vista superficial), el ancho de las células epidérmicas (epidermis adaxial en vista superficial), la densidad de escamas (epidermis adaxial), la longitud de las células epidérmicas (epidermis abaxial en vista superficial), el ancho de las células epidérmicas (epidermis abaxial en vista superficial), la densidad de escamas (epidermis abaxial), la longitud de las células oclusivas, la densidad de estomas, el grosor de la lámina, la presencia o ausencia de rafidios, el grosor de la cutícula, el número de capas de la epidermis adaxial, la

longitud de las células epidérmicas (epidermis adaxial en corte transversal), el ancho de las células epidérmicas (epidermis adaxial en corte transversal), el número de capas de la hipodermis adaxial, la disposición del clorénquima, el grosor del clorénquima, la forma de las células en empalizada, el número total de haces vasculares, el número de órdenes de haces vasculares, la longitud de los haces vasculares de primer orden, el ancho de los haces vasculares de primer orden, la longitud de la proyección del haz de primer orden (lado abaxial), la longitud de la proyección del haz de tercer orden (lado adaxial), la presencia o ausencia de aerénquima entre haces vasculares, el número de capas de la hipodermis abaxial, el número de capas de la epidermis abaxial, la longitud de las células epidérmicas (epidermis abaxial en corte transversal), el ancho de las células epidérmicas (epidermis abaxial en corte transversal) y el número de células del pedicelo de la escama. De estos caracteres, seis entraron al modelo de stepwise, siendo 100% correcta la clasificación obtenida del análisis anterior ($P=0.002768$) (Tabla 20).

Los caracteres que contribuyen más a la separación de los grupos 1 y 2 de los grupos 3 y 4 para el primer eje (62.1% de la varianza total), en orden de importancia son: la forma de las células en empalizada y la presencia o ausencia de rafidios. Los caracteres que mejor separan al grupo 3 del resto de los grupos para el segundo eje (32.9% de la variación) son el número de capas de la epidermis adaxial y el número de capas de la hipodermis adaxial (Tablas 19 y 20 y Figura 19A). El tercer eje, el cual explica una menor cantidad de variación (5%), únicamente separa al grupo 1 de los

demás, con base en el ancho de las células epidérmicas de la epidermis adaxial en corte transversal (Tablas 19 y 20 y Figura 19B).

Tabla 19. Análisis canónico para los cuatro grupos obtenidos con datos anatómicos.

Eje	Eigenvalor	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	15.839595	62.1	62.1
2	8.386242	32.9	95.0
3	1.285798	5.0	100.0

Tabla 20. Matriz de estructura de los caracteres anatómicos para los tres primeros ejes canónicos.

Carácter	Eje 1	Eje 2	Eje 3
10¹	0.278309	-0.111047	-0.571336
12²	-0.157574	-0.870880	0.065810
14³	-0.020138	-0.312482	-0.392800
15²	-0.117149	0.411767	-0.146654
19¹	0.393281	-0.011323	0.409559
37	0.037160	-0.203082	-0.294673

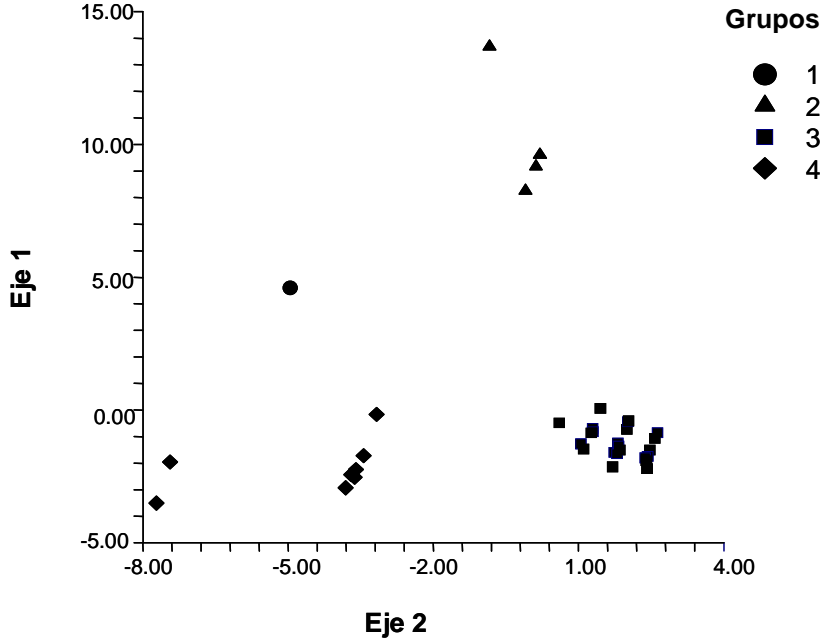
¹Caracteres con cargas significativas para el primer eje

²Caracteres con cargas significativas para el segundo eje

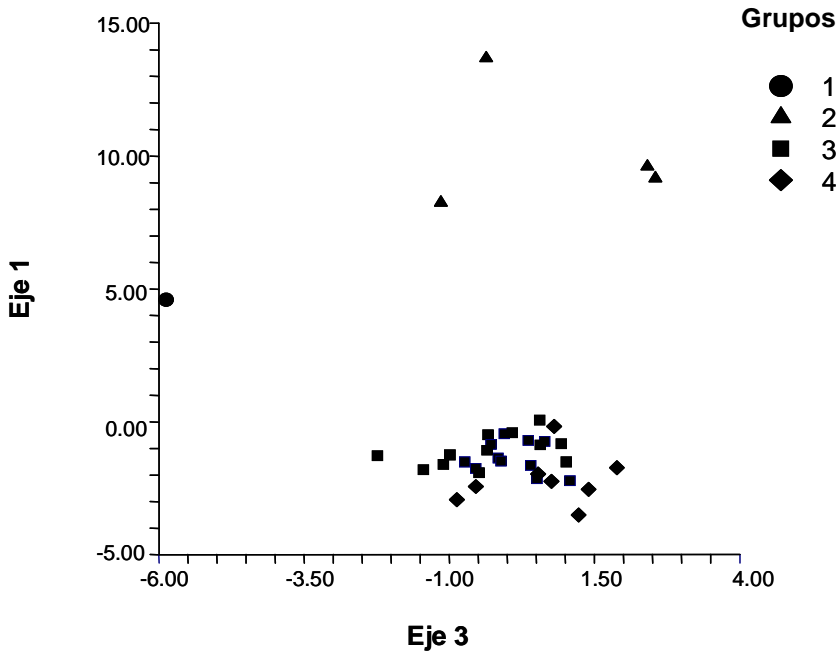
³Caracteres con cargas significativas para el tercer eje

Figura 19. Gráficas de los cuatro grupos analizados y seis caracteres anatómicos. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.

A.



B.



Análisis estadísticos usando datos anatómicos y morfológicos.

V. Análisis con datos anatómicos y morfológicos.

Los resultados del análisis de componentes principales se resumen en las tablas 21 y 22. En la primera, se presenta la variación total de la matriz explicada por los tres primeros componentes, éstos expresan el 49.78% de la varianza total (Componente uno: 28.27%, componente dos: 13.37% y componente tres: 8.13%).

Los caracteres que contribuyen más para el primer componente en orden de importancia de acuerdo con las cargas son: el indumento de la bráctea floral, la forma de la bráctea floral, el ancho de la bráctea floral en la parte basal y en la parte media, el margen de la bráctea floral, el ancho del sépalo en la parte media, el grosor de la cutícula, el número total de haces vasculares, la longitud de las ramas primarias, el ancho del sépalo en la parte basal, el número de capas de la hipodermis adaxial, la longitud de la lámina foliar, la longitud del pedicelo, el número de capas de la epidermis adaxial, la longitud del sépalo, la longitud de las espinas, el diámetro del escapo, la longitud de las brácteas primarias, la longitud de la inflorescencia, la longitud de la bráctea floral, la longitud de los haces vasculares de segundo orden, el ancho de los haces vasculares de primer orden y la longitud de los haces vasculares de tercer orden. El ancho de las células epidérmicas (epidermis abaxial en corte transversal) es el carácter más importante en el segundo componente y finalmente, para el tercero, es el ancho de la lámina foliar en la parte media (Tabla 22).

Tabla 21. Eigenvalores y varianza total de los tres primeros componentes con datos anatómicos y morfológicos.

Componente	Eigenvalor	Varianza Total (%)	Varianza acumulada (%)
1	18.66030773	28.2732	28.2732
2	8.82959740	13.3782	41.6514
3	5.36632082	8.1308	49.7822

En el primer componente se observa una separación de UTOs basada en las características de la bráctea floral (forma, margen, indumento, ancho y longitud), del sépalo (ancho y longitud) y del número de capas de la epidermis adaxial (Figura 20A). Esto permite distinguir, por un lado UTOs con sépalos y brácteas florales más anchas, con presencia de indumento en la bráctea floral y con dos a tres capas de células epidérmicas (Figura 21A, lado derecho); y por otro lado UTOs con sépalos y brácteas florales angostas, sin indumento en ésta última y con una capa de células epidérmicas. Sin embargo presentan a diferencia del primer patrón de UTOs, ramas y brácteas primarias, espinas, inflorescencias, haces vasculares de segundo y de tercer orden más largos, los mismos haces ya mencionados más anchos y una cutícula más gruesa (Figura 21A, lado izquierdo).

Con respecto al segundo componente (Figura 20A), el ancho de las células epidérmicas (abaxiales en corte transversal) permite separar a las UTOs de aquellas con este carácter de mayor tamaño (Figura 21A, parte inferior) y las otras con menor ancho (Figura 21A, parte superior). En el tercer componente no se aprecia

claramente un patrón de similitud entre las UTOs con respecto al carácter más importante para el componente (ancho de la lámina foliar en la parte basal), sin embargo las UTOs más alejadas de la gráfica poseen este carácter con valores mayores a diferencia del resto (Figuras 20B y 21B).

Tabla 22. Cargas de los caracteres anatómicos y morfológicos para los tres primeros componentes.

Carácter	Primer Componente	Segundo Componente	Tercer componente
1	0.3268	0.2950	0.4095
2	0.5331	-0.2608	0.1121
3	0.0459	-0.4426	0.0715
4	-0.2874	0.5428	0.0652
5	0.0064	0.0539	-0.3844
6	-0.0167	0.1324	0.3610
7	0.5124	0.0367	0.1338
8	0.1525	-0.1124	0.1778
9	-0.2859	-0.2753	-0.2630
10	-0.1180	-0.0667	-0.0158
11¹	-0.7938	-0.1076	0.2737
12¹	0.7209	-0.3084	0.0279
13	-0.1052	-0.3625	0.1697
14	0.5395	-0.5560	-0.1550
15¹	-0.7569	0.0521	-0.1277
16	-0.0969	-0.1393	-0.2742
17	-0.3135	0.5699	0.1523
18	-0.3705	-0.3650	0.0255
19	-0.0391	0.3004	0.2137
20¹	-0.7815	-0.0657	0.4895
21	-0.1842	-0.2787	-0.0251
22	-0.6108	-0.5783	-0.1266
23¹	-0.6361	-0.2479	-0.4837
24	-0.6154	-0.1952	-0.1074
25	-0.5896	-0.4196	-0.3804
26¹	-0.6619	-0.5330	-0.1583
27	-0.3787	-0.4659	-0.4712

28	-0.4157	-0.2047	-0.2278
29	-0.4079	-0.4042	-0.4879
30¹	-0.6352	-0.4929	-0.1502
31	-0.4164	-0.5695	-0.5501
32	-0.4242	-0.2440	-0.3109
33	0.0881	-0.3403	-0.2835
34	-0.1890	0.2474	-0.4879
35	0.0212	0.2304	-0.4112
36	0.5266	-0.3316	-0.0122
37	0.3336	-0.4660	-0.0543
38²	0.4113	-0.7520	-0.0641
39	0.4333	-0.1395	-0.2459
LV	-0.2723	-0.5863	0.1917
AV	-0.2294	-0.5774	0.5921
LL¹	-0.7366	-0.3372	0.1491
ALB³	-0.4869	-0.4090	0.6672
ALM	-0.6184	-0.3540	0.5944
LE¹	-0.6874	-0.3769	0.0525
LI¹	-0.6757	-0.4792	0.0778
LEC	-0.0593	-0.4126	-0.1907
DEC¹	-0.6790	-0.3652	0.3446
LBP¹	-0.6789	-0.2324	0.5081
LRP¹	-0.7801	-0.2222	0.3340
LFL	0.3862	-0.2786	-0.2174
P¹	-0.7306	0.2253	0.0539
FBF¹	0.8977	-0.2898	-0.0334
LBF¹	0.6733	-0.4931	0.0946
ABFB¹	0.8911	-0.3527	0.0152
ABFM¹	0.8371	-0.4726	-0.0533
MBF¹	0.8268	-0.2507	0.1438
IBF¹	0.8978	-0.1448	-0.0316
FS	0.2766	-0.4563	-0.0941
LS¹	0.6878	-0.4113	0.1474
ASB¹	0.7606	-0.3190	0.1300
ASM¹	0.7950	-0.4831	0.1266
FP	-0.0640	-0.1349	0.3652
LP	0.3493	-0.4642	0.3692
APB	0.4314	0.0947	0.1618
APM	0.4062	-0.2824	0.3788

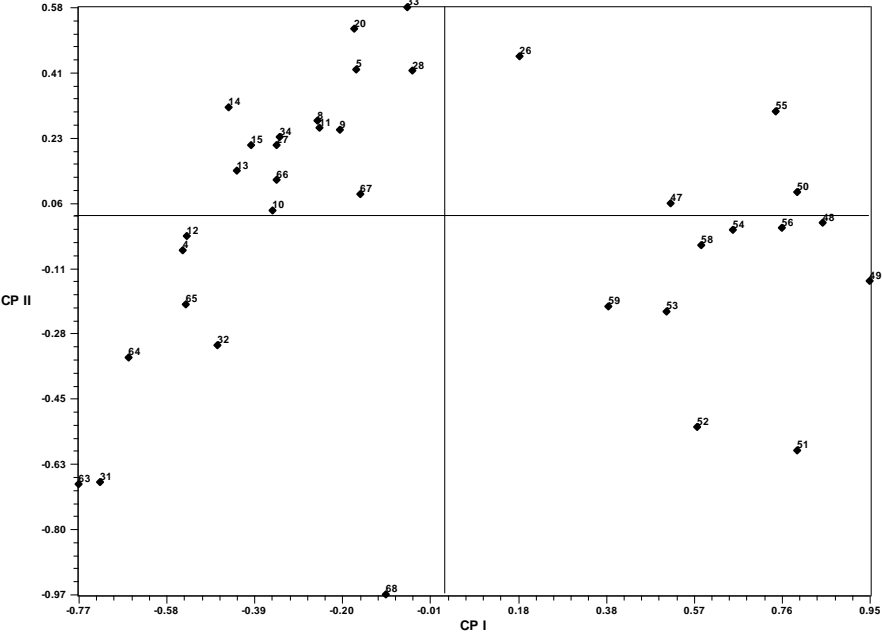
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer componente

² Caracteres con cargas significativas para el segundo componente

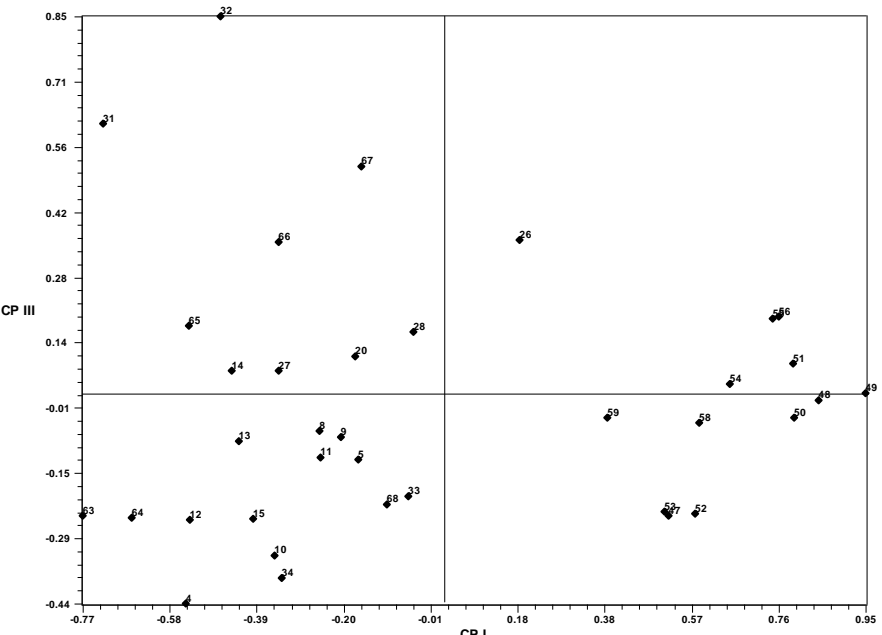
³ Caracteres con cargas significativas para el tercer componente

Figura 21. Gráfica de dispersión de las 36 UTOs en el análisis de componentes principales. A. Componente I contra componente II. B. Componente I contra componente III.

A.



B.

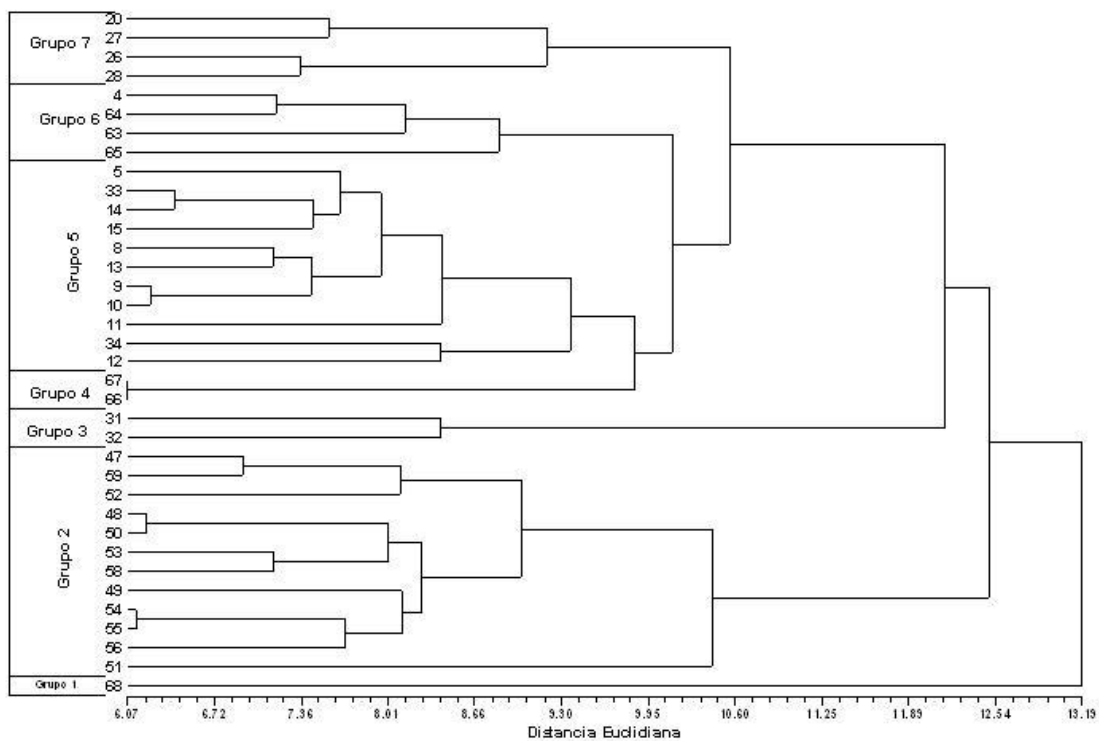


En el dendrograma obtenido a partir de datos anatómicos y morfológicos se puede apreciar una rama separada del resto de las UTOs (DE=13.19), la cual está formada por un solo ejemplar (Grupo 1). Posteriormente, se observa un grupo principal que puede dividirse en dos; el primero de ellos (DE=10.50) formado por 12 UTOs (Grupo 2), el segundo subgrupo a su vez se divide en dos grupos más; de éstos, el primero comprende dos UTOs (DE=8.50 y grupo 3) y el segundo, se subdivide en cuatro grupos. De estos últimos grupos, el primero de ellos comprende dos UTOs (DE=9.90) y se separa como una rama del resto de las UTOs (Grupo 4); el segundo, con 11 UTOs (DE=9.32 y grupo 5) y el tercero (DE=8.70 y grupo 6) y cuarto (DE=9.30 y grupo 7) comprenden cada uno cuatro UTOs (Figura 22).

El grupo 1 corresponde al grupo 2 de los análisis I y II y al grupo 1 obtenido con datos anatómicos. El grupo 2 corresponde al grupo 3 de los análisis I y II, al grupo 2 del análisis III y al grupo 4 obtenido de datos anatómicos. El grupo 3 corresponde al grupo 1 de los análisis I, II y III y al grupo 3 obtenido con datos anatómicos. El grupo 4 corresponde al grupo 4 de los análisis I y II y al grupo 3 de los análisis III y IV. El grupo 5 corresponde a los grupos 6, 4, 4 y 3 de los análisis I, II, III y IV, respectivamente. El grupo 6 corresponde a los grupos 5, 4 y 4 obtenidos de cada uno de los análisis con datos morfológicos y al grupo 3 obtenido de datos anatómicos. Finalmente, las UTOs del grupo 7, no se separaban en un grupo independiente en los análisis morfológicos y estaban incluidas dentro de los grupos 6, 4 y 4; en el análisis con datos anatómicos corresponde al grupo 2.

Para este análisis se obtuvo una $r=0.78297$, lo que indica un buen ajuste del dendrograma a la matriz de similitud.

Figura 22. Dendrograma del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez obtenido con datos anatómicos y morfológicos.



Para el análisis de discriminantes los caracteres que se consideraron fueron la longitud de las células epidérmicas (epidermis adaxial en vista superficial), el ancho de las células epidérmicas (epidermis adaxial en vista superficial), la densidad de escamas (epidermis adaxial), la longitud de las células epidérmicas (epidermis

abaxial en vista superficial), el ancho de las células epidérmicas (epidermis abaxial en vista superficial), la densidad de escamas (epidermis abaxial), la longitud de las células oclusivas, la densidad de estomas, el grosor de la lámina, la presencia o ausencia de rafidios, el grosor de la cutícula, el número de capas de la epidermis adaxial, la longitud de las células epidérmicas (epidermis adaxial en corte transversal), el ancho de las células epidérmicas (epidermis adaxial en corte transversal), el número de capas de la hipodermis adaxial, la disposición del clorénquima, el grosor del clorénquima, la forma de las células en empalizada, el número total de haces vasculares, el número de órdenes de haces vasculares, la longitud de los haces vasculares de primer orden, la longitud de la proyección del haz de primer orden (lado abaxial), la longitud de los haces vasculares de segundo orden, la longitud de la proyección del haz de tercer orden (lado adaxial), la presencia o ausencia de aerénquima entre haces vasculares, el número de capas de la hipodermis abaxial, la longitud de las células epidérmicas (epidermis abaxial en corte transversal), el número de células del pedicelo de la escama, la longitud de la vaina foliar, el ancho de la lámina foliar en la parte media, la longitud de las espinas, la longitud del escapo, la longitud de las ramas primarias, la longitud de las flores, el ancho de la bráctea floral en la parte basal, la forma del sépalo, la forma del pétalo, la longitud del pétalo y el ancho del pétalo en la parte basal y en la parte media. De estas 40 variables 12 entraron en el modelo de stepwise (Tabla 24). La clasificación de las UTOs en los siete grupos basada en el dendrograma es 100% correcta ($P=0.000001$).

El primer eje, responsable del 42.9% de la variación, diferencia los grupos 1, 2 y 7 de los grupos 3, 4, 5 y 6, con base en el ancho de la bráctea floral en la parte basal y el número de capas de la hipodermis adaxial. Los grupos 1 y 2 poseen las brácteas florales más anchas de entre todos los grupos analizados, y los tres primeros grupos tienen de 1 a 2 capas de hipodermis (Tabla 23 y 24 y figura 23A). El segundo eje, el cual explica el 40.2% de la variación total, muestra una diferenciación de los grupos 2 y 3 de los grupos 1, 4, 5, 6 y 7, con base en la presencia de rafidios, presentes en los grupos 1 y 7 y en la forma de las células en empalizada, siendo el grupo 7 el único que las tiene oblongas y en el resto de los grupos son de forma columnar (Tabla 23 y 24 y figura 23A). Para el tercer eje (8.8% de la variación), la separación de los grupos 2 y 5 de los grupos 1, 3, 4, 6 y 7 está influenciada por el ancho de la lámina foliar en la parte media y el ancho de las células epidérmicas (epidermis abaxial en vista superficial). Los grupos 1, 3, 4, 6 y 7 poseen los tamaños mayores en el ancho de la lámina foliar en la parte media y los valores más bajos en el ancho de las células epidérmicas; al contrario de los grupos 2 y 5, con células epidérmicas más anchas y valores menores en el ancho de la lámina foliar en la parte media (Tablas 23 y 24 y figura 23B).

Tabla 23. Análisis canónico para los siete grupos obtenidos con datos anatómicos y morfológicos.

Eje	Eigenvalor	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	44.999112	42.9	42.9
2	42.222133	40.2	83.1
3	9.254383	8.8	91.9

Tabla 24. Matriz de estructura de los caracteres anatómicos y morfológicos para los tres primeros ejes canónicos.

Carácter	Eje 1	Eje 2	Eje 3
1	-0.050023	-0.033841	0.008943
3	0.059111	-0.108318	0.126999
4	0.045586	0.063404	-0.096357
5 ³	0.099759	-0.014866	-0.267537
10 ²	-0.098151	0.115249	0.180947
15 ¹	0.303003	0.087614	-0.095235
19 ²	-0.145437	0.152081	0.156541
22	0.089180	0.071378	0.258852
26	0.070808	0.091678	0.240952
ALM ³	0.183851	-0.000610	0.577491
ABFB ¹	-0.371382	-0.464502	-0.172300
FS	-0.050456	-0.075731	0.084606

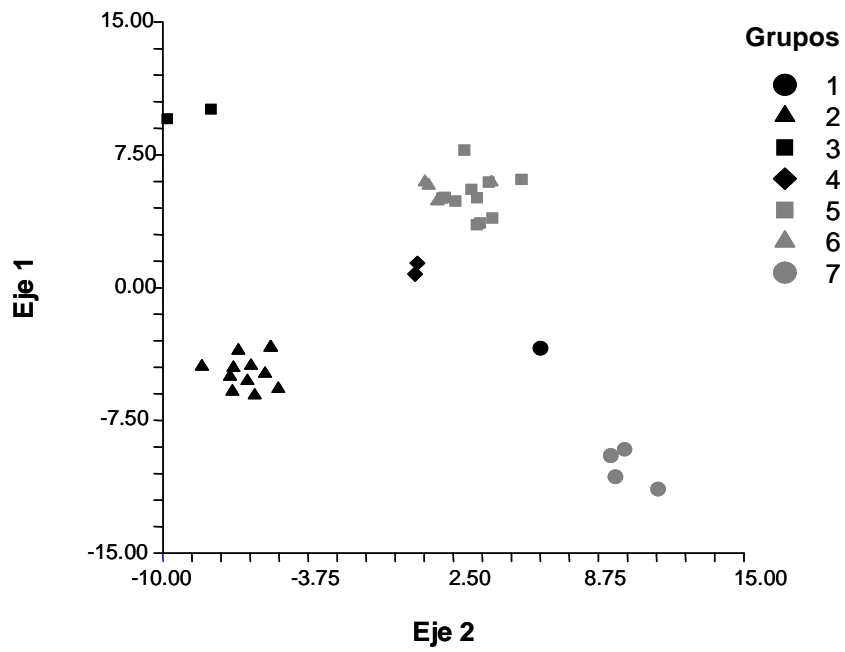
¹ Caracteres con cargas significativas para el primer eje

² Caracteres con cargas significativas para el segundo eje

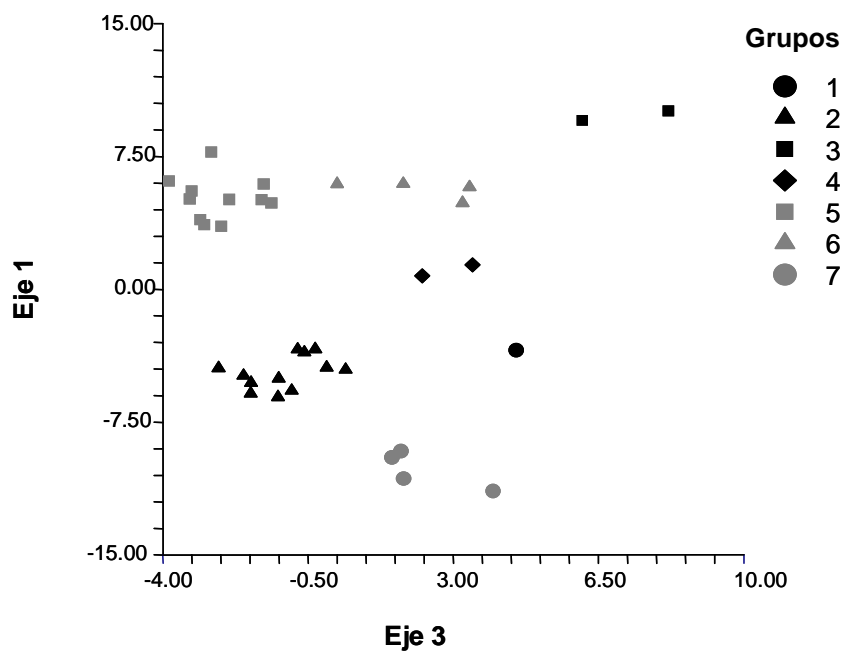
³ Caracteres con cargas significativas para el tercer eje

Figura 23. Gráficas de los siete grupos analizados y 12 caracteres anatómicos y morfológicos. A. Eje 1 contra eje 2. B. Eje 1 contra eje 3.

A.



B.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los análisis estadísticos de los datos morfológicos y anatómicos nos permiten reconocer siete grupos del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez, que además se pueden considerar como *taxa* distintos. De los nombres incluidos en el análisis se reconocen *Hechtia bracteata*, *Hechtia confusa*, *Hechtia perotensis*, *Hechtia podantha* y *Hechtia tehuacana* así como dos *taxa* no descritos, uno de ellos del estado de Morelos (*Hechtia sp. 1*) y otro presente en Puebla y Oaxaca (*Hechtia sp.2*) (Tabla 25 y figura 24).

En los análisis de conglomerados, la posición de las UTOs está basada en la similitud entre los *taxa*. En los análisis morfológicos, *Hechtia sp. 2* está situada cerca de *H. bracteata*, ambas especies son plantas de gran tamaño, principalmente en caracteres como la vaina foliar, la lámina foliar y la inflorescencia. Posteriormente se ubica *H. confusa*, y su cercanía con *H. bracteata* se debe a las características florales, ya que ambas especies presentan sépalos ovados y éstos son más largos y anchos que en los demás *taxa*, además tienen brácteas florales anchamente ovadas y erosas; éste último carácter también lo comparten con *H. perotensis*, la cual se ubica junto a *H. confusa*. Estos son los dos *taxa* con las ramas primarias más compactas del grupo estudiado y presentan similitudes en el largo y ancho del sépalo. *Hechtia tehuacana* aparece posteriormente, y su ubicación cercana a *H. perotensis* se basa en la similitud del tamaño de la vaina foliar, de la lámina foliar, de la inflorescencia y de las brácteas primarias. *Hechtia podantha* y *H. sp. 1* son las

especies más disímiles del resto de los *taxa* analizados, distinguibles por características como vaina y lámina de menor tamaño, la forma triangular de la bráctea floral, así como su longitud y ancho menores, además de presentar también los pétalos pequeños.

Con respecto a los patrones observados de similitud morfológica en los análisis de componentes principales realizados con datos morfológicos, se observa que el primer componente es prácticamente floral, siendo los caracteres más importantes los relacionados con la bráctea floral, el sépalo, el pétalo, las ramas primarias y el pedicelo; el segundo componente es vegetativo ya que los caracteres importantes para este eje son el ancho de la vaina foliar y de la lámina foliar en la parte basal y media. De este modo, el primer eje separa por un lado a *Hechtia confusa* y *H. bracteata*, las cuales poseen brácteas florales y sépalos ovados a anchamente ovados, así como valores mayores en la longitud y en el ancho de éstos y por otro a *H. perotensis*, *H. podantha*, *H. tehuacana*, *H. sp. 1* y *H. sp. 2*; que poseen brácteas florales y sépalos triangulares; así como la vaina foliar y la lámina foliar de mayor tamaño, sobre todo *H. sp. 2*, la cual está más alejada del resto de los *taxa* en las gráficas. El tercer componente principal no da información en cuanto a patrones entre UTOs.

En el dendrograma obtenido con caracteres anatómicos se reconocen cuatro grupos, el primero corresponde a *Hechtia bracteata*, especie con caracteres anatómicos foliares de mayor tamaño (haces vasculares y células epidérmicas) en comparación

con los otros *taxa*; el segundo grupo incluye a *H. sp. 1*, éstas dos especies tienen en común la presencia de rafidios y de una a dos capas de células hipodérmicas adaxiales. El tercer grupo, precedido de *H. bracteata*, incluye a *H. podantha*, *H. perotensis*, *H. tehuacana* y *H. sp. 2*, todas ellas con células epidérmicas adaxiales más anchas que en el resto de las especies, la presencia de 2 a 3 capas de células hipodérmicas y entre 70 y 100 haces vasculares. El último grupo corresponde a *H. confusa*, que se caracteriza por tener menor número de haces vasculares, así como valores menores en la longitud y el ancho de éstos.

Con respecto al análisis de componentes principales a partir de datos anatómicos, en el componente uno se aprecian dos patrones de acuerdo con las características de los haces vasculares (longitud y ancho): el primero de ellos, con haces de mayor tamaño, incluye a *Hechtia bracteata*, *H. perotensis*, *H. podantha*, *H. tehuacana* y *H. sp. 2* y un segundo patrón con haces vasculares de menor tamaño caracteriza a *H. confusa* y *H. sp. 1*. En cuanto al componente tres, la presencia de aerénquima y de dos capas de células hipodérmicas abaxiales, separa a *H. confusa* y *H. podantha* del resto de las especies.

Hechtia confusa presenta indumento en la bráctea floral y el pedicelo está ausente o es inconspicuo, características que la diferencian de los demás *taxa* analizados. Asimismo, los caracteres vegetativos contribuyen también a su separación, principalmente el ancho de la lámina foliar en la parte media y basal y el número de haces vasculares (ca. 50).

Espejo y López – Ferrari (1994) y Espejo et al. (2004) colocan a *Hechtia bracteata* como sinónimo de *H. podantha*, sin embargo, los resultados obtenidos permiten reconocer a ambas especies. Una diferencia notable que las distingue es el color de las flores, Mez (1896) en la descripción original de *H. bracteata* menciona que ésta posee flores blancas, sin embargo el material revisado en este estudio estaba en fructificación y en el único ejemplar masculino (*Müller 813*) no se pudo apreciar tal carácter. *Hechtia bracteata* incluye plantas de mayor tamaño y su área de distribución comprende los estados de Veracruz y Puebla, mientras que *H. podantha* presenta flores de color verde y es conocida de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo y Querétaro; aunado a esto *H. bracteata* tiene las brácteas florales ovadas y erosas, a diferencia de *H. podantha* que presenta brácteas florales enteras y de forma triangular. Asimismo, existen diferencias en los caracteres morfológicos y anatómicos, tales como la longitud y el ancho de la vaina foliar, el ancho de la lámina foliar en la parte basal, la longitud de la inflorescencia, la longitud y el ancho de la bráctea floral, el ancho del sépalo en la parte basal y el ancho del ovario, así como la longitud de los haces vasculares, siendo estos valores mayores en *H. bracteata*.

Hechtia tehuacana había sido considerada como sinónimo de *H. podantha*, pero diferencias en el ancho de la lámina foliar en la parte media y basal, en la longitud de la inflorescencia, en el diámetro del escapo, en el ancho del sépalo en la parte basal y media, en el ancho de las células epidérmicas abaxiales y en el número y la longitud de los haces vasculares, así como el pedicelo más robusto en *H. tehuacana*,

nos separan claramente a ambos *taxa*. Aunque pudiera existir un solapamiento en caracteres florales de ambas especies, se debe mencionar que *H. tehuacana* es endémica del Valle de Tehuacán – Cuicatlán, y sus rosetas son de mayor tamaño.

Es importante mencionar que para este análisis no se obtuvo material de *Hechtia liebmannii*, *taxon* que ha sido considerado sinónimo de *H. podantha* (Smith & Downs, 1974 y Espejo & López – Ferrari, 1994); sin embargo en la descripción original de *H. liebmannii* (Mez, 1901) se menciona que son plantas de gran tamaño, con la inflorescencia tres veces dividida, las ramas largas y las flores de ca. 7 mm de largo; *H. podantha*, al igual que los demás *taxa* incluidos en el complejo, tienen inflorescencias dos veces divididas, las ramas primarias en algunos de ellos son más cortas o iguales a las brácteas primarias y las flores son de hasta 5.6 mm de largo. Debido a la falta de material completo y adecuado fue excluida del análisis.

En trabajos previos, *Hechtia podantha* estaba reportada del estado de Morelos, sin embargo en un análisis más completo y tomando en cuenta no sólo caracteres morfológicos, sino también anatómicos, se concluye que las plantas que habitan en dicha entidad corresponden a un nuevo *taxon*. La presencia de rafidios, el clorénquima discontinuo, la ausencia de aerénquima, la presencia de dos capas de células hipodérmicas adaxiales, las células epidérmicas abaxiales más angostas y las células en empalizada de forma oblonga la distinguen de *H. podantha*. Aunado a esto, *H. sp. 1* tiene las ramas primarias y los caracteres vegetativos tales como vaina foliar y lámina foliar más grandes, así como la roseta más pequeña. Aunque el

hábitat en donde crece, es matorral xerófilo, las condiciones de humedad y de sustrato son distintas de las presentes en los sitios donde habita *H. podantha*.

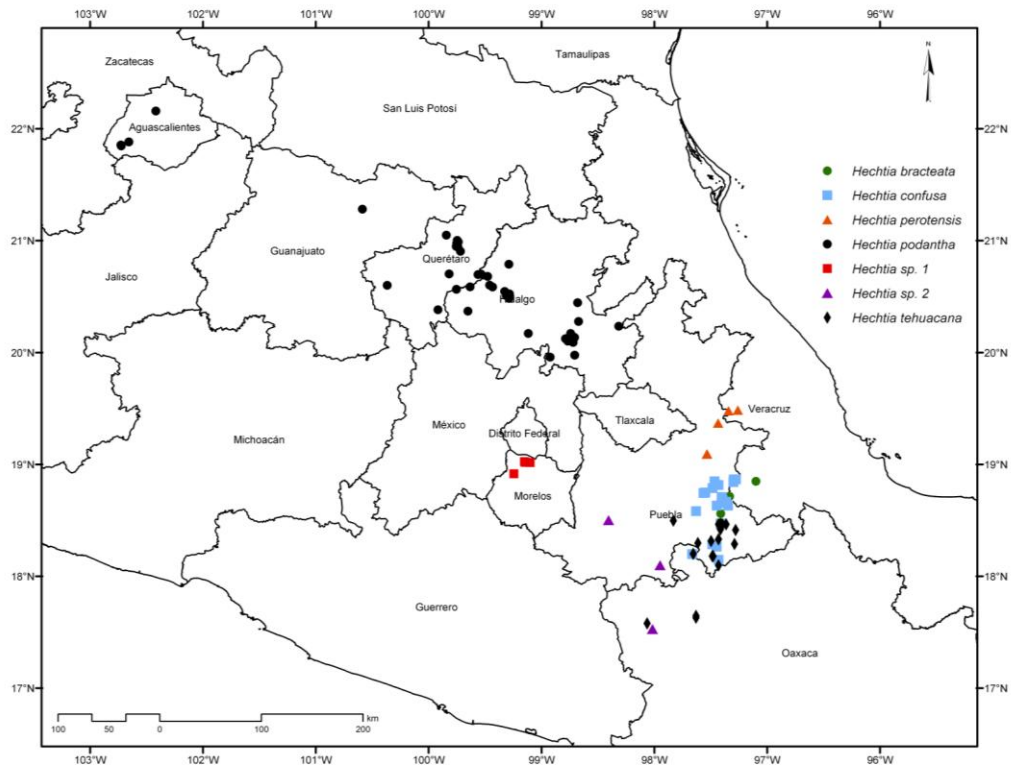
A pesar de la semejanza morfológica de *Hechtia perotensis* con *H. podantha*, se distingue a la primera por los siguientes caracteres morfológicos: el ancho de la vaina foliar, el margen eroso de la bráctea floral y las ramas primarias de menor longitud las cuales son sobrepasadas por las brácteas primarias. Desde el punto de vista anatómico, *H. perotensis* presenta el clorénquima discontinuo, posee únicamente tres órdenes de haces vasculares, carece de aerénquima, las células epidérmicas abaxiales (en vista superficial) son más angostas y presenta dos capas de células hipodérmicas adaxiales, caracteres que la separan de *H. podantha*.

Hechtia sp. 2 es un *taxon* que si bien pertenece al complejo por los caracteres compartidos ya mencionados, es claramente distinta del resto, debido principalmente al mayor tamaño en todas sus estructuras así como por sus pétalos oblongos a elípticos.

Tabla 25. Grupos obtenidos en los análisis estadísticos.

ESPECIE	Análisis I MORFOLOGÍA	Análisis II MORFOLOGÍA (PLANTAS FEMENINAS)	Análisis III MORFOLOGÍA (PLANTAS MASCULINAS)	Análisis IV ANATOMÍA	Análisis V ANATOMÍA- MORFOLOGÍA
<i>Hechtia bracteata</i>	Grupo 2	Grupo 2	-	Grupo 1	Grupo 1
<i>Hechtia confusa</i>	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 2	Grupo 3 y 4	Grupo 2
<i>Hechtia perotensis</i>	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 3	Grupo 3	Grupo 4
<i>Hechtia podantha</i>	Grupo 6	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 3	Grupo 5
<i>Hechtia tehuacana</i>	Grupo 5	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 6
<i>Hechtia sp. 1</i>	Grupo 6	Grupo 4	Grupo 4	Grupo 2	Grupo 7
<i>Hechtia sp. 2</i>	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 3

Figura 24. Mapa de distribución de las especies del complejo *Hechtia podantha* Mez



CONSIDERACIONES FINALES

Para efectuar los análisis estadísticos se incluyeron datos provenientes de material que estuviera prácticamente completo, por tal motivo no se incluyeron en dichos análisis los ejemplares TIPO de *Hechtia podantha*, *H. bracteata* y *H. tehuacana*. Sin embargo, éstos fueron revisados y considerados para el tratamiento taxonómico. En el caso de *H. podantha* y *H. tehuacana* se contó con material completo y de ambos sexos proveniente de las colectas realizadas, a diferencia de *H. bracteata*, de la que no fue posible recolectar ejemplares masculinos y que tampoco estaba representada en el material de herbario revisado, con excepción del ejemplar TIPO, del cual se midieron algunos caracteres debido a que la colección representa sólo un fragmento de una planta. La falta de material o bien el que éste se encuentre incompleto en las colecciones es un problema recurrente para el género *Hechtia*. Esto ha dificultado la realización de un análisis taxonómico integral para el género, sin embargo el abordar problemáticas taxonómicas como es el caso de este trabajo, no solo enriquece el conocimiento del grupo, sino también de las colecciones y de los estudios florísticos para la familia.

En lo que se refiere al análisis anatómico, las laminillas obtenidas provinieron únicamente del material recolectado, por lo que no pudieron incluirse más UTOs, reflejándose lo anterior en que algunas especies sólo estuvieron representadas por un solo número de colecta. Si bien, anatómicamente sólo se reconocieron en los análisis cuatro grupos, esta herramienta puede ser de gran utilidad al incluir en los

análisis un mayor número de especies de *Hechtia*, para abordar no sólo aspectos de delimitación de especies sino para realizar estudios ecofisiológicos y sistemáticos, éstos últimos, encaminados a la interpretación de relaciones de similitud y parentesco dentro del género.

Si bien los resultados obtenidos en el presente estudio proporcionan datos útiles para el conocimiento taxonómico y florístico de *Hechtia* y de la familia Bromeliaceae, la limitante más importante fue la escasez de material herborizado de cada una de las especies estudiadas y que además los ejemplares estuvieran incompletos. Por tal motivo, es importante que en posteriores investigaciones se haga énfasis en la obtención de material completo, de ambos sexos y con datos de campo adecuados sobre características que en ejemplares de herbario no es posible apreciar, tales como la forma de las rosetas y de las hojas, el color de las flores, la forma de la corola, el color de los frutos, etc.

Por otro lado, si bien las herramientas estadísticas resultan de gran utilidad para el reconocimiento de *taxa*, también es importante para la delimitación de los mismos incluir análisis integrales del conocimiento de las especies en estudio, es decir, considerar no solo los datos morfométricos, sino también otros aspectos relacionados con la distribución geográfica de los *taxa*, sus preferencias ecológicas, datos de biología reproductiva, etc.

TRATAMIENTO TAXONÓMICO

Hechtia Klotzsch

Hierbas arrosetadas, dioicas rara vez monoicas, terrestres o rupícolas. **Tallos** generalmente cortos e inconspicuos, erectos, a veces conspicuos y alargados. **Hojas** polísticas, verdes, amarillas, rojas o a veces variegadas, las vainas de color pardo obscuro, blancas o amarillas, oblongas, cuadradas, elípticas, ovadas o triangulares, glabras o lepidotas, las láminas largamente triangulares a oblongas, atenuadas, pungentes, densamente lepidotas a glabrescentes, los márgenes espinosos a serrados. **Inflorescencias** terminales o laterales, compuestas, rara vez simples; **escapo** bien desarrollado, erecto, ascendente; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas y las superiores generalmente vaginiformes; **ramas** alargadas a capituliformes; **flores** unisexuales, muy raramente bisexuales, blancas, verdes, azules, rosas, numerosas, actinomorfas, sésiles o pediceladas; **sépalos** libres, simétricos; **pétalos** libres o a veces connados en la base con los filamentos, simétricos; **estambres** más largos que los pétalos, los filamentos libres o a veces connados con los pétalos, filamentos de igual tamaño o a veces en dos series, las anteras dorsifijas; **remanante del ovario** súpero, vestigial; **ovario** súpero a semiínfero muy raramente ínfero, estigma ausente, tres ramas del estilo; **estaminodios** aplanados triangulares o lineares, sin antera. **Fruto** una cápsula dehiscente, septicida; **semillas** pequeñas, numerosas, apendiculadas, el apéndice una cauda, ala o anillo.

Clave para la identificación de los taxa del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez usando caracteres morfológicos de ejemplares femeninos.

Brácteas florales ovadas a anchamente ovadas

Brácteas florales lepidotas, erosas; pedicelo ausente o inconspicuo; flores verdes.....*H. confusa*

Brácteas florales glabras, enteras; pedicelos de 2.4–4.3 mm de largo; flores blancas.....*H. bracteata*

Brácteas florales triangulares

Raquis de la inflorescencia esparcidamente a densamente lepidoto

Ramas primarias capituliformes, compactas; pedicelo glabro; brácteas florales erosas, de 2.6 mm de largo.....*H. perotensis*

Ramas primarias no capituliformes, laxas; pedicelo esparcidamente lepidoto; brácteas florales enteras, de 1.5–2.4 mm de largo.....*H. sp. 1*

Raquis de la inflorescencia glabro

Ramas primarias de 17.5 cm de largo; frutos de 1.5 cm de largo.....*H. sp. 2*

Ramas primarias de 2.5–9 cm de largo; frutos de 0.7–1.2 cm de largo

Bácteas superiores del escapo vaginiformes y esparcidamente lepidotas; brácteas florales de 0.1–0.4 mm de ancho en la parte media; sépalos triangulares.....*H. podantha*

Bácteas superiores del escapo foliáceas y caudadas, glabras; brácteas florales de 0.4–1.2 mm de ancho en la parte media; sépalos ovados.....*H. tehuacana*

Clave para la identificación de los taxa del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez usando caracteres morfológicos de ejemplares masculinos.

Brácteas florales ovadas a anchamente ovadas

Raquis de la inflorescencia geniculado; escapo de 0.3–1.1 cm de diámetro; pedicelo ausente o inconspicuo; brácteas florales lepidotas; pétalos verdes.....*H. confusa*

Raquis de la inflorescencia recto; escapo de 1.3 cm de diámetro; pedicelo de 2.2 mm de largo; brácteas florales glabras; pétalos blancos.....*H. bracteata*

Brácteas florales triangulares

Raquis de la inflorescencia y escapo esparcidamente lepidotos

Ramas primarias de 9.8–12 cm de largo; escapo esparcidamente lepidoto, de 2–3.6 cm de diámetro; brácteas primarias triangulares y enteras..... *H. sp. 2*

Ramas primarias de 2.4–5.4 cm de largo; escapo lepidoto, de 0.45–1.69 cm de diámetro; brácteas primarias ovadas a largamente ovadas u ovado–triangulares y erosas

Raquis de la inflorescencia recto; pedicelos de 2.4–2.5 mm de largo; brácteas florales erosas; sépalos de 3.8–4.2 mm de largo; anteras amarillas.....*H. perotensis*

Raquis de la inflorescencia geniculado; pedicelos de 1.5–2.4 mm de largo; brácteas florales enteras; sépalos de 2–3.1 mm de largo; anteras pardas.....*H. sp. 1*

Raquis de la inflorescencia y escapo glabros

Escapo de 0.46–1.1 (1.5) cm de diámetro; brácteas superiores del escapo vaginiformes; brácteas primarias anchamente ovadas; sépalos triangulares a ovados..... *H. podantha*

Escapo de 1.3–2 cm de diámetro; brácteas superiores del escapo foliáceas y caudadas; brácteas primarias ovado–triangulares; sépalos ovados.....*H. tehuacana*

Clave para la identificación de los taxa del complejo de especies de *Hechtia podantha* Mez usando caracteres anatómicos.

- Una capa de células hipodérmicas abaxiales, aerénquima ausente, rara vez presente
 - 65–104 haces vasculares
 - Rafidios presentes
 - Clorénquima discontinuo, células en empalizada oblongas.....*H. sp. 1*
 - Clorénquima continuo, células en empalizada columnares.....*H. bracteata*
 - Rafidios ausentes
 - Células oclusivas de 32.6–35 µm de largo, lámina de 2400–3150 µm de grosor.....*H. perotensis*
 - Células oclusivas de 26.7–29.1 µm de largo, lámina de 4290–4860 µm de grosor.....*H. tehuacana*
 - 122–134 haces vasculares.....*H. sp. 2*
- Una a dos capas de células hipodérmicas abaxiales, aerénquima presente
 - 30–65 haces vasculares, 1–2 capas de células hipodérmicas adaxiales.....*H. confusa*
 - 65–84 haces vasculares, 3–4 capas de células hipodérmicas adaxiales.....*H. podantha*

1 ***Hechtia bracteata* Mez**, in: C. DC., Monogr. phan. 9:550. 1896.

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, en flor de hasta 2.3 m de alto; rosetas de hasta 70 cm de alto y de 50 cm de diámetro. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas a pardas, anchamente ovadas a cuadradas, glabras en la parte basal, densamente lepidotas en la parte superior (haz y envés), de 6.5 – 7.8 cm de largo, de 6.6 – 9.7 cm de ancho, serradas; láminas verdes claras, erectas, largamente triangulares, lepidotas en el envés, esparcidamente lepidotas en el haz, de 36.5 – 54 cm de largo, de 1 – 1.4 cm de ancho, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes; espinas uncinadas y ascendentes, de 3.6 – 6.2 mm de largo, separadas entre sí 0.85 – 1.6 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** solo vista en material fragmentario, con más de 21 ramas primarias; raquis lepidoto, cilíndrico, recto; entrenudos de la inflorescencia de ca. 3.8 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, de ca. 1.3 cm de diámetro, entrenudos del escapo de ca. 2.3 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, de ca. 11.8 cm de largo; las superiores vaginiformes, caudadas, erosas; **brácteas primarias** ovado - triangulares, lepidotas, erosas, de ca. 3.3 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas, una por nudo, de ca. 5.1 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de ca. 4.10 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, densamente dispuestas, de ca. 3.6 mm de largo; **pedicelos** de ca. 2.2 mm de largo; **brácteas florales** pardas, ovadas a anchamente ovadas, erosas, glabras, de ca. 4.4 mm de largo, de ca. 1.5 mm de ancho en la parte basal, de ca. 2.4 mm en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros, enteros, de ca.

2.5 mm de largo, de ca. 1.2 mm de ancho en las partes basal y media; **pétalos** blancos (sensu Mez, 1896), oblongos, glabros, enteros, de ca. 3.5 mm de largo, de ca. 1.3 mm de ancho en la parte basal, de ca. 1.6 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de ca. 3.1 mm de largo, lineares, anteras amarillas, oblongas, de ca. 1 mm de largo; **ovario** vestigial. **Inflorescencia femenina** de 93.3 - 172.2 cm de alto, con más de 60 ramas primarias, raquis lepidoto, cilíndrico; entrenudos de la inflorescencia de 2.7 - 2.9 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, lepidoto, de 55.5 - 65.8 cm de largo, de 1.5 – 1.9 cm de diámetro, longitud de los entrenudos del escapo de 3.5 – 4 cm; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas de 11.5 – 12.9 cm de largo, lepidotas, serradas, las superiores vaginiformes, caudadas, lepidotas, erosas; **brácteas primarias** ovado - triangulares, lepidotas, erosas, de 2.4 – 5.6 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas, una por nudo, de 3.6 – 4.4 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes de 1.13 – 1.78 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, densamente dispuestas; **pedicelos** de 2.4 – 4.3 mm de largo; **brácteas florales** pardas, ovadas, glabras, enteras, de 4.5 – 6.9 mm de largo, de 2.1 – 4.2 mm de ancho en la parte basal, de 1.1 – 4.2 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros, enteros, de 3 – 4.5 mm de largo, de 2.3 – 2.9 mm de ancho en la parte basal, de 1.4 – 2 mm en la parte media; **pétalos** blancos, triangulares, glabros, enteros, de 3.9 – 4.2 mm de largo, de 2.2 – 2.5 mm de ancho en la parte basal, de 1.4 – 1.6 mm en la parte media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide, de 8.5 mm de largo, de 6.2 mm de diámetro; **cápsula** parda, ovoide, de 7.2 – 9.9 mm de largo, de 4.4 – 6.9 mm de diámetro; **semillas** de 2.5 – 3

mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: Escamas** ca. de $12/\text{mm}^2$; **células epidérmicas** de forma irregular, con paredes onduladas, de ca. $21.74\ \mu\text{m}$ de largo por ca. $22\ \mu\text{m}$ de ancho. **Epidermis abaxial: Escamas** ca. de $18/\text{mm}^2$, presentes solo en las zonas intercostales; **estomas** ca. de $36/\text{mm}^2$, presentes solo en las zonas intercostales, células oclusivas de ca. $31.62\ \mu\text{m}$ de largo; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes onduladas, de ca. $17.46\ \mu\text{m}$ de largo por ca. $28.42\ \mu\text{m}$ de ancho. CORTE TRANSVERSAL. **Grosor de la lámina en la porción central** de ca. $4050\ \mu\text{m}$. **Cara adaxial. Cutícula** de ca. $13.04\ \mu\text{m}$ de grosor; **epidermis** de 2 capas de células, ovaladas, de ca. $28.6\ \mu\text{m}$ de largo por ca. $21.2\ \mu\text{m}$ de ancho; **hipodermis** de una capa de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de ca. $2220\ \mu\text{m}$ de grueso, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** continuo, de ca. $1500\ \mu\text{m}$ de grueso, compuesto por dos estratos de clorénquima en empalizada con células columnares y por un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas; **rafidios** presentes. **Haces vasculares** ca. 58, agrupados en cuatro órdenes, rodeados por una vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de ca. $282.5\ \mu\text{m}$ de largo por ca. $123.5\ \mu\text{m}$ de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de ca. $494\ \mu\text{m}$ de largo, proyección del haz (lado adaxial) de ca. $115.7\ \mu\text{m}$ de largo; **haces vasculares de segundo orden** de ca. $200.3\ \mu\text{m}$ de largo por ca. $83\ \mu\text{m}$ de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de ca. $580.3\ \mu\text{m}$ de largo, proyección del haz (lado adaxial) de ca. $53\ \mu\text{m}$ de largo; **haces vasculares de tercer orden** de ca. $139.6\ \mu\text{m}$ de largo por ca. $65.3\ \mu\text{m}$ de

ancho, proyección del haz (lado abaxial) de ca. 648.3 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de ca. 29.2 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de ca. 94.6 μm de largo por ca. 56.7 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de ca. 292.1 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de ca. 12.5 μm de largo. **Cara abaxial. Hipodermis** de una capa de células lignificadas; **epidermis** de dos capas de células, ovaladas, de ca. 35.8 μm de largo por ca. 19.8 μm de ancho; **escama** inserción de la escama en las zonas intercostales, pedicelo de la escama conformado por 2 células.

DISTRIBUCIÓN: Se distribuye en el municipio de Nicolás Bravo en el estado de Puebla y en los municipios de Aculzingo y Orizaba en Veracruz, entre los 18°33'43" - 18°50'59" N y los 97°06'13" - 97°24'51" W, altitud de 1892 a 2035 m s. n. m. (Figura 25).

FENOLOGÍA: Fructifica en diciembre.

TIPOS DE VEGETACIÓN: Matorral rosetófilo y selva baja caducifolia.

COMENTARIOS: Esta especie fue descrita en 1896 por Mez basándose en datos de plantas masculinas careciendo en ese momento de información sobre datos de las plantas femeninas. En este estudio, los ejemplares revisados y las colectas realizadas representan sin duda a las plantas femeninas de *Hechtia bracteata* debido a su distribución geográfica así como a las diferencias morfológicas con otras

especies de las que había sido considerada como sinónimo (*H. schottii* y *H. podantha*) (Figura 26).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **PUEBLA, Nicolás Bravo**, 2 km después de Santa Ana rumbo a Azumbilla, carretera Tehuacán – Orizaba. 18°33'43" N, 97°24'51" W, 1892 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y S. Montes* 16 (UAMIZ ♀). **VERACRUZ, Aculzingo**, ca. 5 km después de Aculzingo rumbo a Tehuacan, 18°42'55" N, 97°20'12" W, 2035 m s. n. m., *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. Ceja* 6746 (CICY (x3), UAMIZ (x3) ♀); km 331.4 de la carretera Tehuacán – Orizaba, 4 km después de Puerto del Aire, 18°42'53" N, 97°20'11" W, 2013 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y S. Montes* 22 (UAMIZ, ♀); **Orizaba**, Orizaba, *F. Müller*, 813 (Isotipo: NY! ♂).

Figura 25. Distribución geográfica de *Hechtia bracteata* Mez

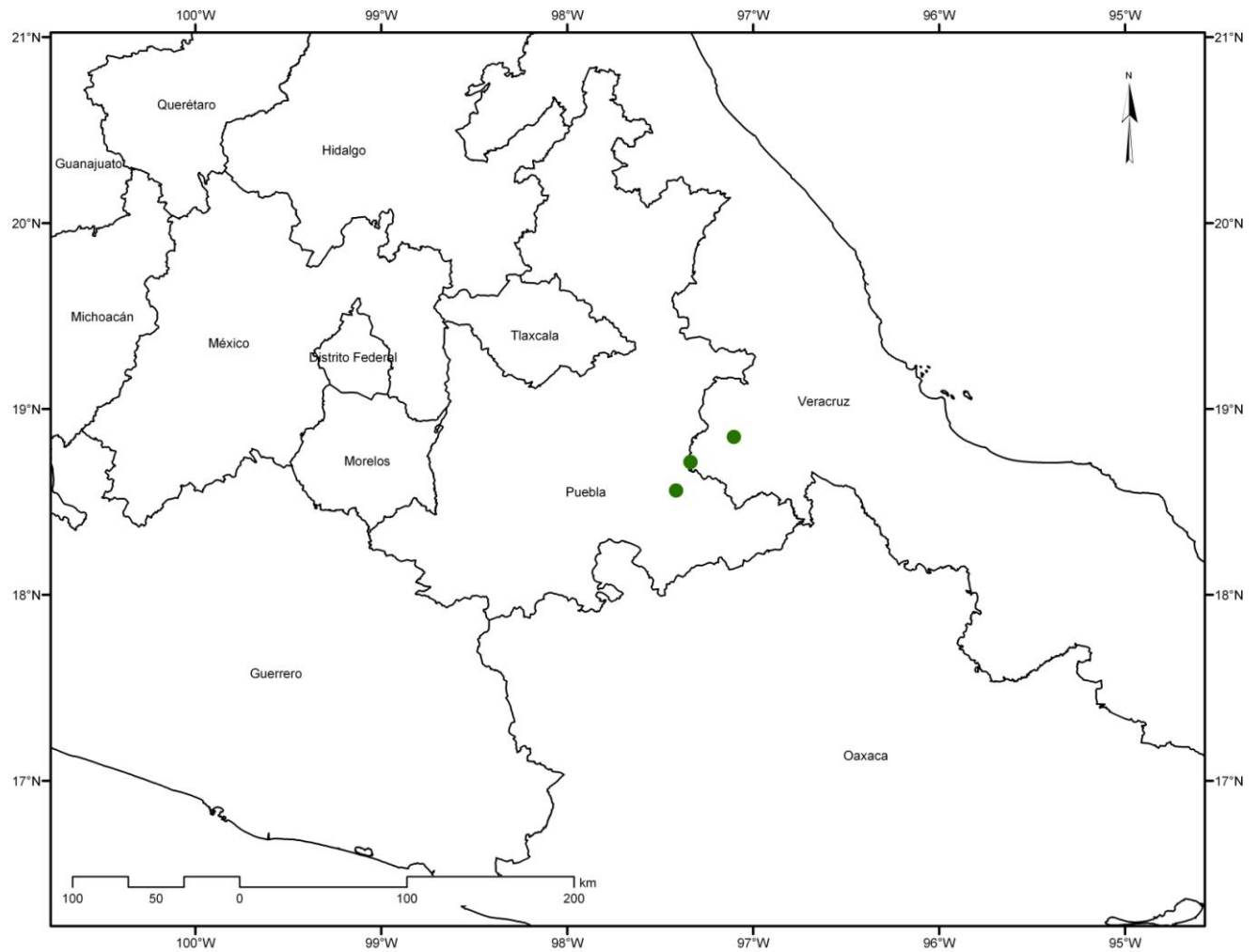
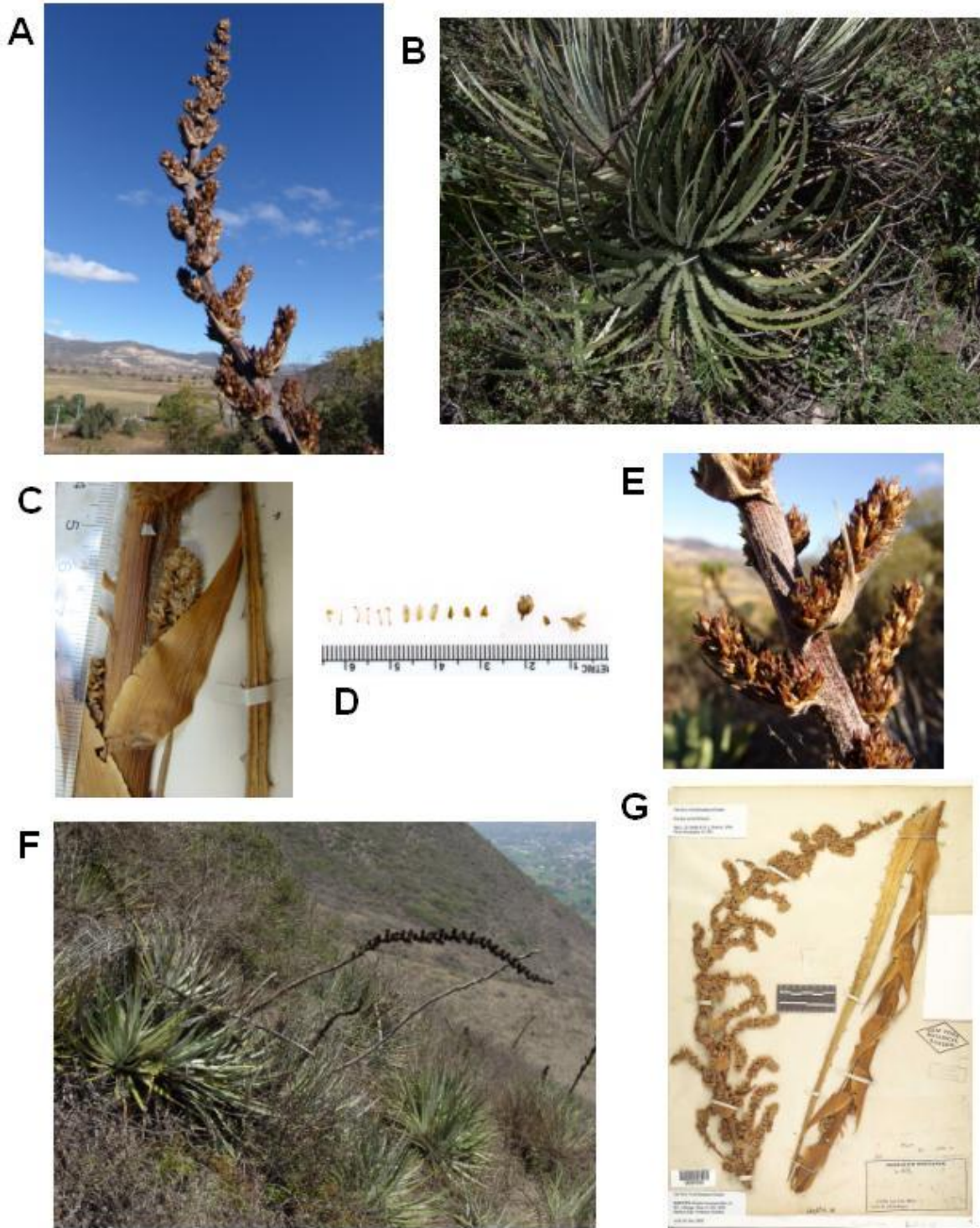


Figura 26. *Hechtia bracteata* Mez

A. Inflorescencia femenina, B. Roseta, C. Bráctea primaria y rama primaria masculinas, D. Disección de flor masculina, E. Bráctea primaria y rama primaria femenina, F. Hábito, G. Ejemplar TIPO.



2 *Hechtia confusa* L. B. Sm., in: Contr. Gray Herb. 117: 22, t. 1, f. 71, 72. 1937.

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, cespitosas, en flor de hasta 1.3 m de alto. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas a pardas, ovadas, glabras en la parte basal, lepidotas en la parte superior (haz y envés), de 2.2 – 7.1 cm de largo, de 1.5 – 8.9 cm de ancho, serradas; láminas verdes, curvadas, angostamente triangulares, atenuadas, constreñidas en la base, lepidotas en el envés, esparcidamente lepidotas en el haz, de 9.2 – 50.9 cm de largo, de 0.36 – 0.87 cm de ancho, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes, espinas rectas a curvas, de 1.4 – 7.8 mm de largo, separadas entre sí 0.47 – 1.7 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** de 19 – 83.2 cm de alto, con hasta 38 ramas primarias; raquis densamente lepidoto, cilíndrico, escasamente geniculado; entrenudos de la inflorescencia de 1.5 – 4.3 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, lepidoto, de 14.7 – 50.5 cm de largo, de 0.3 - 1.1 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 1.5 – 3.6 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, caudadas, esparcidamente lepidotas, serradas, de 3.7 - 12.8 cm de largo, las superiores triangulares, esparcidamente lepidotas, erosas; **brácteas primarias** ovadas, lepidotas, serradas, de 1.8 - 5.4 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas a subcapitadas, una por nudo, de 1.1 – 6.9 cm de largo, raquis lepidoto; **ramas secundarias** inconspicuas o ausentes; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, densamente dispuestas, de 3 – 6.3 (6.9) mm de largo; **pedicelo** ausente o inconspicuo; **brácteas florales** pardas, anchamente ovadas, lepidotas, erosas, de 3.8 – 7.3 mm de largo, de 2.2 – 5.1 mm de ancho en la

parte basal, de 1.7 - 6 mm en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros, enteros, de 3 – 4.6 mm de largo, de 1.2 – 4.5 mm de ancho en la parte basal, de 1.6 – 3.2 mm en la parte media; **pétalos** verde amarillento, oblongos a elípticos, glabros, enteros, de 2.5 – 5.7 mm de largo, de 1.1 – 3.4 mm de ancho en la parte basal, de 1.6 – 4 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de 0.8 - 4.4 mm de largo, triangulares, anteras amarillas, oblongas, de 0.9 – 2.8 mm de largo; **ovario** vestigial. **Inflorescencia femenina** de 17.5 – 63.9 cm de alto, con hasta 38 ramas primarias; raquis densamente lepidoto, cilíndrico, escasamente geniculado; entrenudos de la inflorescencia de 1.6 - 4 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, lepidoto, de 18 – 73.5 cm de largo, de 0.47 – 1.2 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 2.4 – 4.8 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, caudadas, esparcidamente lepidotas, serradas, de 4.2 – 14.5 cm de largo, las superiores triangulares; **brácteas primarias** ovadas, lepidotas, serradas, de 1.4 – 2.6 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas a subcapitadas, una por nudo, de 1.2 – 2.8 cm de largo, raquis lepidoto; **ramas secundarias** muy cortas, de 0.7 – 1.5 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, densamente dispuestas, de 6.6 (8.9) mm de largo; **pedicelo** ausente o inconspicuo; **brácteas florales** pardas, anchamente ovadas, lepidotas, erosas, de 4.3 – 7.9 mm de largo, de 2.1 – 4.9 mm de ancho en la parte basal, de 1.5 – 4.8 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros, enteros, de 2.7 – 5.1 mm de largo, de 2.1 – 4.4 mm de ancho en la parte basal, de 1.2 – 3.1 mm en la parte media; **pétalos** verde amarillento, triangulares, glabros, enteros, de 3.5 – 5.1 mm de largo, de 1.6 – 3.8 mm de ancho en la parte basal, de 1.2 – 3 mm en la parte

media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide, de 6 - 7 mm de largo, de 2.1 – 2.5 mm de diámetro; **cápsula** parda, ovoide, de 0.65 – 1 cm de largo, de 3 – 8 mm de diámetro; **semillas** de 2.2 – 3.6 mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: Escamas** de 6 – 13/mm²; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes onduladas, de 18.6 - 27 µm de largo por 14.2 - 23.4 µm de ancho;. **Epidermis abaxial: Escamas** en las zonas intercostales, de 6 - 19/mm²; **estomas** en las zonas intercostales, de 22 - 74/mm², células oclusivas de 28.2 – 35.5 µm de largo; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes onduladas, de 24.1 µm de largo por 21.3 – 27.4 µm de ancho. CORTE TRANSVERSAL. **Grueso de la lámina en la porción central** de 2640 - 4350 µm. **Cara adaxial: Cutícula** de 5 – 9.7 µm de grosor; **epidermis** de 1 - 3 capas de células, redondas, de 18 - 27 µm de largo por 12.3 – 19.4 µm de ancho; **hipodermis** de 1 – 2 capas de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de 1470 - 2910 µm de grueso, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** continuo, de 1020 - 1800 µm de grueso, compuesto por 2 estratos de clorénquima en empalizada con células columnares y por un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas. **Haces vasculares** de 31 - 63, agrupados en 3 - 4 órdenes, rodeados por una vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de 121.8 – 202.8 µm de largo por 67.8 - 112 µm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 212.3 – 476.2 µm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 32.2 - 93.7 µm de largo; **haces vasculares de segundo orden** de 85.4 – 136.5 µm de largo por 52 –

82.2 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 239.6 – 620.7 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 19.3 – 58.8 μm de largo; **haces vasculares de tercer orden** de 43.8 - 109.3 μm de largo por 35 – 57.7 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 152.8 – 629.6 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 20 – 43.3 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de 35.6 - 67 μm de largo por 32.1 - 53 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 97.5 – 393.5 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 10 – 35 μm de largo; **aerénquima** presente. **Cara abaxial: Hipodermis** de 1 - 2 capas de células lignificadas; **epidermis** de 1 - 3 capas de células, ovaladas, de 23.3 – 36.1 μm de largo por 14 - 19 μm de ancho; **escama** inserción de la escama en las zonas intercostales, pedicelo de la escama conformado por 2 - 3 células.

DISTRIBUCIÓN: Se distribuye en el municipio de Santiago Chazumba en el estado de Oaxaca y en los municipios de Atzitzintla, Caltepec, Cañada Morelos, Chapulco, Chiautla, Maltrata, Nicolás Bravo, Palmar de Bravo, Santiago Miahuatlán, Tehuacán, Tepanco de López, Tlacotepec de Benito Juárez y Zapotitlán de las Salinas en el estado de Puebla, entre los 18°09'00" - 18°52'05" N y los 97°16'50" - 97°40'00" W, altitud de 1900 a 2600 m s. n. m. (Figura 27).

FENOLOGÍA: Florece de mayo a diciembre y fructifica de julio a diciembre.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral xerófilo.

COMENTARIOS: Las plantas de esta especie si bien son consideradas dentro del complejo *Hechtia podantha* son sin duda las más disímiles de todos los taxa del complejo. Esta especie es fácilmente reconocible por ser plantas de menor tamaño y por características tales como la forma e indumento de la bráctea floral, el pedicelo ausente o inconspicuo y las rosetas y hojas de menor tamaño, diferenciándola del resto de las especies estudiadas (Figura 28).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **OAXACA, DISTRITO HUAJUAPAM, Santiago Chazumba**, km 58 de la carretera Chazumba – Tehuacan, 18°12'0" N, 97°40'0" W, 1900 m s. n. m., *A Salinas* 7659 (MEXU ♀); **PUEBLA, Atzitzintla**, 9 km al NE de la caseta de cobro Esperanza, 18°52'00" N, 97°18'00" W, 2220 m s. n. m., *P. Tenorio, P. Dávila y G. Sánchez* 15862 (MEXU ♂); **Caltepec**, cerro Coatepec, al SO de San Luis Atolotitlán, 18°9'00" N, 97°26'00" W, 2115 m s. n. m., *A. Salinas, A. Ocampo y A. Ramírez R.* 7541A (MEXU ♂); **Cañada Morelos**, 12 km después de Azumbilla, rumbo a Esperanza. 18°42'11" N, 97°24'23" W, 2373 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz* 89 (UAMIZ ♂); 90 (UAMIZ ♂); 91 (UAMIZ (x2) ♂); 92 (UAMIZ ♀); 94 (UAMIZ ♀); 95 (UAMIZ ♂); hwy. 28, N of Azumbilla (which is N of Tehuacán), upper end of barranca Rincón Coyote at the pass between Azumbilla and Cañada Morelos, ca. 4 air km SSE of Cañada Morelos, 18°42'10" N, 97°24'20" W, 2375 m s. n. m., *Mayfield, A. Hemple y A. Jack* 920 (MEXU ♂); **Chapulco**, 15 km sobre la brecha a Llano Grande, a partir de la carretera Esperanza – Tehuacan, 18°39'20" N, 97°24'30" W, 2164 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y S. Montes* 13 (UAMIZ (x3) ♂); 14 (UAMIZ

(x4) ♀); 15 (UAMIZ (x3) ♀); 25 km de Esperanza, carretera a Azumbilla, 18°42'34" N, 97°24'21" W, *I. Ramírez Morillo y C. Durán* 1279 (CICY ♀); 25 km al S de La Esperanza por la carretera a Azumbilla, 18°41'00" N, 97°24'00" W, *A. Salinas T. y G. Flores* 4211 (MEXU ♂); **Chiautla**, cerro Viejo, 5 km al NE de San Francisco Xochiltepec, 18°16'00" N, 98°27'00" W, 2000 m s. n. m., *A. Valiente B., C. Arizmendi, A. Cartillo, A. Casas y J. L. Viveros* 1035 (MEXU ♂); **Maltrata**, km 202 de la carretera 150 Orizaba - Veracruz (a 13 km de la caseta La Esperanza), 2250 m s. n. m., *E. Álvarez Mondragón s. n.* (MEXU ♂); cerro situado al sur de la carretera Puebla - Orizaba, 8.6 km antes de llegar a la caseta La Esperanza, *M. Ortiz O.* 236 (FCME ♂); km 201 carretera La Esperanza, a 13 km de la caseta, 2250 m s. n. m., *O. Osorio B. s. n.* (MEXU ♂); km 201 carretera 150 Orizaba – veracruz, 2250 m s. n. m., *S. Pedraza s. n.* (MEXU ♂); km 202 carretera 190 Puebla – México, 2250 m s. n. m., *Sin colector s. n.* (MEXU ♂); **Nicolás Bravo**, 4 km al NE del entronque Tehuacán - Esperanza – Orizaba, 18°40'00" N, 97°22'00" W, 2120 m s. n. m., *A. Salinas T., A. Ocampo y A. Ramírez R.* 7393 (MEXU (x2) ♂); 5 km al E de la desviación a Nicolás Bravo, 18°38'00" N, 97°21'00" W, 2200 m s. n. m., *A. Salinas T., J. Sánchez-Ken y P. Tenorio L.* 5757 (MEXU ♂); **Palmar de Bravo**, km 207 carretera México - Orizaba, 10 km antes de la caseta Esperanza, 18°49'42" N, 97°28'06" W, 2280 m s. n. m., *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. García-Cruz y E. Yáñez G.* 1817 (CICY ♀, UAMIZ); 1818 (CICY, MEXU, UAMIZ (x2) ♂); lomas al sur de Cuesta Blanca, km 208 de la carretera México – Orizaba, 18°49'42" N, 97°27'59" W, 2329 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, y S. Montes* 11 (UAMIZ (x5) ♀) y 12 (UAMIZ (x3) ♂); 6 km al S de la desviación a Tehuacán sobre la autopista Puebla – Orizaba,

18°47'22" N, 97°29'17" W, 2320 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, J. Santana C. y S. Montes 29* (UAMIZ (x5) ♀); km 208 autopista Puebla - Córdoba, cerca de Cuesta Blanca, 18°51'00" N, 97°28'10" W, 2300 m s. n. m., *E. Pérez y S. Zamudio 3183* (UAMIZ ♀); justo en el entronque carretera Esperanza con el poblado de Guadalupe Piletas (cerrito justo enfrente de la iglesia), 18°49'00" N, 97°26'00" W, 2300 m s. n. m., *A. Salinas T., A. Ocampo y A. Ramírez R. 7389* (MEXU (x3) ♂ y ♀); cerro Tepoxtla de San Martín Esperilla, 18°45'00" N, 97°33'00" W, 2500 m s. n. m., *P. Tenorio L. 18292* (MEXU ♂); **Santiago Miahuatlán**, cuesta Colorada, sobre la carretera Puebla - Oaxaca, km 20, 18°32'00" N, 97°27'00" W, 2600 m s. n. m., *A. Valiente B., N. Flores, A. Casas y J. A. Soriano 1122* (MEXU ♂); **Tehuacán**, La Cañada, near Tehuacan, *C. G. Pringle 7479* (Isotipo: VT! ♂ y ♀); **Tepanco de López**, 10 km al W de Cacaloapan, 18°35'00" N, 97°38'00" W, 2400 m s. n. m., *A. Salinas T. y P. Tenorio L. 5822* (MEXU ♂); **Tlacotepec de Benito Juárez**, paraje Miyacalco, San Martín Esperilla, 18°44'43" N, 97°34'02" W, 2380 m s. n. m., *E. Guízar N. y N. Riaño R. 6055* (CHAP ♀); **Zapotitlán**, cañada El Salto, km 35 de la carretera Cuacnopalan – Oaxaca, 18°17'14" N, 97°29'18" W, 2300 m s. n. m., *J. Ceja, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 1650* (UAMIZ ♀).

Figura 27. Distribución geográfica de *Hechtia confusa* L. B. Sm.

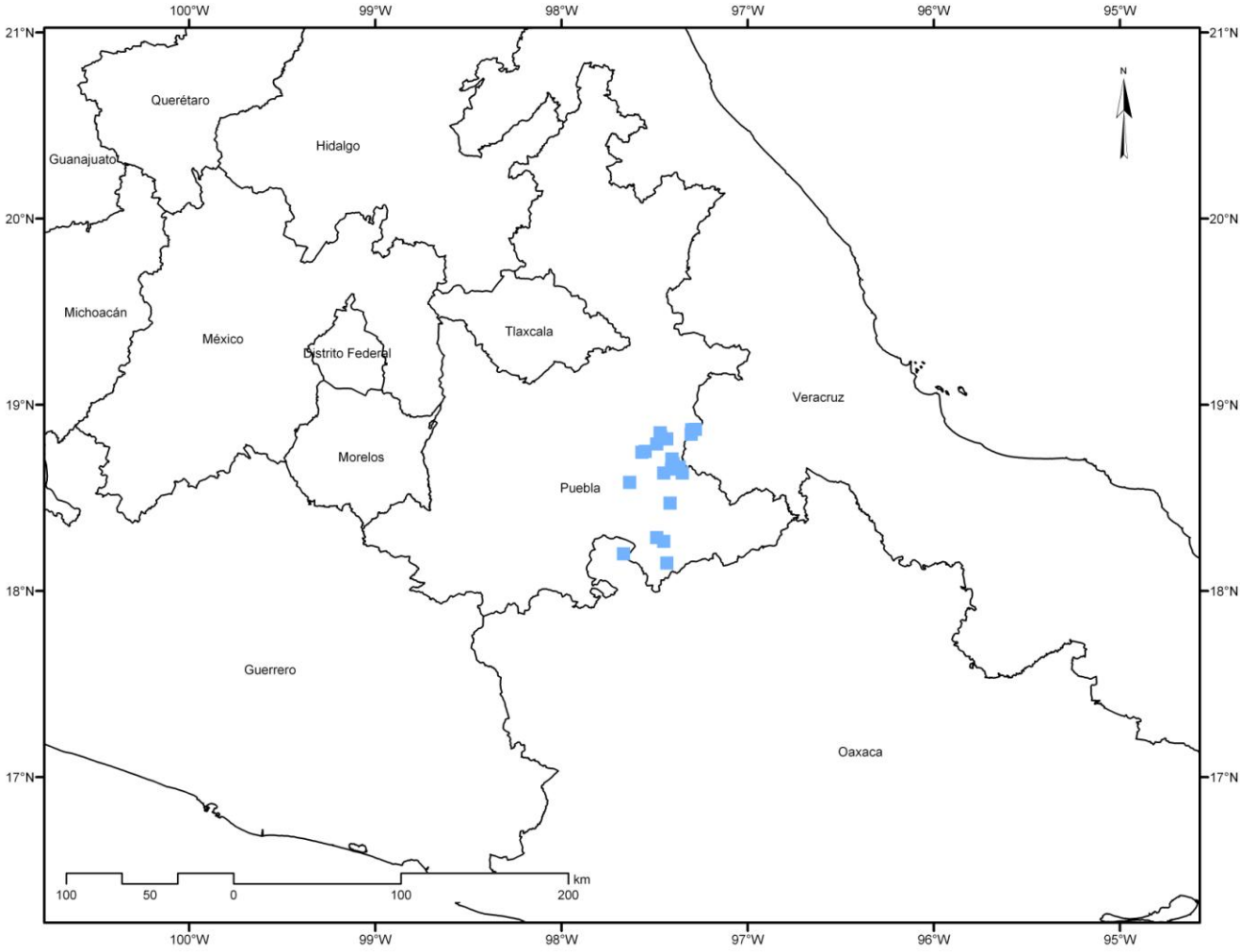
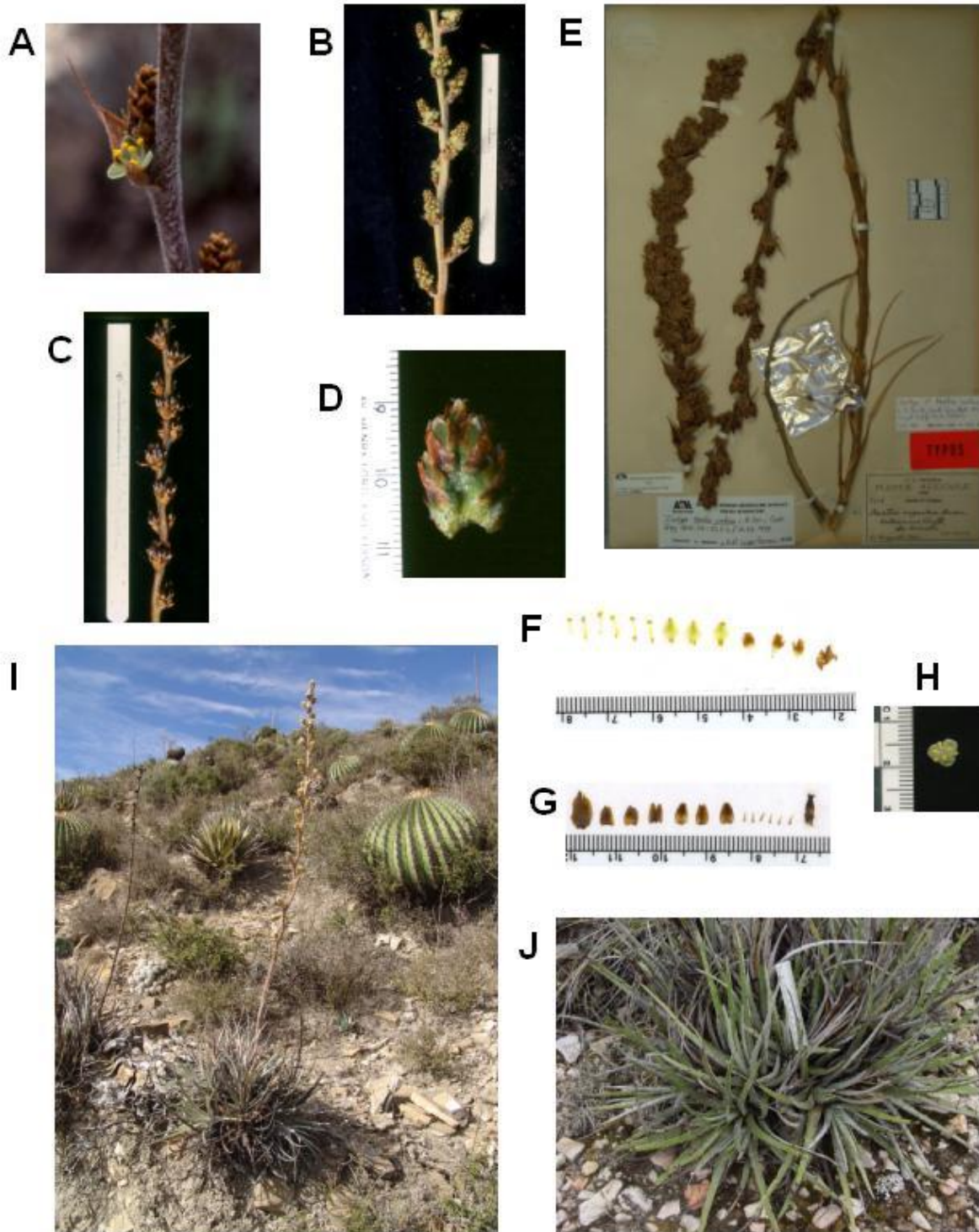


Figura 28. *Hechtia confusa* L. B. Sm.

A. Bráctea primaria y rama primaria masculinas, B. Inflorescencia masculina, C. Inflorescencia femenina, D. Rama primaria femenina, E. Ejemplar TIPO, F. Disección de flor masculina, G. Disección de flor femenina, H. Flor masculina, I. Hábito, J. Roseta.



3 *Hechtia perotensis* I. Ramírez & Martínez-Correa, in: Acta Bot. Mex. 78: 97 – 109. 2007.

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, en flor de hasta 2 m de alto; rosetas de hasta 50 cm de alto y de 40 cm de diámetro. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas a pardas, anchamente ovadas a cuadradas, glabras en la parte basal, lepidotas en la parte superior (haz y envés), de 4.7 – 5.3 cm de largo, de 4 – 8.5 cm de ancho, serradas; láminas verdes claras, erectas, largamente triangulares, lepidotas en el envés, esparcidamente lepidotas en el haz, de 15.7 – 30.5 cm de largo, de 1 – 2 cm de ancho, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes, espinas curvadas y ascendentes, de 3.8 – 5.9 mm de largo, separadas entre sí 1.3 – 2.1 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** de 54.3 – 103.7 cm de alto, con hasta 46 ramas primarias, raquis lepidoto, cilíndrico, recto, entrenudos de la inflorescencia de 1.9 – 3.8 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, lepidoto, de 31.4 cm de largo, de 1.69 cm de diámetro, entrenudos del escapo de ca. 2.44 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores triangulares, caudadas, densamente lepidotas, serradas, de ca. 10.83 cm de largo, las superiores triangulares, lepidotas, serradas; **brácteas primarias** ovadas a largamente ovadas, lepidotas, erosas, de 3.9 – 6.5 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, capituliformes, una por nudo, de 2.4 – 4.6 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 1.89 – 5 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, densamente dispuestas, de 4.4 – 5.5 mm de largo; **pedicelos** de 2.4 – 2.5 mm de largo; **brácteas florales** pardas, triangulares, erosas, glabras, de

4.6 mm de largo, 1.4 mm de ancho en la parte basal, de 0.9 mm en la parte media; **sépalos** pardos, ovados a triangulares, glabros, enteros, de 3.8 – 4.2 mm de largo, de 2.2 – 2.6 mm de ancho en la parte basal, de 1.8 mm en la parte media; **pétalos** verdes, oblongos, glabros, enteros, de 3.5 – 5.4 mm de largo, de 2.4 mm de ancho en la parte basal, de 2 – 2.9 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de 2.4 - 4.2 mm de largo, lineares, anteras amarillas, oblongas, de 1.2 mm de largo; **ovario** vestigial. **Inflorescencia femenina** de 85.5 – 141.3 cm de alto, con hasta 42 ramas primarias, raquis cilíndrico, esparcidamente lepidoto, entrenudos de la inflorescencia de 1.9 – 6.4 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, lepidoto, de 25.5 – 76.7 cm de largo, de 0.8 – 1.8 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 1.8 – 3.6 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores triangulares, caudadas, densamente lepidotas, serradas, de 4.1 – 17.5 cm de largo, las superiores triangulares, caudadas, densamente lepidotas, serradas; **brácteas primarias** triangulares, lepidotas, erosas, de 2 – 5.1 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, capituliformes, una por nudo, de 2.4 – 4.1 cm de largo, raquis esparcidamente lepidoto; **ramas secundarias** cortas, de 1.95 – 2.51 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, densamente dispuestas, de ca. 6.7 mm de largo; **pedicelos** de 2.7 – 5.4 mm de largo; **brácteas florales** amarillentas, triangulares, erosas, glabras, de ca. 2.6 mm de largo, de ca. 1.1 mm de ancho en la parte basal, de ca. 0.8 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, triangulares, glabros, enteros, de 2.2 – 3.5 mm de largo, de 1.7 – 2.5 mm de ancho en la parte basal, de 0.9 – 1.5 mm en la parte media; **pétalos** verdes, triangulares, glabros, enteros, de 3.2 – 4.1 mm de largo, de 2.2 – 2.4 mm de ancho en la parte basal, de

1.3 mm en la parte media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide, de ca. 7.1 mm de largo, de ca. 2.4 mm de diámetro; **cápsula** ovoide, parda, de 0.9 – 1 cm de largo, de 3.7 – 6.3 mm de diámetro; **semillas** de 2.9 – 3.5 mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: Escamas** de 9 - 16/mm²; **células epidérmicas** columnares con paredes onduladas, de 24.5 – 25.8 µm de largo por 17 – 17.5 µm de ancho. **Epidermis abaxial: escamas** en las zonas intercostales, de 10 - 56/mm²; **estomas** en las zonas intercostales, de 32 - 58/mm², células oclusivas de 32.6 - 35 µm de largo; **células epidérmicas** columnares con paredes sinuosas, de 24.3 - 27.6 µm de largo por 19.6 - 24 µm de ancho. CORTE TRANSVERSAL. **Grueso de la lámina en la porción central** de 2400 – 3150 µm. **Cara adaxial: Cutícula** de 7.8 – 11.3 µm de grosor; **epidermis** de una capa de células, ovaladas, de 18.8 - 26 µm de largo por 11.1 – 12.1 µm de ancho; **hipodermis** de dos capas de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de 1200 - 1500 µm de grueso, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** discontinuo, de 1050 - 1590 µm de grueso, compuesto por 2 estratos de clorénquima en empalizada con células columnares y por un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas. **Haces vasculares** de 65 - 101, agrupados en cuatro órdenes, rodeados por una vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de 175.6 – 215.2 µm de largo por 88.3 – 94.1 µm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 292.2 – 456.8 µm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 74.3 – 90.6 µm de largo; **haces vasculares de segundo orden** de 128 - 150.2 µm de largo por 59 –

68.5 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 416.7 – 465.5 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 30.8 – 45.6 μm de largo; **haces vasculares de tercer orden** de 91.8 – 114.7 μm de largo por 37.6 – 50.6 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 390.8 – 511.6 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 15.7 – 28.7 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de 56 – 57.6 μm de largo por de 30.6 – 44 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 150.8 – 383.2 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 12.5 - 15 μm de largo; **aerénquima** presente. **Cara abaxial. Hipodermis** de una capa de células lignificadas; **epidermis** de una capa de células, isodiamétricas, de 20.5 – 26.6 μm de largo por 13.6 – 15.3 μm de ancho; **escama**, inserción de la escama en depresiones epidérmicas, pedicelo de la escama conformado por 2 células.

DISTRIBUCIÓN: Se distribuye en los municipios de Aljojuca y Guadalupe Victoria en el estado de Puebla y en el municipio de Perote en Veracruz, entre los 19°05'33" - 19°29'06" N y los 97°15'48" - 97°32'17" W, altitud de 2390 a 2500 m s. n. m. (Figura 29).

FENOLOGÍA: Floración en junio y julio y fructifica en julio.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral xerófilo.

COMENTARIOS: Las plantas pertenecientes a esta especie se caracterizan y diferencian del resto de los *taxa* estudiados, por presentar las ramas capituliformes a

veces sobrepasadas por las brácteas primarias y con las flores densamente dispuestas (Figura 30).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **PUEBLA, Aljojuca**, Laguna de Aljojuca, 19°5'40" N, 97°32'9" W, 2469 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz* 99 (Paratipo: UAMIZ! (x7) ♀); 100 (Paratipo: UAMIZ! (x3) ♂); Laguna de Aljojuca, km 15 carretera federal San Salvador el Seco – Esperanza, 19°5'33" N, 97°32'17" W, 2500 m s. n. m., *I. Ramírez Morillo y C. Durán* 1299 (Holotipo: CICY! (x6) ♂ y ♀); **Guadalupe Victoria**; 6.6 km al SW de Alchichica, ca. 2 km al SW de la desviación a Techachalco, carretera San Salvador el Seco – Perote, 19°22'10" N, 97°26'15" W, 2390 m s. n. m., *A. R. López-Ferrari, A. Espejo y J. Ceja* 3109 (Paratipo: UAMIZ! (x2) ♀). **VERACRUZ, Perote**, Tenex-tepec, cerro de Tenex-tepec, 19°29'06" N 97°15'48" W, *G. Castillo et al.* 14527 (XAL! ♀); cerros calizos cerca del límite con el estado de Puebla [cerca de Alchichica], *C. H. Ramos* 227 (Paratipo: MEXU! ♂).

Figura 29. Distribución geográfica de *Hechtia perotensis* I. Ramírez & Martínez-Correa

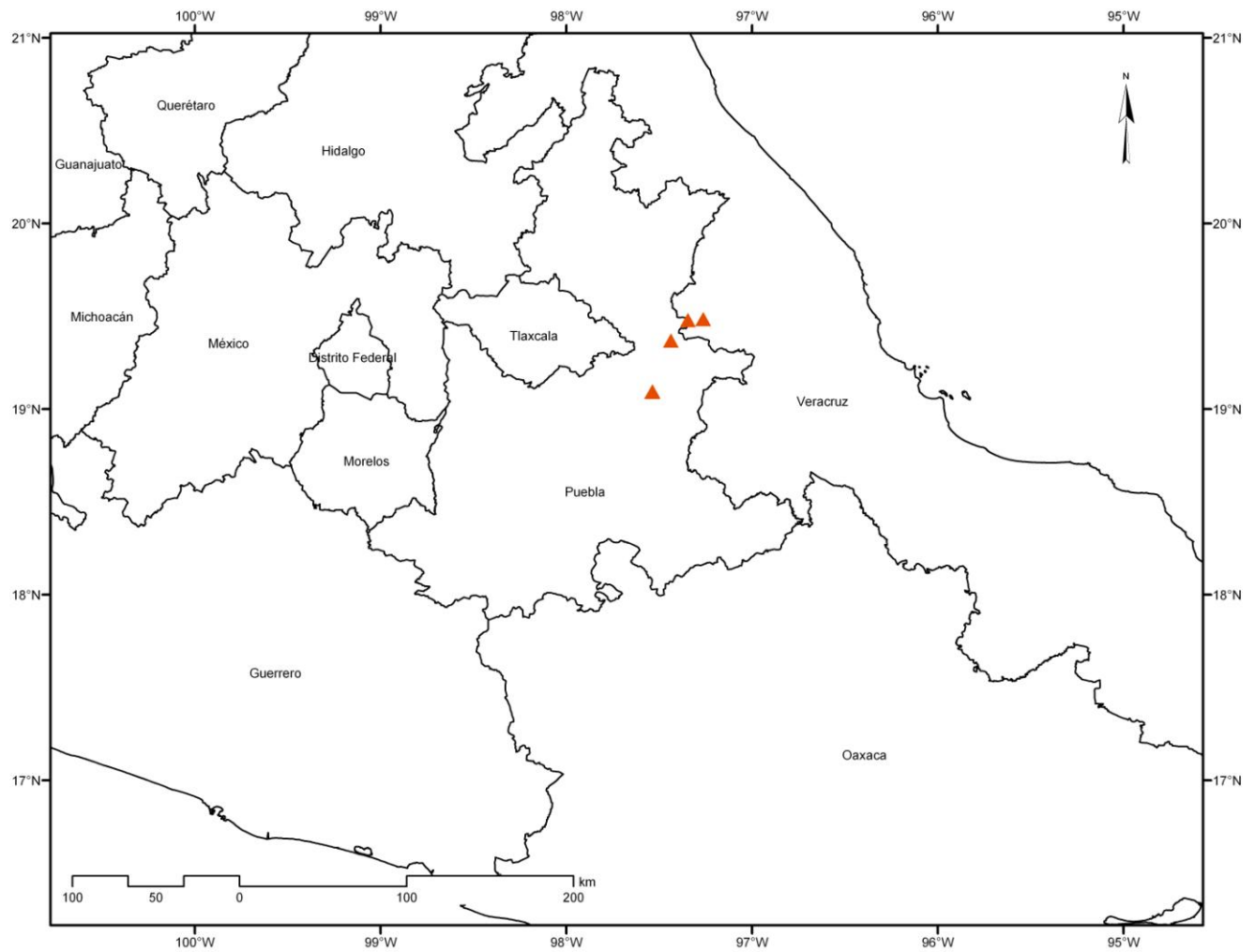
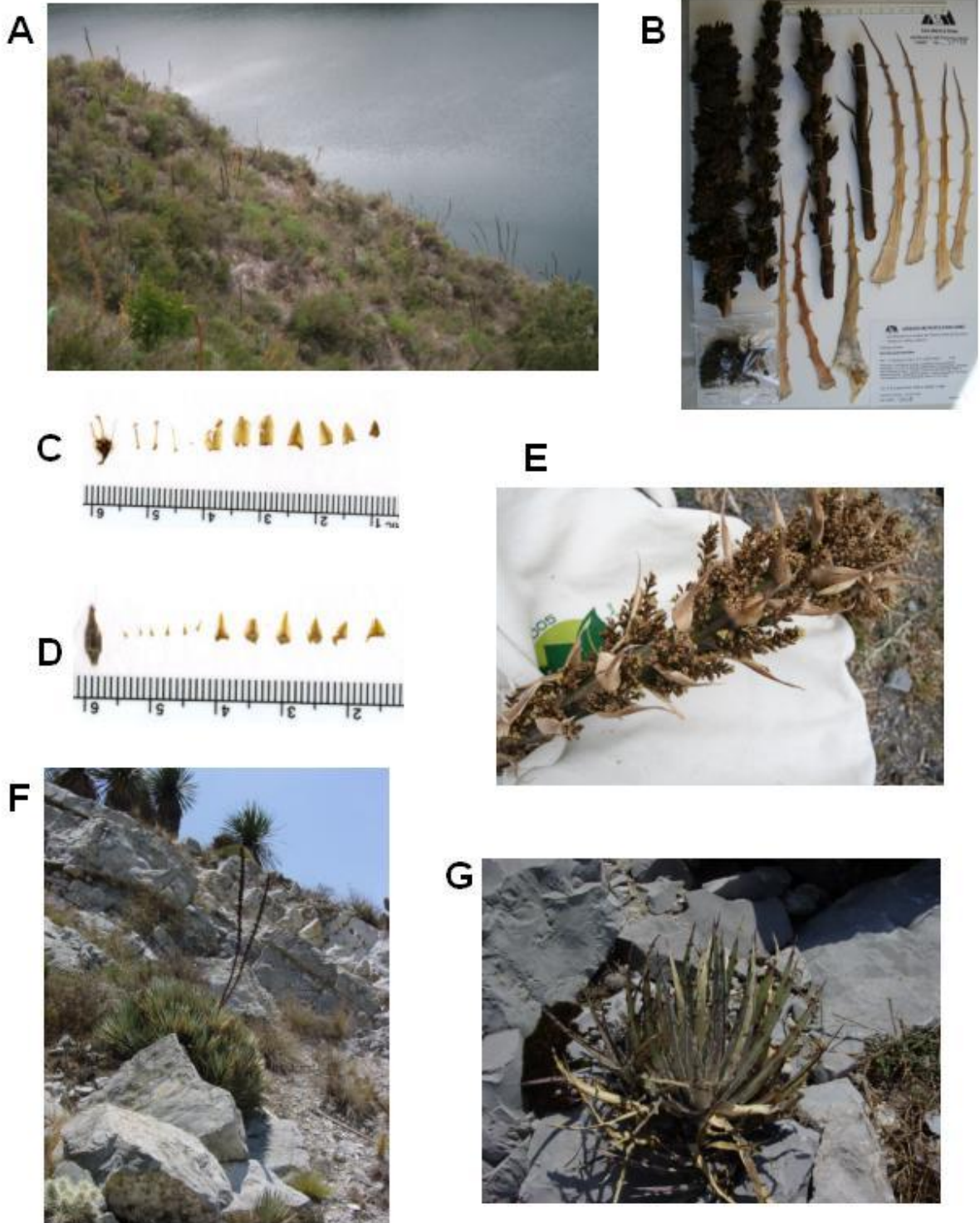


Figura 30. *Hechtia perotensis* I. Ramírez – Martínez – Correa

A. Hábitat, B. Ejemplar TIPO, C. Disección de flor masculina, D. Disección de flor femenina, E. Inflorescencia masculina, F. Planta femenina, G. Roseta.



4 *Hechtia podantha* Mez, in: C. DC. Monogr. phan. 9: 549 – 550. 1896.

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, en flor de hasta ca. 1.5 m de alto. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas a pardas, ovadas a suborbiculares, glabras en el haz, glabras en la parte inferior y esparcidamente lepidotas en la parte superior del envés, de 2.1 – 8.8 cm de largo, de 2.3 – 6.1 cm de ancho, serradas; láminas verdes, erectas, largamente triangulares, esparcidamente lepidotas en el haz y en el envés, de 19 – 47.7 cm de largo, de 0.5 – 1.5 cm de ancho, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes; espinas curvadas y ascendentes, de 3.1 – 7 (8) mm de largo, separadas entre sí 0.64 – 3.2 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** de 44 – 116.5 cm de alto, con hasta 46 ramas primarias, raquis glabro, recto, cilíndrico; entrenudos de la inflorescencia de 1.2 – 3.4 cm de largo; **escapo** erecto, glabro, cilíndrico, de 18.3 – 40 cm de largo, de 0.46 – 1.1 (1.5) cm de diámetro, entrenudos del escapo de 0.8 – 3.1 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, esparcidamente lepidotas, serradas, de 6.3 - 17.8 cm de largo, las superiores vaginiformes, esparcidamente lepidotas, enteras; **brácteas primarias** anchamente ovadas, glabras, serruladas, de 2.2 – 4.8 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas, una por nudo, de 1.6 – 6.6 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 1.35 – 5.25 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, dispuestas laxamente, de 3.5 – 5.8 mm de largo; **pedicelos** de 1.4 – 2.7 mm de largo; **brácteas florales** pardas, lineares a triangulares, glabras, enteras, de 1.2 – 3.1 mm de largo, de 0.2 – 1 mm de ancho en la parte basal, de 0.1

– 0.5 mm en la parte media; **sépalos** pardos, triangulares a ovados, glabros, enteros, de 1.7 – 4.3 mm de largo, de 1 – 2.1 mm de ancho en la parte basal, de 0.7 – 1.4 mm en la parte media; **pétalos** verdes, elípticos a ovados, glabros, enteros, de 2.5 – 5.4 mm de largo, de 1.4 – 2.8 mm de ancho en la parte basal, de 1.5 – 3 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de 1.3 - 4.2 mm de largo, triangulares, anteras amarillas, oblongas, de 0.7 – 2 mm de largo; **ovario** vestigial. **Inflorescencia femenina** de 35 – 127 cm de alto, con hasta 47 ramas primarias, raquis glabro, recto, cilíndrico, entrenudos de la inflorescencia de 1.2 - 4.5 cm de largo; **escapo** erecto, glabro, cilíndrico, de 23 – 68 cm de largo, de 0.73 – 1.8 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 1.3 – 4.4 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, esparcidamente lepidotas, serradas, de 3.8 – 15.5 cm de largo, las superiores vaginiformes, esparcidamente lepidotas, enteras; **brácteas primarias** ovado - triangulares, esparcidamente lepidotas, serradas, de 2.4 – 6 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, una por nudo, de 2.5 – 9 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 1.41 – 5.31 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, laxamente dispuestas, de 3.6 – 6.4 (7) mm de largo; **pedicelos** de 1.6 – 5.1 mm de largo; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 1.1 – 5.3 mm de largo, de 0.1 – 0.6 mm de ancho en la parte basal, de 0.1 – 0.4 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, triangulares a ovados, glabros, enteros, de 1.5 – 4 mm de largo, de 0.7 – 2.2 mm de ancho en la parte basal, de 0.3 – 1 mm en la parte media; **pétalos** verdes, triangulares, glabros, enteros, de 1.9 – 4.7 mm de largo, de 1.4 – 2.7 mm de ancho en la parte basal, de 0.5 – 1.6 mm en la parte media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide, de

3.8 - 7 mm de largo, de 1.2 – 2.4 mm de diámetro; **cápsula** ovoide, parda, de 0.71 – 1.2 cm de largo, de 4.1 – 6.5 mm de diámetro; **semillas** de 2 – 6.8 mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: escamas** de 0 – 18/mm²; **células epidérmicas** columnares, con paredes ligeramente onduladas, de 16.6 - 27.2 µm de largo por 15.6 – 19.6 µm de ancho. **Epidermis abaxial: Escamas** en las zonas intercostales, de 4 – 23/mm²; **estomas** en las zonas intercostales, de 12 – 64/mm², células oclusivas de 27.2 – 32.1 µm de largo; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes sinuosas, de 20.1 – 26.8 µm de largo por 23.6 – 30.8 µm de ancho. CORTE TRANSVERSAL. **Grueso de la lámina en la porción central** de 2850 - 4950 µm. **Cara adaxial. Cutícula** de 6 – 17.5 µm de grosor; **epidermis** de una capa de células, isodiamétricas, de 18 - 28 µm de largo por 9.6 – 14.3 µm de ancho; **hipodermis** de 2 - 4 capas de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de 1350 - 3000 µm de grueso, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** continuo, en ocasiones presentándose discontinuo, de 750 – 1860 µm de grueso, compuesto por 2 estratos de clorénquima en empalizada con células columnares y por un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas. **Haces vasculares** de 65 - 83, agrupados en 3 – 4 órdenes, rodeados por vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de 154 – 228.8 µm de largo por 94.5 – 130.2 µm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 247.5 – 850.6 µm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 60.8 – 127 µm de largo; **haces vasculares de segundo orden** de 94.8 – 161.4 µm de largo por 50.3 – 82 µm de

ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 256.6 – 855.6 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 23.6 – 64.1 μm de largo; **haces vasculares de tercer orden** de 55.5 – 117.5 μm de largo por 43.4 – 57.7 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 134.8 – 644.5 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 13.3 – 31.8 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de 40.6 - 70 μm de largo por 38.1 – 45.7 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 90 - 297 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 15 - 20 μm de largo; **aerénquima** presente. **Cara abaxial. Hipodermis** de 1 - 2 capas de células lignificadas; **epidermis** de una capa de células, isodiamétricas, de 20 – 28.2 μm de largo por 13 – 17.4 μm de ancho; **escama**, inserción de la escama en las zonas intercostales, pedicelo de la escama conformado por 2 células rara vez 3.

DISTRIBUCIÓN: Su distribución es discontinua y habitan en dos áreas separadas: 1) Aguascalientes, en los municipios de Calvillo y San José de Gracia, 2) En los estados de Guanajuato (San Luis de la Paz), Hidalgo (Ajacuba, Huasca de Ocampo, Huichapan, Ixmiquilpan, Metepec, Metztitlán, Mineral de la Reforma, Mineral del Monte, Pachuca de Soto, Tasquillo, Tecozautla, Tolcayuca, Zempoala y Zimapán) y Querétaro (Cadereyta de Montes, Ezequiel Montes, Peñamiller, Querétaro y San Juan del Río), entre los 19°57'28" - 22°09'15" N y los 98°19'00" - 102°43'10" W, altitud de 1359 a 2644 m s. n. m. (Figura 31).

FENOLOGÍA: Florece de mayo a agosto y fructifica en los meses de junio, julio, agosto y noviembre.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral xerófilo.

COMENTARIOS: Este nombre se ha aplicado a diversas poblaciones de plantas con características morfológicas similares a esta confusión ha contribuido que el ejemplar tipo de *Hechtia podantha* está extraviado y solo existe una foto del mismo, lo que ha complicado la correcta aplicación del nombre. Sin embargo, la recolección de material botánico completo y adecuado y un análisis detallado de caracteres morfológicos y anatómicos ha permitido la delimitación de los *taxa* incluidos bajo *Hechtia podantha*. La distribución de *H. podantha* comprende los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo y Querétaro. (Figura 32).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **AGUASCALIENTES, Calvillo**, ladera exposición este. Calvillo, 1950 m s. n. m., *M. de la Cerda L. y García R. 1482* (IEB ♂); road to Calvillo, west of Aguascalientes, near km 40, 1850 m s. n. m., *R. McVaugh 18308* (MICH ♂); 9 km al NE de Calvillo, sobre la carretera a Aguascalientes, 1800 m s. n. m., *J. Rzedowski y R. McVaugh 1251* (ENCB (x2), MICH (x2) ♀); *1252* (ENCB, MICH ♂); **San José de Gracia**, ca. 1 km al S de San José de Gracia, 22°9'15" N, 102°24'38" W, 2000 m s. n. m., *A. R. López-Ferrari, A. Espejo, J. Ceja y A. Mendoza R. 2245* (UAMIZ (x2) ♂); *2246* (UAMIZ ♀). **GUANAJUATO, San Luis de la Paz**, cerro Santa Cruz, 8 km al oeste de San Luis de la Paz, 1900 m s. n. m., *E. Ventura y E. López 6893* (IEB (x2), XAL, UAMIZ ♀). **HIDALGO, Ajacuba**, cerro del Tezontle, Sierra del Mexe, ejido Santiago Tezontlale, 20°10'06" N, 99°7'00" W, 2180 m s. n. m., *I. Díaz V. y A. Díaz V. 456*

(MEXU ♂); **Huasca de Ocampo**, camino a Piedra Larga (Piedra del Aire), enfrente a Santa Cruz, 20°16'35" N, 98°40'20" W, 1780 m s. n. m., *E. Guízar N., A. Castañeda y L. Rodríguez 5416* (CHAP, MEXU ♀); **Huichapan**, Huichapan, *F. Salazar s. n.* (MEXU ♂ y ♀); **Ixmiquilpan**, La Aduana, 1750 m s. n. m., *C. Velasco y F. Ojeda 174* (CHAP, MEXU ♂); La Aduana, 10 km después de Ixmiquilpan, rumbo a Zimapán, 20°28'55" N, 99°17'15" W, 1767 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 110* (UAMIZ ♀); **Meteppec**, Meteppec, *C. G. Pringle 13482* (VT ♂ y ♀); **Metztlán**, Barranca de Metztlán, paraje La Casita, carretera Pachuca – Tampico, 20°26'35" N, 98°40'50" W, 1100 m s. n. m., *E. Guízar N., A. Castañeda y L. Rodríguez 5291* (CHAP, MEXU ♂); **Mineral del Monte**, 4 km al NE de Pachuca, 2250 m s. n. m., *E. Chávez O. s. n.* (ENCB ♂); **Mineral de la Reforma**, alrededores de Pachuca, 20°05'20" N, 98°43'12" W, 2473 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 101* (UAMIZ ♂); *102* (UAMIZ ♀); **Pachuca de Soto**, 4 km al NW de Pachuca, 2250 m s. n. m., *F. de Lachica s. n.* (WIS ♂); limestone hills near Pachuca, 8000 ft. *C. G. Pringle 6932* (CHAPA, ENCB, MEXU (x2), MICH, P y UC ♂ y ♀); cerro Ventoso above Pachuca, 8500 ft., *C. G. Pringle 11188* (K ♂ y ♀); 3 km al SW de Pachuca, 2550 m s. n. m., *I. García G. 2030* (CHAPA, ENCB, IEB, MEXU, XAL ♂); camino de Mineral del Monte a Pachuca, 20°07'50" N, 98°42'42" W, 2644 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 104* (UAMIZ ♀); ca. del campus virtual del ICSH, Universidad Autónoma de Hidalgo, carretera Pachuca – Ixmiquilpan, 20°07'20" N, 98°47'14" W, 2439 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 106* (UAMIZ ♂); *107* (UAMIZ ♀); between Pachuca and Real del Monte, *J. N. Rose y J. H. Painter 6758* (US ♀); 3 km al NE de Pachuca,

sobre el camino a Real del Monte, 2550 m s. n. m., *J. Rzedowski 16727* (ENCB (x2) ♀, MICH (x2) ♂); **Tasquillo**, Noxthey, 1850 m s. n. m., *G. Asteinza B. 316B* (CHAP ♂); district Zimapán. By highway near Tasquillo, *H. E. Moore Jr. y C. E. Wood Jr. 4508* (MICH ♂); *4509* (MICH ♀); ca. 5 km al S de Tasquillo, *L. González Quintero 1984* (ENCB ♀); ca. 4 km después de La Aduana, rumbo a Zimapán, en la entrada a Rinconada, 20°30'23" N, 99°18'36" W, 1861 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 111* (UAMIZ ♂); *112* (UAMIZ ♀); **Tecoautla**, ejido El Epazote camino hacia el Río Tuco antes de llegar al final de la represa, *M. Gómez P. 508* (UAMIZ ♂); Manguany, 6 km al norte de Tecozautla, 1800 m s. n. m., *R. Hernández M. y R. Hernández V. 4696* (MEXU ♂ y ♀); **Tolcayuca**, sitio a 2.5 km al SW de Tolcayuca, 2500 m s. n. m., *M. Equihua 20* (ENCB ♂); **Zempoala**, 2 km al N de La Trinidad, 2500 m s. n. m., *J. Rzedowski 30711* (ENCB, MEXU, MICH ♀); *30712* (ENCB ♂); **Zimapán**, 2.4 km al W de Las Trancas, rumbo a Zimapán, 20°47'14" N, 99°17'20" W, 1950 m s. n. m., *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. Ceja 5147* (CICY (x3), UAMIZ (x3) ♂); 6 km después de El Saucillo, rumbo a la hidroeléctrica Zimapán, 20°40'40" N, 99°28'34" W, 1970 m s. n. m., *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y N. Martínez-Correa 6889* (UAMIZ ♀); *6890* (UAMIZ ♀). **QUERÉTARO, Cadereyta de Montes**, 6 km después de Mesa de León, rumbo a Cadereyta, 20°41'57" N, 99°32'2" W, 1940 m s. n. m., *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y N. Martínez Correa 6894* (UAMIZ ♀); 10 km después de Vizarrón, rumbo a Pinal de Amoles, 20°54'09" N, 99°42'59" W, 1708 m s. n. m., *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y N. Martínez Correa 6895* (UAMIZ ♀); Rancho de la Cueva, *I. Kelly 723* (UC ♀); ca. 15 después de Vizarrón, rumbo a Peña Blanca, 20°56'02" N, 99°44'19" W, ca. 1500 m s. n. m., *A. R.*

López-Ferrari, A. Espejo y S. Zamudio R. 3249 (UAMIZ ♂); 3250 (UAMIZ ♀); ca. 21 después de Vizarrón, rumbo a Peña Blanca, 20°58'25" N, 99°44'58" W, ca. 1375 m s. n. m., *A. R. López-Ferrari, A. Espejo y S. Zamudio R. 3252 (UAMIZ ♂); ca. 18* después de Vizarrón, rumbo a Peña Blanca, 20°57'45" N, 99°44'52" W, ca. 1430 m s. n. m., *A. R. López-Ferrari, A. Espejo y S. Zamudio R. 3253 (UAMIZ ♂); La Palma,* NE de Mesa de León, en la ceja del río Moctezuma, 1800 m s. n. m., *E. Pérez C., S. Zamudio R. y L. Hernández S. 3867 (IEB (x2), UAMIZ ♂); 3 km al NE de Higuierillas,* 1550 m s. n. m., *S. Zamudio R. 2261 (IEB ♂); Ezequiel Montes,* 4 km al E de Las Rosas, 1850 m s. n. m., *S. Zamudio R. 7393 (CICY, UAMIZ ♀); 7397 (CICY, UAMIZ ♂); Peñamiller,* 5 km después del puente Chorreadero, carretera Vizarrón - Pinal de Amoles, 20°59'56" N, 99°44'42" W, 1359 m s. n. m., *A. Espejo, A. R. López-Ferrari y N. Martínez Correa 6897 (UAMIZ ♀); rancho El Pitayo,* 1500 m s. n. m., *S. Zamudio R. 3658 (IEB ♂); 6 km al S de Peña Blanca,* 1450 m s. n. m., *S. Zamudio R. 3680 (IEB, MEXU ♀); Querétaro,* La Cañada, ladera norte, 20°35'55" N, 100°21'50" W, *A. Cabrera 102 (IEB ♂); San Juan del Río,* Cerro Gordo, 8 km al SW de la cabecera municipal de San Juan del Río, *M. Rodríguez F. y F. Osorno M. 13 (CHAPA (x3), IEB ♀). SIN LOCALIDAD: M. Sessé, J. Mociño, Castillo y Maldonado 4667 (MA ♂); C. L. V. 852 cult. Schobrunn. (Foto TIPO W! ♂).*

Figura 31. Distribución geográfica de *Hechtia podantha* Mez

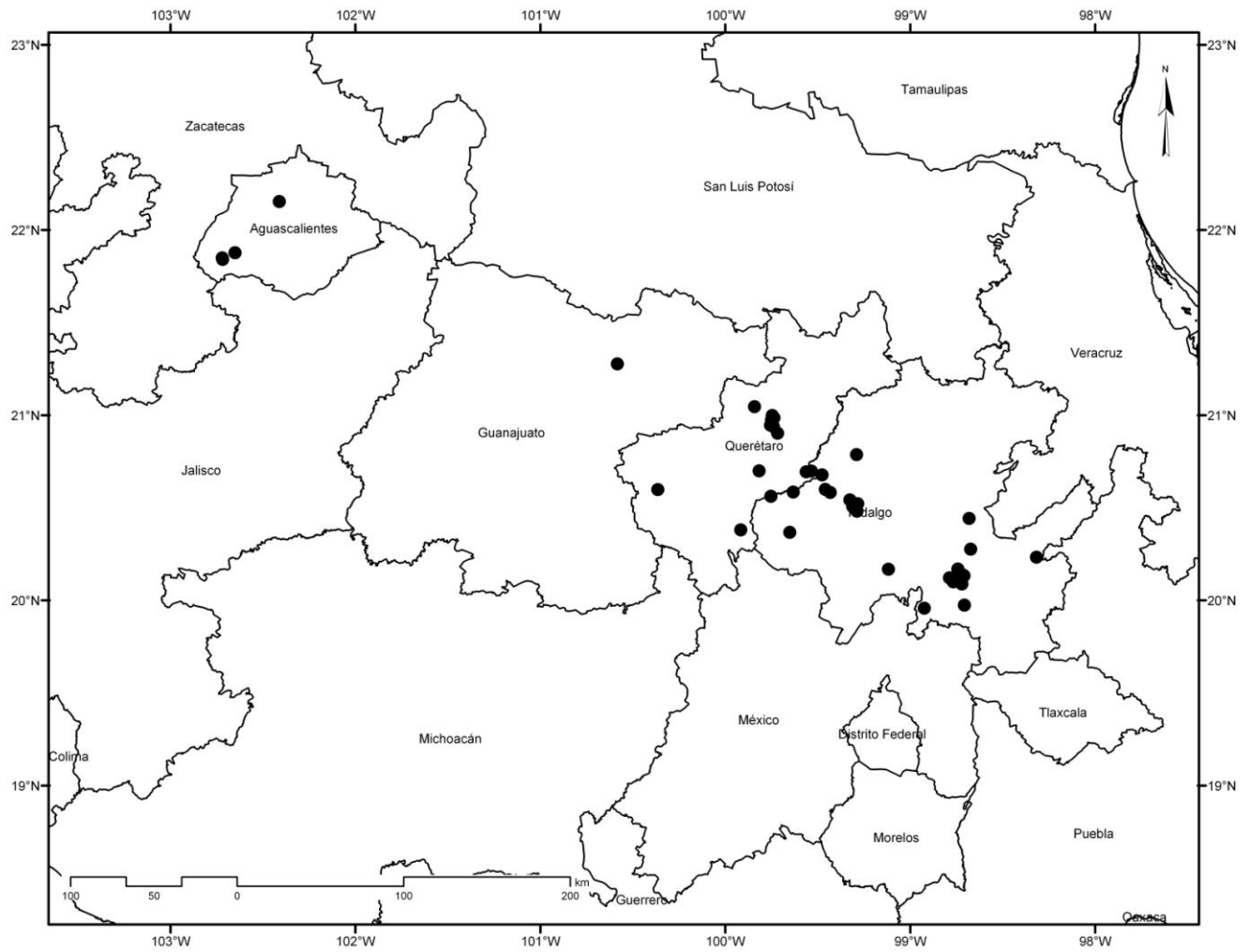
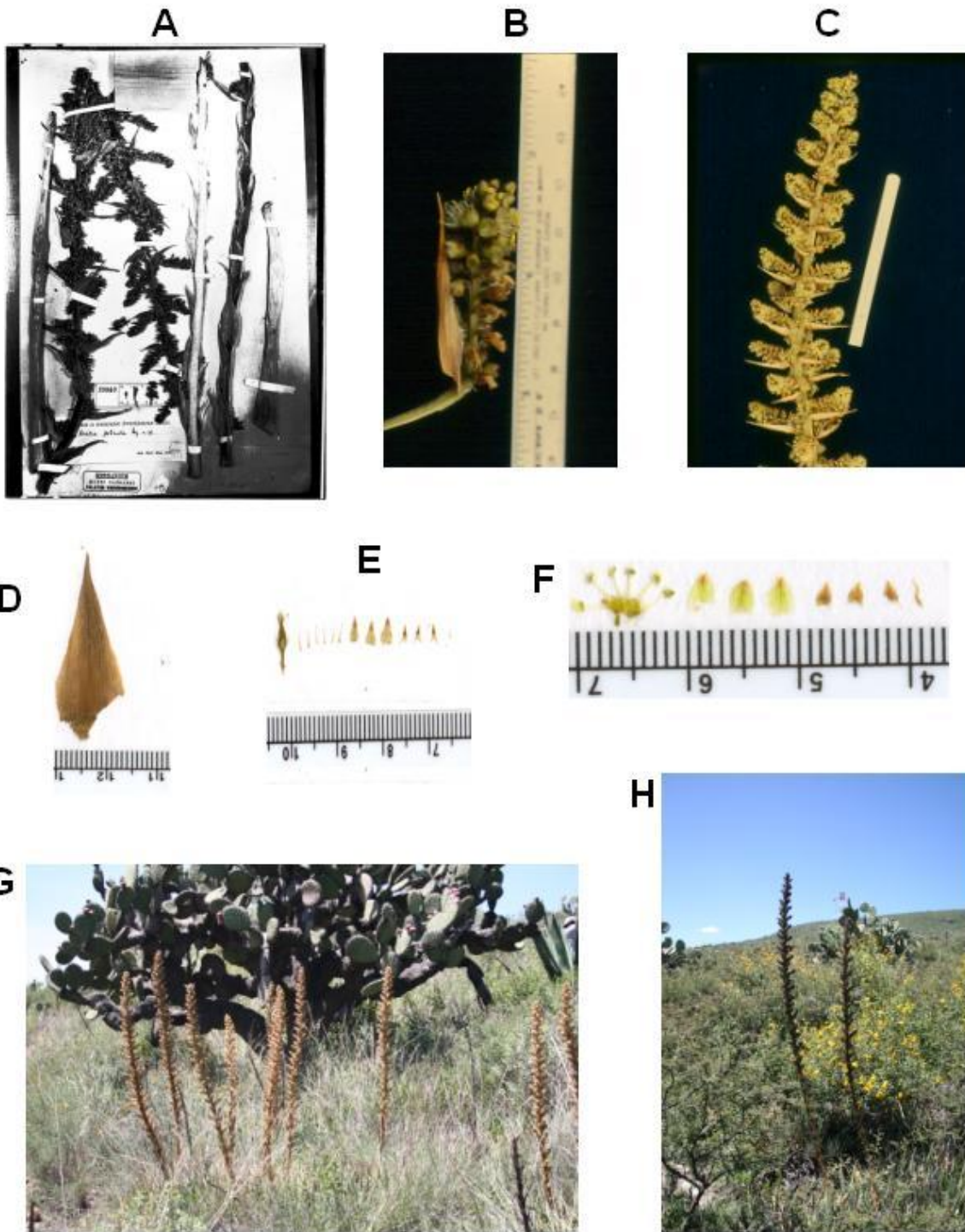


Figura 32. *Hechtia podantha* Mez

A. Ejemplar TIPO, B. Bráctea primaria y rama primaria masculinas, C. Inflorescencia, D. Bráctea primaria, E. Disección de flor femenina, F. Disección de flor masculina, G. Plantas masculinas, H. Plantas femeninas.



5 *Hechtia tehuacana* B. L. Rob., in: Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 31 (Contr. Gray Herb. N s. 27):dx 265 – 266. 1904.

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, en flor de hasta 2.20 m de alto. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas en el haz, pardas en el envés, cuadradas, glabras en la parte basal, densamente lepidotas en la parte superior (haz y envés), de 4.4 – 7 cm de largo, de 4.3 – 7.2 cm de ancho; láminas verdes, erectas, largamente triangulares, esparcidamente lepidotas en el haz, lepidotas en el envés, de 25.2 – 46.5 cm de largo, de 1 – 1.8 cm de ancho, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes, espinas rectas, de 3.8 – 8.5 mm de largo, separadas entre sí 1.1 – 2.3 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** de 1.10 - 1.5 m de alto, con hasta 86 ramas primarias, raquis glabro, recto, cilíndrico, entrenudos de la inflorescencia de 1.2 – 5.6 cm de largo; **escapo** erecto, glabro, cilíndrico, de 27.4 – 81.3 cm de largo, de 1.3 - 2 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 2.1 – 4.8 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, esparcidamente lepidotas, serradas, de 12 – 16.5 cm de largo, las superiores foliáceas, caudadas, esparcidamente lepidotas, enteras; **brácteas primarias** ovado - triangulares, esparcidamente lepidotas, serradas, de 2 – 7.3 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas, una por nudo, de 3.6 – 8 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 1.94 – 4.95 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, dispuestas laxa a densamente, de 3.3 – 5.3 mm de largo; **pedicelos** robustos, de 1.4 – 2.7 mm de largo; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 2 – 3.5 mm de largo, de 0.3 – 1.4 mm de ancho en

la parte basal, de 0.2 – 1.2 mm en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros, enteros, de 1.6 – 4.3 mm de largo, de 1 – 2.6 mm de ancho en la parte basal, de 0.6 – 2 mm en la parte media; **pétalos** verdes, oblongos, glabros, enteros, de 3.2 – 4.7 mm de largo, de 1.1 – 2.6 mm de ancho en la parte basal, de 1.7 – 3.2 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de 1.7 - 4.2 mm de largo, triangulares, anteras amarillas, oblongas, de 1.1 – 1.7 mm de largo; **ovario** vestigial. **Inflorescencia femenina** de ca. 1.37 m de alto, con hasta 44 ramas primarias, raquis glabro, recto, cilíndrico, entrenudos de la inflorescencia de 1.3 - 5.3 cm de largo; **escapo** erecto, glabro, cilíndrico, de 57.3 – 85.2 cm de largo, de 1.1 – 1.5 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 1.4 – 2.8 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas y caudadas, esparcidamente lepidotas, serradas, de 7.3 – 11 cm de largo, las superiores foliáceas, caudadas, glabras, enteras; **brácteas primarias** ovado - triangulares, esparcidamente lepidotas, serradas, de 3.1 – 4.6 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, cilíndricas, una por nudo, de 5.1 – 6 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 1.27 – 2.38 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, laxa a densamente dispuestas; **pedicelos** robustos, de 2.8 – 4.4 mm de largo; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 1.5 – 2.8 mm de largo, de 0.8 – 1.7 mm de ancho en la parte basal, de 0.4 – 1.2 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros, enteros, de 1.3 – 2.6 mm de largo, de 1 – 2 mm de ancho en la parte basal, de 0.6 – 1.2 mm en la parte media; **pétalos** verdes, triangulares, glabros, enteros, de 2.1 – 3.6 mm de largo, de 1.6 – 2.3 mm de ancho en la parte basal, de 1 – 1.4 mm en la parte media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide; **cápsula** parda,

ovoide, de 0.7 – 1 cm de largo, de 4.4 – 7.5 mm de diámetro; **semillas** de 3 – 3.8 mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: Escamas** de 7 – 15/mm²; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes ligeramente onduladas, de 17.4 – 21.4 µm de largo por 13.5 – 19.1 µm de ancho. **Epidermis abaxial: Escamas** en las zonas intercostales, de 6 – 18/mm²; **estomas** en las zonas intercostales, de 16 – 74/mm², células oclusivas de 26.7 – 29.1 µm de largo; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes ligeramente onduladas, de 18.2 – 21.1 µm de largo por 19.7 – 22.4 µm de ancho. CORTE TRANSVERSAL. **Grosor de la lámina en la porción central** de 4290 - 4860 µm. **Cara adaxial: Cutícula** de 13.1 – 16.4 µm de grosor; **epidermis** de una capa de células, las cuales son ovaladas, de 23.5 – 26.7 µm de largo por 12.3 – 14.4 µm de ancho; **hipodermis** de tres capas de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de 2640 – 3090 µm de grosor, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** continuo, de 1410 - 1590 µm de grueso, compuesto por 2 estratos de clorénquima en empalizada con células columnares y por un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas. **Haces vasculares** de 92 - 104, agrupados en cuatro órdenes, rodeados por una vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de 234 -238 µm de largo por 104 – 142 µm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 374.5 – 635.5 µm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 80 – 128.5 µm de largo; **haces vasculares de segundo orden** de 145.8 – 210 µm de largo por 60.2 – 112.7 µm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 402.5 – 586.7 µm de largo, proyección del haz

(lado adaxial) de 33.5 - 99 μm de largo; **haces vasculares de tercer orden** de 120.5 - 147 μm de largo por 43.6 – 69.5 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 459.5 – 507.1 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 24.6 - 35 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de 76.5 –100.4 μm de largo por 38 – 50.8 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 242.5 – 388.3 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 13.3 – 16.6 μm de largo. **Cara abaxial:** **Hipodermis** de una capa de células lignificadas; **epidermis** de una capa de células, ovaladas, de 20.7 – 27.7 μm de largo por 13.4 – 17.7 μm de ancho; **escama**, inserción de la escama en las zonas intercostales, pedicelo de la escama conformado por 2 células.

DISTRIBUCIÓN: Se distribuye en los municipios de Santa María Chilapa de Díaz, Santiago Chazumba y Silacayoapam en Oaxaca, y en los municipios de Ajalpan, Caltepec, San José Miahuatlán, Tehuacan, Texcala y Zapotitlán de las Salinas en el estado de Puebla, entre los 17°35'00" - 18°30'00" N y los 97°17'00" - 98°39'29" W, altitud de 1550 a 2200 m s. n. m. (Figura 33).

FENOLOGÍA: Florece de mayo a diciembre y fructifica en los meses de marzo, abril, julio, agosto, septiembre y diciembre.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral xerófilo.

COMENTARIOS: Esta especie ha sido considerada por algunos botánicos como sinónimo de *Hechtia podantha*, sin embargo *H. tehuacana* se diferencia de ésta por sus plantas de mayor tamaño, así como por sus láminas y vainas foliares, y sus ramas primarias y secundarias más largas (Figura 34).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **OAXACA, DISTRITO HUAJUAPAM, Santiago Chazumba**, 4.4 km después de Chazumba, rumbo a Tehuacan, 18°12'12" N, 97°39'29" W, 1960 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz* 87 (UAMIZ ♂); 88 (UAMIZ ♀); **DISTRITO SILACAYOAPAM, Silacayoapam**, paraje Loma del Palmar, sobre el camino de terracería Ixpantepec - San Juan Huastepec, 1860 m s. n. m., *E. Guízar y A. Castañeda* 3779 (CHAP, UAMIZ ♂); **DISTRITO TEPOSCOLULA, Santa María Chilapa de Díaz**, camino de Tamazulapan del Progreso a Chilapa, a 8 km al SO de Tamazulapan del Progreso por camino, 17°39'00" N, 97°38'00" W, 2180 m s. n. m., *D. H. Lorence y A. García M.* 4808 (ENCB, MEXU ♂); 6 km al N de Chilapa, 17°38'00" N, 97°38'00" W, 1800 m s. n. m., *R. Torres C. y A. García M.* 6679 (MEXU ♂). **PUEBLA, Ajalpan**, 4.4 km al E de San Pablo Tepetzingo, 18°25'00" N, 97°17'00" W, *F. Chiang, F. González Medrano, V. Jaramillo y P. Dávila* F-50 (FCME, MEXU ♂); **Caltepec**, 1 km de Sabino Farol, 1800 m s. n. m., *E. Guízar N.* 4783 (CHAP, MEXU, UAMIZ ♂); paraje Loma la Escobillera, 1 km de Sabino Farol, terrenos de bienes comunales de Acatepec, 1790 m s. n. m., *E. Guízar N. y A. G. Miranda* 4895 (CHAP, MEXU, UAMIZ ♀); Rincón de la Hierba, La Mesa Chica al W de Caltepec, 18°11'00" N, 97°29'20" W, 2120 m s. n. m., *P. Tenorio L. y C. Romero de T.* 4055 (IEB, MEXU ♂); cerro Grande al SE de Caltepec, 18°6'00" N, 97°26'00" W, 1500 – 2200 m s. n.

m., *P. Tenorio L. y C. Romero de T. 5005* (MEXU ♀); **San José Miahuatlán**, La Calavera (entrada) a Miahuatlán, 1550m s. n. m., *B. Juárez 1* (WIS ♂); **Tehuacán**, Tehuacan, *C. A. Purpus 4331* (UC ♀); West of Tehuacán on La Mesa above El Riego, 18°28'00" N, 97°22'00" W, 3758 ft., *C. E. Smith Jr., F. A. Peterson y N. Tejeda 3758* (MEXU ♂); calcareous hills near Tehuacan, 5600 ft., *C. G. Pringle 8578* (Isotipo: BM!, ENCB!, GOET!, KI!, MEXU!, NY!, P! (x2), UC!, US! (x2) y Z! ♂ y ♀); Meseta de San Lorenzo, a 8 km al O de Tehuacán, camino a Tecamachalco, 1770 m s. n. m., *E. Martínez 21686* (CHAP ♂, IEB ♂); cerros 2 km NE Tehuacán, 18°28'00" N, 97°24'00" W, 1640 m s. n. m., *F. Miranda 4537* (MEXU (x2) ♂); 4 km después de Tehuacán, rumbo a Huajuapam, 18°25'22" N, 97°24'57" W, 1665 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y S. Montes 24* (UAMIZ ♂); near Tehuacan, *J. N. Rose y R. Hay 5831* (US ♂); near Tehuacan, *J. N. Rose, J. H. Painter y J. S. Rose 11005* (US ♂ y ♀); near Tehuacan, *J. N. Rose y J. S. Rose 11250* (US ♂ y ♀); *11404* (US ♂ y ♀); **Texcala**, Texcala, 18°30'00" N, 97°50'00" W, 1680 m s. n. m., *P. Balvanera 23* (CHAPA ♂); **Zapotitlán Salinas**, km 11 de la carretera Tehuacán-Hujuapam. 6 km al E de San Antonio Texcala, 18°25'26" N, 97°25'06" W, 1711 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, J. Santana y S. Montes 31A* (UAMIZ ♂); cerro Moneda Mocha, 18°19'00" N, 97°30'00" W, 1600 m s. n. m., *J. M. Gallardo 118* (MEXU, XAL ♂); 2 km al noroeste del poblado de San Juan Raya, 18°18'00" N, 97°37'00" W, 1800 m s. n. m., *A. Valiente B., A. Casas y J. L. Viveros 389* (MEXU ♂); Santa Ana Teloxtoc, 18°20'00" N, 97°26'00" W, 1770 m s. n. m., *J. A. Zavala 81* (ENCB, XAL, UC ♀).

Figura 33. Distribución geográfica de *Hechtia tehuacana* B. L. Rob.

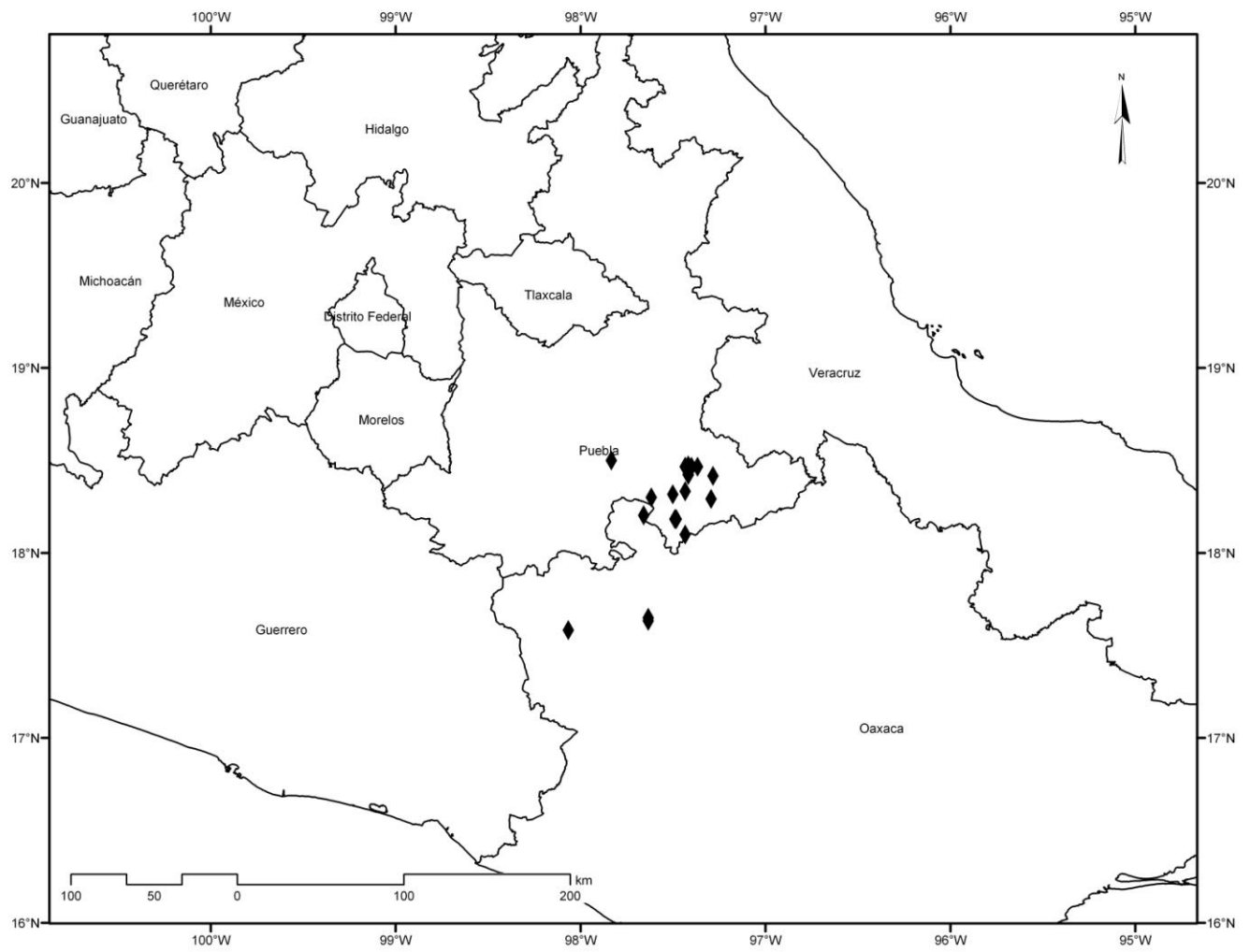
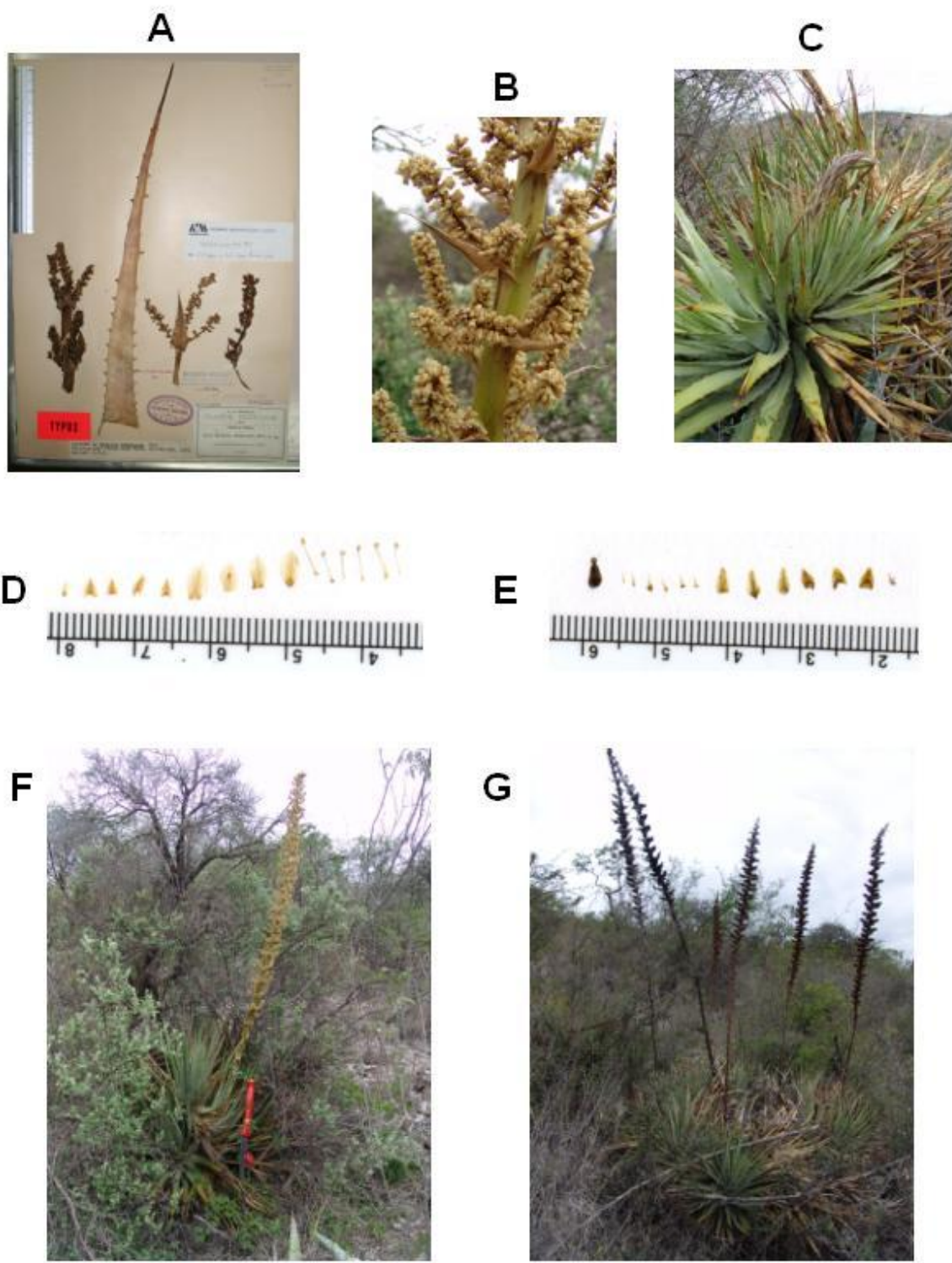


Figura 34. *Hechtia tehuacana* B. L. Rob.

A. Ejemplar TIPO, B. Brácteas primarias y ramas primarias masculinas, C. Roseta, D. Disección de flor masculina, E. Disección de flor femenina, F. Planta masculina, G. Plantas femeninas.



6 *Hechtia* sp.1

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, en flor de hasta 1.04 m (1.7 m) de alto. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas a pardas, ovadas a cuadradas, glabras en la parte basal, esparcidamente lepidotas en la parte superior (haz y envés), de 2.6 – 4.3 cm de largo, de 2 – 6.4 cm de ancho; láminas verdes, erectas, largamente triangulares, glabras en el haz, esparcidamente lepidotas en el envés, de 18.7 – 34 cm de largo, de 0.65 – 1 cm de ancho, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes, espinas rectas y ascendentes, de 3.3 – 6 mm de largo, separadas entre sí 0.63 – 1.3 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** de 26.8 – 70.7 cm de alto, con hasta 57 ramas primarias, raquis densamente lepidoto, escasamente geniculado, cilíndrico, entrenudos de la inflorescencia de 1.2 – 2.4 cm de largo; **escapo** erecto, lepidoto, cilíndrico, de 23.3 – 30 cm de largo, de 0.45 - 1.5 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 1 – 2.3 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, lepidotas, serradas, de 3.6 – 12.3 cm de largo, las superiores vaginiformes lepidotas, enteras; **brácteas primarias** ovado - triangulares, lepidotas, erosas, de 2.2 – 6 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, una por nudo, de 2.6 – 5.4 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 1.82 – 3.38 cm de largo; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, dispuestas laxamente, de 3.2 – 4.7 mm de largo; **pedicelos** de 1.5 – 2.4 mm de largo, esparcidamente lepidotos; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 1.5 – 2.8 mm de largo, 0.4 – 0.7 mm de ancho en la parte basal, de 0.3 – 0.6 mm en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, glabros,

enteros, de 2 – 3.1 mm de largo, de 1.3 – 1.7 mm de ancho en la parte basal, de 1 – 1.3 mm en la parte media; **pétalos** verdes, oblongos, glabros, enteros, de 3 – 4.4 mm de largo, de 1.6 – 2.4 mm de ancho en la parte basal, de 1.8 – 2.4 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de 3.2 - 4.2 mm de largo, lineares, anteras pardas, oblongas, de 1 – 1.4 mm de largo; **ovario** vestigial.

Inflorescencia femenina de 76 – 104 (177) cm de alto, con hasta 35 ramas primarias, raquis lepidoto, escasamente geniculado, cilíndrico, entrenudos de la inflorescencia de 2.6 - 4 cm de largo; **escapo** erecto, lepidoto, cilíndrico, de 29 – 67.5 cm de largo, de 0.8 – 1 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 2 – 3.5 cm de largo; **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, lepidotas, serradas, de 4 – 10.8 cm de largo, las superiores triangulares, esparcidamente lepidotas, enteras; **brácteas primarias** ovado - triangulares, lepidotas, erosas, de 2.1 – 5 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, una por nudo, de 2.2 – 5.5 cm de largo; **ramas secundarias** muy cortas o ausentes; **flores** actinomorfas, numerosas por rama, laxamente dispuestas, de 3.8 – 6.8 mm de largo; **pedicelos** de 1.5 – 4.4 mm de largo, esparcidamente lepidotos; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 1.5 – 2.4 mm de largo, de 0.7 – 1.2 mm de ancho en la parte basal, de 0.1 – 0.4 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, triangulares, glabros, enteros, de 1.6 – 2.8 mm de largo, de 0.9 – 1.8 mm de ancho en la parte basal, de 0.3 – 1 mm en la parte media; **pétalos** verdes, triangulares, glabros, enteros, de 2.2 – 4.4 mm de largo, de 1.3 – 2 mm de ancho en la parte basal, de 0.8 – 1.6 mm en la parte media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide, de 4 - 7 mm de largo, de 2 – 2.4 mm de diámetro; **cápsula** ovoide, de 1 – 1.4 cm de

largo, de 3 – 7 mm de diámetro; **semillas** de 2.4 – 5.5 mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: Escamas** ausentes; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes onduladas, de 22.2 –25.6 μm de largo por 13.3 – 17.6 μm de ancho. **Epidermis abaxial: Escamas** en las zonas intercostales, de 13 - 28/ mm^2 ; **estomas** en las zonas intercostales, de 25 - 49/ mm^2 , células oclusivas de 27.2 – 35.2 μm de largo; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes onduladas, de 19.5 – 25.3 μm de largo por 19.3 – 20.6 μm de ancho. CORTE TRANSVERSAL. **Grueso de la lámina en la porción central** de 3000 - 3840 μm . **Cara adaxial: Cutícula** de 10.9 - 13.6 μm de grosor; **epidermis** de una capa de células, ovaladas, de 22 – 30.8 μm de largo por 8 - 14 μm de ancho; **hipodermis** de 1 – 2 capas de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de 1650 - 2700 μm de grueso, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** discontinuo, de 1050 - 1220 μm de grueso, compuesto por 2 estratos de clorénquima en empalizada con células oblongas y por un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas; **rafidios** presentes. **Haces vasculares** de 68 - 114, agrupados de 3 - 4 órdenes, rodeados por una vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de 166.7 - 200 μm de largo por 81 – 102.8 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 205.9 –473.1 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 38 - 66 μm de largo; **haces vasculares de segundo orden** de 118 – 157.5 μm de largo por 48 – 67.6 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 256.2 – 546.8 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 27.3 – 46.3 μm de largo; **haces**

vasculares de tercer orden de 60 - 98 μm de largo por 37 – 46.4 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 170 – 512.5 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 14.4 - 35 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de 58.8 μm de largo por 35.5 μm de ancho; proyección del haz (lado abaxial) de 385 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) ausente. **Cara abaxial: Hipodermis** de una capa de células lignificadas; **epidermis** de una capa de células, ovaladas, de 22.2 - 31 μm de largo por 11.1 – 14.5 μm de ancho; **escama**, inserción de la escama en las zonas intercostales, pedicelo de la escama conformado por 2 células.

DISTRIBUCIÓN: Se distribuye en los municipios de Cuernavaca y Tepoztlán en el estado de Morelos, entre los 18°55'00" - 19°01'30" N y los 99°08'33" - 99°14'40" W, altitud de 2000 a 2480 m s. n. m. (Figura 35).

FENOLOGÍA: Florece en los meses de mayo, julio y diciembre y fructifica en los meses de enero y febrero.

TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral rosetófilo.

COMENTARIOS: Las poblaciones de la Sierra del Chichinautzin habían sido identificadas por algunos botánicos como *Hechtia podantha*, sin embargo, el presente estudio ha permitido determinar que estas plantas corresponden en realidad a un *taxon* distinto, el cual se reconoce por la presencia de indumento en el raquis de la inflorescencia, en el escapo y en los pedicelos, por el raquis geniculado y por las

anteras pardas; anatómicamente se distingue de *H. podantha* ya que posee un clorénquima discontinuo y las células en empalizada son oblongas. Aunado a esto, las condiciones en las que habitan las plantas de esta especie son de mayor humedad y crecen sobre suelos pedregosos basálticos (Figura 36).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **MORELOS, Cuernavaca**, near Cuernavaca, 8000 ft., C. G. Pringle 9200 (VT ♂); **Tepoztlán**, km 64 autopista México - Cuernavaca, derrame de lava, Sierra del Chichinautzin, 2450 m s. n. m., A. Bonfil C. 1008 (MEXU ♂); derrame del Chichinautzin, carretera de cuota México – Cuernavaca, J. Ceja, A. Espejo, A. R. López-Ferrari, A. Mendoza R. e I. Ramírez M. 1062 (UAMIZ ♂); en los alrededores de la curva La Pera, pedregal del Chichinautzin, 19°01'8" N, 99°08'33" W, A. Espejo y A. R. López-Ferrari 6888 (UAMIZ ♀); 6888BIS (UAMIZ ♂); km 54 autopista México – Cuernavaca, 2400 m s. n. m., J. Espinosa s. n. (ENCB ♂); derrame del Chichinautzin, aprox. 1 km de la curva La Pera carretera de cuota México – Cuernavaca, 2170m s. n. m., M. Flores Cruz y F. Riveros 974 (CHAPA (x2) ♀); autopista México - Cuernavaca, saliendo de la curva de La Pera, km 56. Derrame de lava (malpaís) en el declive sur de la Sierra del Chichinautzin, E. Guízar N. 2769 (CHAP, IEB, IZTA, MEXU ♀); La Pera, carretera de cuota México – Cuernavaca, 19°01'08" N, 99°08'33" W, 2288 m s. n. m., N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz 37 (UAMIZ ♂); 38 (UAMIZ ♀); 39 (UAMIZ ♀); derrame del Chichinautzin, km 53 de la autopista México – Cuernavaca, 2400 m s. n. m., M. Ortiz O. 88 (FCME ♂); pedregal del derrame Chichinautzin, km 65 carretera cuota México – Cuernavaca, 19°01'30" N, 99°09'00" W, 2000 m s. n. m., I. Ramírez M., A.

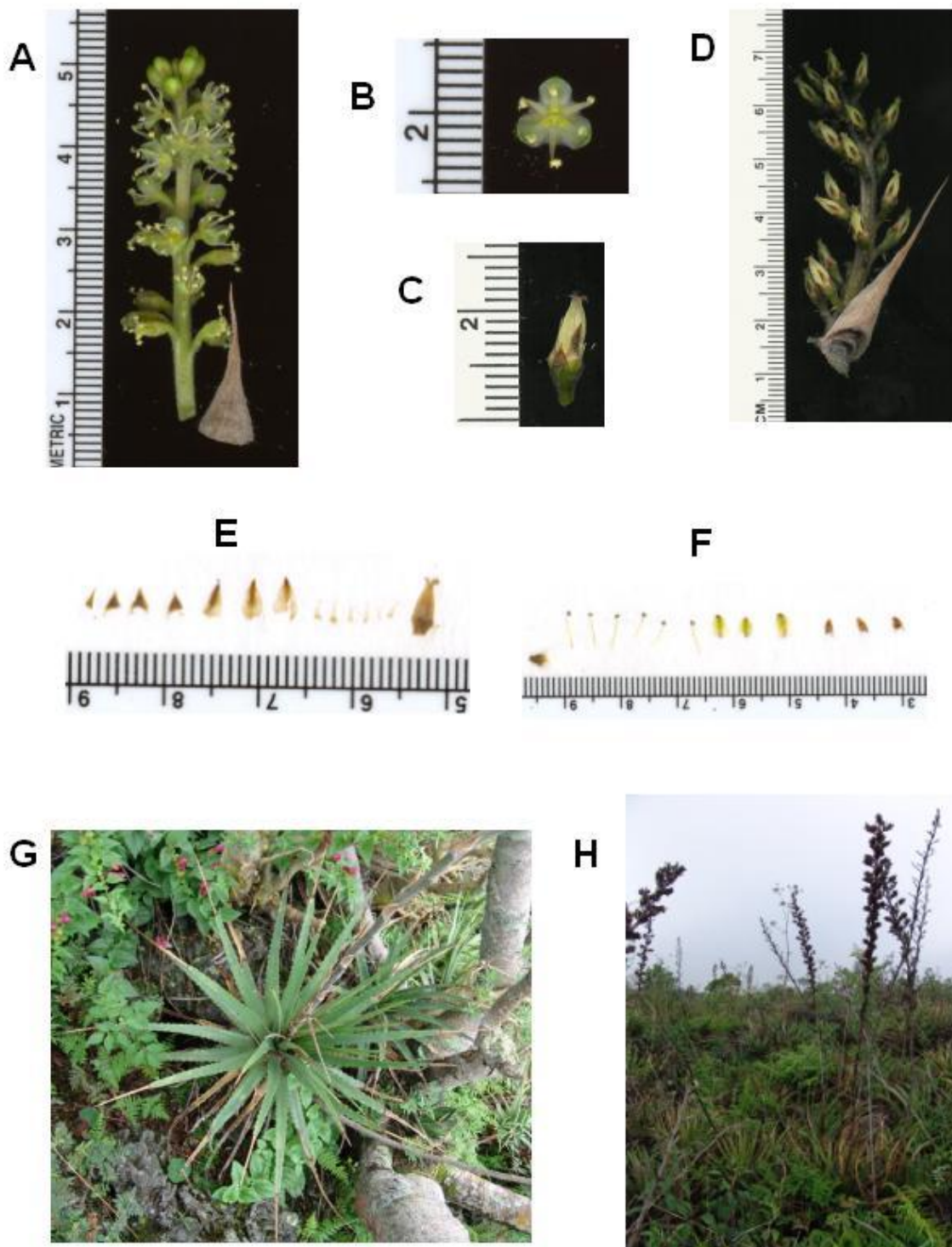
Espejo, A. R. López-Ferrari, A. Mendoza R. y J. Ceja. 920 (CICY (x2) ♀); km 8 carretera México – Cuernavaca. Falda del Chichinautzin, 2250 m s. n. m., M. A. Rocío V. 2788 (FCME ♂); km 85.5 vía de ferrocarril México – Cuernavaca, 2480 m s. n. m., M. Rojas Aréchigi. s. n. (MEXU ♂); Sierra del Chichinautzin, 17 km norte de Cuernavaca, 2300 m s. n. m., B. Rosas S. 23570 (FCME ♀).

Figura 35. Distribución geográfica de *Hechtia sp. 1*



Figura 36. *Hechtia sp. 1*

A. Bráctea primaria y rama primaria masculinas, B. Flor masculina, C. Flor femenina, D. Bráctea primaria y rama primaria femeninas, E: Disección de flor femenina, F. Disección de flor masculina, G. Roseta, H. Hábitat.



7 *Hechtia* sp. 2

MORFOLOGÍA. **Hierbas** terrestres, rosetófilas, en flor hasta 1.9 m de alto. **Tallos** cortos, inconspicuos. **Hojas** numerosas, carnosas; vainas amarillas en el haz, pardas en el envés, anchamente ovadas, de 5 – 7.5 cm de largo, de 8.8 – 11.3 cm de ancho, glabras en la parte basal, lepidotas en la parte superior (haz y envés); láminas verdes claras, erectas, largamente triangulares, de 33.3 – 55.5 cm de largo, de 1.8 – 3.1 cm de ancho, glabras en el haz, lepidotas en el envés, pungentes en el ápice, espinosas en los márgenes, espinas curvadas, de 4.3 – 9.1 mm de largo, separadas entre sí 1.3 – 2 cm. **Inflorescencia** terminal, erecta, dos veces dividida. **Inflorescencia masculina** de 1 – 1.46 m de alto, con más de 50 ramas primarias, raquis esparcidamente lepidoto, recto, cilíndrico, entrenudos de la inflorescencia de 2.5 – 4.8 cm de largo; **escapo** erecto, cilíndrico, esparcidamente lepidoto, de 18.8 – 40.1 cm de largo, de 2 – 3.6 cm de diámetro, entrenudos del escapo de 2.5 – 3.4 cm de largo, **brácteas del escapo** inferiores foliáceas, lepidotas, espinosas, de 14 - 24 cm de largo, las superiores triangulares, lepidotas, enteras; **brácteas primarias** triangulares, lepidotas, enteras, de 7.4 – 9 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, una por nudo, de 9.8 – 12 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes, de 4.16 – 8.67 cm de largo; **flores** numerosas por rama, densamente dispuestas, de 4.5 – 6 mm; **pedicelos** de 2.1 – 3 mm de largo; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 2.8 – 5.7 mm de largo, de 0.9 – 1.2 mm de ancho en la parte basal, de 0.4 – 0.7 mm en la parte media; **sépalos** ovados a triangulares, de 3 – 3.8 mm de largo, de 1.7 – 2.1 mm de ancho en la parte basal, de

1.2 – 1.9 mm en la parte media; **pétalos** verdes, elípticos a oblongos, de 5 – 6.2 mm de largo, de 1.5 – 2.6 mm de ancho en la parte basal, de 2.6 mm en la parte media; **estambres** iguales, más largos que los pétalos, filamentos de 4 - 4.6 mm de largo, lineares, anteras amarillas, oblongas, de 1.1 – 2 mm de largo; **ovario** vestigial. **Inflorescencia femenina** incompleta, con más de 47 ramas primarias, raquis cilíndrico, esparcidamente lepidoto, recto; entrenudos de la inflorescencia de 5 cm de largo; **escapo** incompleto, de 1.8 cm de diámetro; **brácteas del escapo** no vistas; **brácteas primarias** triangulares, lepidotas, enteras, de 5.7 cm de largo; **ramas primarias** ascendentes, de 17.5 cm de largo; **ramas secundarias** ascendentes de 7.06 – 7.85 cm de largo; **flores** numerosas por rama, densamente dispuestas; **pedicelo** de 5 mm de largo; **brácteas florales** pardas, triangulares, enteras, glabras, de 4.8 mm de largo, de 1.7 mm de ancho en la parte basal, de 1.3 mm de ancho en la parte media; **sépalos** pardos, ovados, de 2.5 mm de largo, de 1.5 mm de ancho en la parte basal, de 0.8 mm en la parte media; **pétalos** verdes, triangulares, de 4.8 mm de largo, de 2.1 mm de ancho en la parte basal, de 1.2 mm en la parte media; **estaminodios** 6, laminares, triangulares, sin anteras; **ovario** ovoide; **cápsula** ovoide, de 1.5 cm de largo, de 5.3 mm de diámetro; **semillas** de 5.4 mm de largo, con un ala que rodea toda la semilla.

ANATOMÍA. VISTA SUPERFICIAL. **Epidermis adaxial: Escamas** de 9 – 22/mm²; **células epidérmicas** de forma irregular, con paredes onduladas, de 23.1 – 23.8 µm de largo por ca. 20 µm de ancho. **Epidermis abaxial: Escamas** en las zonas intercostales, de 9 – 16/mm²; **estomas** en las zonas intercostales, de 35 - 48/mm², células oclusivas

de 27 – 28.2 μm de largo; **células epidérmicas** cuadradas, con paredes onduladas, de 19.8 – 21.7 μm de largo por 22.2 – 24.6 μm de ancho. CORTE TRANSVERSAL.

Groeso de la lámina en la porción central de 3330 - 3420 μm . **Cara adaxial:**

Cutícula de 15.5 – 17 μm de grosor; **epidermis** de una capa de células, ovaladas, de 26.1 – 30.4 μm de largo por 11.8 – 12.4 μm de ancho; **hipodermis** de 3 – 4 capas de células lignificadas. **Parénquima acuífero** de 1590 - 1830 μm de grueso, con células hexagonales y columnares; **clorénquima** continuo, de 1350 - 1620 μm de grueso, compuesto por 2 estratos de clorénquima en empalizada con células columnares y un estrato de clorénquima esponjoso con células redondas. **Haces vasculares** de 122 - 134, agrupados en cuatro órdenes, rodeados por una vaina parenquimática y con proyecciones hacia ambos polos; **haces vasculares de primer orden** de 186.5 – 225.6 μm de largo por 93.6 – 105.4 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 417.5 – 487.1 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 66 – 113.2 μm de largo; **haces vasculares de segundo orden** de 125.4 - 164 μm de largo por 52.3 – 72.1 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 441.2 – 484.7 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 24 - 41 μm de largo; **haces vasculares de tercer orden** de 81.2 – 115.3 μm de largo por 37.5 – 55.6 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 326.4 – 412.3 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 15 – 36.1 μm de largo; **haces vasculares de cuarto orden** de 58 – 79.1 μm de largo por 40.8 – 42.3 μm de ancho, proyección del haz (lado abaxial) de 141.1 - 225 μm de largo, proyección del haz (lado adaxial) de 10 - 25 μm de largo. **Cara abaxial:** **Hipodermis** de una capa de células lignificadas; **epidermis** de una capa de células, isodiamétricas, de 25 – 27.2 μm de largo por 16.2 – 17.2 μm

de ancho; **escama** inserción de la escama en las zonas intercostales, pedicelo de la escama conformado por 2 células.

DISTRIBUCIÓN: Se distribuye en el municipio de Ixpantepec Nieves en el estado de Oaxaca y en los municipios de Izúcar de Matamoros y Petlalcingo en Puebla, entre los 17°31'56" - 18°30'16 N y los 97°57'5" - 98°24'24 W, altitud de 1400 a 1881 m s. n. m. (Figura 37).

FENOLOGÍA: Florece en julio y fructifica en noviembre.

TIPO DE VEGETACIÓN: Selva baja caducifolia.

COMENTARIOS: De los *taxa* del complejo *podantha*, los individuos de *Hechtia sp. 2* son los de mayor tamaño, tanto en la altura de la planta como en el largo de las brácteas primarias, de las ramas primarias y secundarias, de los sépalos, de los frutos, y de la lámina y vaina foliares. Estas características la hacen distinguible del resto de los miembros del complejo y se trata además de una especie no descrita (Figura 38).

EJEMPLARES EXAMINADOS: **OAXACA, DISTRITO SILACAYOAPAM, Ixpantepec Nieves**, 28.6 km después de Santiago Juxtlahuaca, rumbo a Huajuapam, ca. 2.3 km después de Santa María Natividad, 17°31'56" N, 98°01'7" W, 18881 m s. n. m., A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. Ceja, A. Mendoza R. y G. Carnevali 6871 (UAMIZ ♀); 6872 (UAMIZ ♂); **PUEBLA, Izúcar de Matamoros**, 16 km adelante de Izúcar, rumbo a Acatlán,

18°30'16" N, 98°24'24" W, 1400 m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz 55* (UAMIZ ♂); **Petlalcingo**, 7 km adelante de El Tecomate, carretera Acatlán – Huajuapán, 18°06'07" N, 97°57'05" W, 1440m s. n. m., *N. Martínez-Correa, A. Espejo, A. R. López-Ferrari y J. García-Cruz 64* (UAMIZ ♂).

Figura 37. Distribución geográfica de *Hechtia* sp 2.

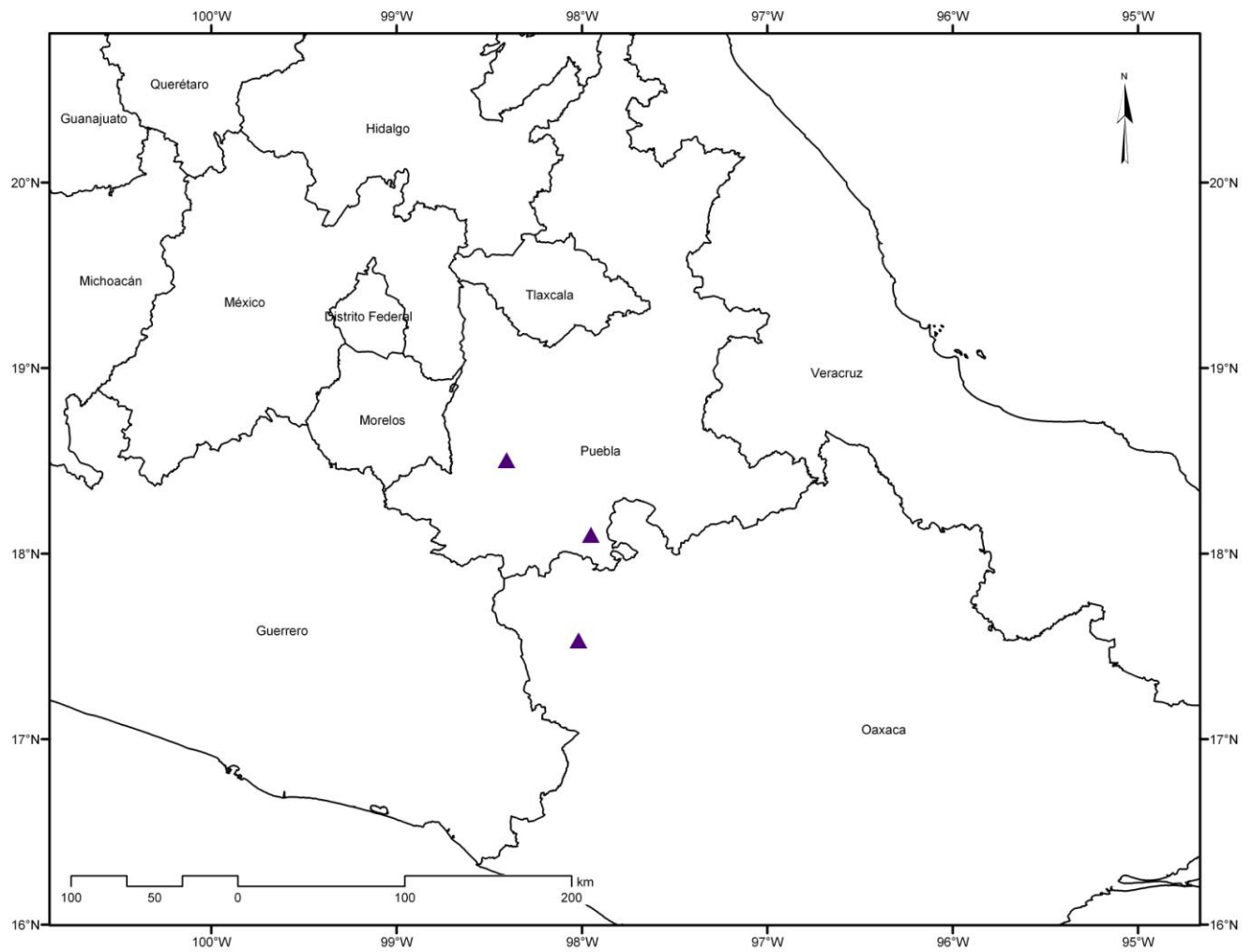
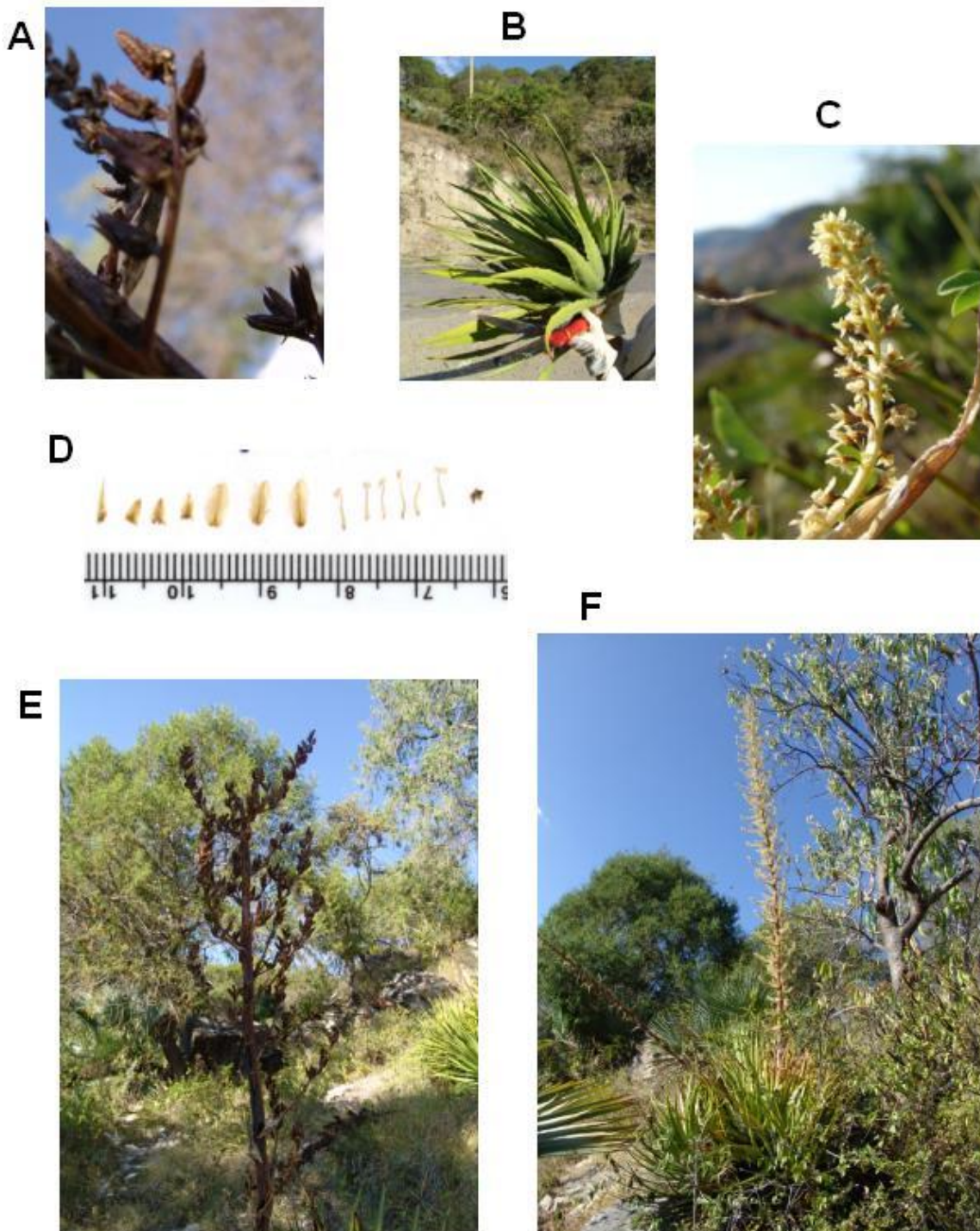


Figura 38. *Hechtia* sp. 2

A. Frutos, B. Roseta, C. Rama primaria masculina, D. Disección de flor masculina, E. Inflorescencia femenina, F. Planta masculina.



LITERATURA CITADA

1. Aguilar, M. M., B. Coutiño B. & D. Salinas R. 1996. Manual General de Técnicas Histológicas y Citoquímicas. Prensas de las Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 130 pp.
2. Angiosperm Phylogeny Group (APG). www.mobot.org
3. Aoyama, E. M. & M. G. Sajo. 2003. Estructura foliar de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgénero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas (Bromeliaceae). Rev. Brasil Bot. 26 (4): 461 – 473.
4. Barfuss, M., M. R. Samuel & W. Till. 2004. Molecular Phylogeny in Subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) Based on Six cpDNA Markers: An Update. J. Brom. Soc. 54(1): 9 – 17.
5. Barfuss, M., R. Samuel, W. Till & T. F. Stuessy. 2005. Phylogenetic relationship in Subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. Amer. J. Bot. 92 (2): 337 – 351.
6. Benzing, D. H. 1976. Bromeliad Trichomes: Structure, Function and Ecological Significance. Selbyana. 1(4): 330 – 348.
7. Benzing, D. H. 1978. The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection. Amer. J. Bot. 65 (3): 359 – 365.
8. Benzing, D. H. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press. United Kingdom. 690 pp.

9. Benzing, D. H., T. J. Givnish & D. Bermudes. 1985. Absorptive Trichomes in *Brocchinia reducta* (Bromeliaceae) and Their Evolutionary and Systematic Significance. *Syst. Bot.* 10(1): 81 – 91.
10. Berlyn, G. P. & J. P. Miksche. 1976. *Botanical Microtechnique and Cytochemistry*. The Iowa State University Press. 326 pp.
11. Brown G. K. & A. J. Gilmartin. 1984. Stigma Structure and Variation in Bromeliaceae – Neglected Taxonomic Characters. *Brittonia* 36(4): 364 – 374.
12. Burt – Utley, K. & J. F. Utley. 1987. Contributions toward a revision of *Hechtia* (Bromeliaceae). *Brittonia* 39(1): 37 – 43.
13. Burt – Utley, K. & J. F. Utley. 1988. New and Noteworthy species of *Hechtia* (Bromeliaceae) from Guerrero, Mexico. *Syst. Bot.* 13(2): 276 – 282.
14. Burt – Utley, K. & J. F. Utley. 1990. Notes on the Genus *Hechtia*. *J. Bromel. Soc.* 40(3): 112 – 117.
15. Burt – Utley, K. & J. F. Utley. 1993. Two new species of *Hechtia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) from western Mexico. *Brittonia*. 45(3): 219 – 225.
16. Chevalier, Ch. 1962. *Hechtia podantha* Mez. *The Bromeliad Society Bull.* Vol. XII No. 4.
17. Crayn, D. M., R. G. Terry, J. A. C. Smith & K. Winter. 2000. Molecular systematic investigations in Pitcairnioideae (Bromeliaceae) as a basis for understanding the evolution of crassulacean acid metabolism (CAM). En: Wilson, C. L. & D. A. Morrison (Eds.). *Monocots. Systematics and Evolution*. CSIRO. pp 569 – 579.

18. Crayn, D. M., K. Winter & J. A. C. Smith. 2004. Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habit in Neotropical family Bromeliaceae. *Plant Biol.* 101 (10): 3703 – 3708.
19. Crisci, V. J. & M. F. López Armengol. 1983. *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica*. OEA. 132 pp.
20. Dahlgren, R. M., T. Clifford & P. F. Yeo. 1985. *The Families of the Monocotyledons*. Springer Verlag. Berlin. 520 pp.
21. De Sousa, G. M., M. E. Maranhao E. & M. G. Lapa W. 2005. Anatomia foliar de espécies brasileiras de *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, Bromelioideae – Bromeliaceae. *Rev. Brasil Bot.* 28 (3): 603 – 6013.
22. Espejo, A. & A. R. López – Ferrari. 1994. *Las Monocotiledóneas Mexicanas una Sinopsis Florística 1. Lista de Referencia PARTE III. Bromeliaceae, Burmanniaceae, Calochortaceae y Cannaceae*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 73 pp.
23. Espejo, A. & A. R. López – Ferrari. 1998. Current floristic and phytogeographic knowledge of Mexican Bromeliaceae. *Rev. Biol. Tropical* 46(3): 1 – 21.
24. Espejo – Serna, A., A. R. López–Ferrari, I. Ramírez – Morillo, B. K. Holst, H. E. Luther & W. Till. 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with Notes on Species Distribution and Levels of Endemism. *Selbyana* 25(1): 33 – 86.
25. Espejo – Serna, A., López – Ferrari, A. R. & Ramírez – Morillo, I. 2005. Bromeliaceae. *Flora de Veracruz Fasc. 136*. Instituto de Ecología, A. C. University of California Riverside, CA. 307 pp.

26. Espejo - Serna, A., A. R. López - Ferrari, I. Ramírez - Morillo & N. Martínez - Correa. 2007a. Dos nuevas especies de *Hechtia* (Bromeliaceae) México. Act. Bot. Mex. 78: 97-109.
27. Espejo - Serna, A., A. R. López - Ferrari, N. Martínez - Correa & V. A. Pulido-Esparza. 2007b. Bromeliad flora of Oaxaca, Mexico: richness and distribution. Acta Bot. Mex. 81: 71 – 147.
28. Espejo – Serna, A., A. R. López – Ferrari & I. Ramírez – Morillo. 2008. Dos nuevas especies de *Hechtia* (Bromeliaceae; Pitcairnioideae) del centro de México. Acta Bot. Mex. 83: 49 – 61.
29. ESRI. 2002. Arc Map Ver. 8.3.
30. Flores, M. E. 1975. Algunos aspectos de anatomía foliar comparada de dos especies de Bromeliaceae (*Aechmea mexicana* Baker y *Hechtia glomerata* Zucc.). Rev. Biol.Trop. 23(1): 29 – 52.
31. Forman, L. & D. Bridson. 1989. The Herbarium Handbook. Royal Botanic Gardens Kew. 241 pp.
32. Gaviño, de la T. G., C. Juárez López & H. H. Figueroa Tapia. 1997. Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. 2a Ed. Limusa. México. 308 pp.
33. Gelli de Faria, A. P., T. Wendt & G. K. Brown. 2004. Cladistic Relationships of *Aechmea* (Bromeliaceae, Bromelioideae) and Allied Genera. Ann. Missouri Bot. Gard. 91: 303 – 319.
34. Gilmartin, A. J. & G. K. Brown. 1986. Cladistic Test ok Hypotheses Concerning Evolution of Xerophytes and Mesophytes within *Tillandsia* subg. *Phytarrhiza* (Bromeliaceae). Amer. J. Bot. 73(3): 387 – 397.

35. Gilmartin A. J. & G. K. Brown. 1987. Bromeliales, Related Monocots, and Resolution of Relationships among Bromeliaceae Subfamilies. *Syst. Bot.* 12(4): 493 – 500.
36. Givnish, T. J., K. C. Millam, T. M. Evans, J. C. Hall, J. C. Pires, P. E. Berry & K. J. Sytsma. 2004. Ancient Vicariance or Recent Long - Distance Dispersal? Inferences about Phylogeny and South American – African Disjunctions in Rapataceae and Bromeliaceae based on *ndhF* Sequence Data. *Intr. J. Plant Sci.* 165(4):S35-S54.
37. Heine, U. 1979. The Preparation and Observation in *Tillandsia* Trichomes using the Scanning Electron Microscope. *J. Brom. Soc.* 29 (2): 59 – 67.
38. Hernández, S. M. 1990. Manual de Laboratorio. Citología y Citogenética. Ed. Trillas. México. 105 pp.
39. Hintze, J. 2001. NCSS 2001 and PASS Trial.
40. Holmgren, P. K., N. H. Holmgren & L. C. Barnett (eds.). 1990. Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World. International association for Plant Taxonomy. 693 pp.
41. Horres R., G. Zizka, G. Kahl & K. Weising. 2000. Molecular Phylogenetics of Bromeliaceae: Evidence from *trnL* (UAA) Intron Sequences of the Chloroplast Genome. *Plant Biol.* 2: 306 – 315.
42. Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. Mc Graw – Hill Book Company. 326 pp.
43. Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg & P. F. Stevens. 1999. Plant Systematics. A Phylogenetic Approach. Sinauer Associates, Inc. 464 pp.

44. Lenz, L. W. 1995. A New Species of *Hechtia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) from The Cape Region, Baja California Sur, Mexico. *Aliso* 14(1): 59 – 61.
45. Lot, A. & F. Chiang (eds.). 1986. Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. 142 pp.
46. López – Ferrari, A. R., A. Espejo – Serna & N. Martínez – Correa. Sometido. *Hechtia caulescens* (Bromeliaceae), a New Species from Central México. *Novon*.
47. Luther, H. E. 2006. An alphabetical list of Bromeliads Binomials. The Bromeliad Society International. Tenth edition. 119 pp.
48. McGarigal, K., S. Cushman & S. Stafford. 2000. Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research. Springer – Verlag New York. 283 pp.
49. Mc Vaugh, R. 1989. In: Anderson, W. R. Flora Novo – Galiciana. Volume 15 Bromeliaceae to Dioscoreaceae. The University of Michigan Herbarium Ann Arbor. 398 pp.
50. Medina, E. 1974. Dark CO₂ Fixation, Habitat Preference and Evolution within the Bromeliaceae. *Evolution* 28 (4): 677 – 686.
51. Mez, C. 1896. Bromeliaceae. In: C. D. C. Monogr. Phan. 9: 549 – 550.
52. Mez, C. 1901. Bromeliaceae et Lauraceae novae vel adhuc non satis cognitae. *Bot. Jahrb. Syst.* 30(67):1 - 20
53. Metsger, D. A. & S. C. Byers. 1999. Managing the modern herbarium. A inter – disciplinary approach. Society of the Preservation of Natural History Collections and The Royal Ontario Museum, Center for Biodiversity and Conservation Biology. 348 pp.

54. Mondragón, D. & F. Barredo. 1999. Trichomes – an underutilized taxonomic tool. *J. Brom. Soc.* 49 (2): 69 – 71.
55. Palací, C. A., G. K. Brown & D. E. Tuthill. 2004. Vegetative Morphology and Leaf Anatomy of *Catopsis* (Tillandsioideae: Bromeliaceae). *Selbyana* 25 (1): 138 – 150.
56. Porembski, S. & W. Barthlott. 1999. *Pitcairnia feliciana*: the only indigenous African Bromeliad. *Harvard Papers Bot.* 4(1): 175 – 184.
57. Proença, S. L. & M. G. Sajo. 2004. Estructura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de Sao Paulo, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18 (2): 319 – 331.
58. Pulido – Esparza, V. A., A. R. López - Ferrari & A. Espejo – Serna. 2004. Flora Bromeliológica del Estado de Guerrero, México: Riqueza y Distribución. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 75(1): 55- 104.
59. Ramírez – Morillo, I., F. Chi – May, G. Carnevali, F. May – Pat & G. Chuc – Puc. 2000. Portraits of Bromeliaceae from the Mexican Yucatan Peninsula – I: *Hechtia schottii* Baker ex Hemsley. *J. Bromel. Soc.* 50(1): 20 – 24.
60. Ramírez – Morillo, I., G. Carnevali Fernández – Concha & F. Chi - May. 2004. Guía ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. 124 pp.
61. Ranker, T. A., D. E. Soltis, P. M. Soltis & A. J. Gilmartin. 1990. Subfamilial Phylogenetic Relationships of the Bromeliaceae: Evidence from Chloroplast DNA Restriction Site Variation. *Syst. Bot.* 15(3): 425 – 434.
62. Robinson, B. L. 1904 V. New spermatophytes of Mexico and Central America. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.* 31(6) (Contr. Gray Herb. n. s. 27): 265 – 271.

63. Robinson, H. 1969. A monograph on foliar anatomy of the genera *Connellia*, *Cottendorfia* and *Navia* (Bromeliaceae). Smithsonian Contrib. Bot. 2: 1 – 41.
64. Robinson, H. & D. C. Taylor. 1999. The Status of the Pitcairnioideae Genera of the Bromeliaceae. Harvard Papers Bot. 4(1): 195 – 202.
65. Rohlf, F. J. 1998. NTSYSpc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2. User Guide. University of New York, Stony Brook, New York, U.S.A
66. Rzedowski, J. 1978. Tipos de Vegetación de México. Limusa. México. 431 pp.
67. Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica de México. Acta Bot. Mex. 14: 3 – 21.
68. Rzedowski, J. 1991b. El Endemismo en la Flora Fanerogámica Mexicana: una Apreciación Analítica Preliminar. Acta. Bot. Mex. 15: 47 – 64.
69. Sass, J. E. 1958. Botanical Microtechnique. 3a Ed. The Iowa State University Press. 227 pp.
70. Smith, L. B. 1934. Geographical evidence on the lines of evolution in the Bromeliaceae. Bot. Jahrb. 66: 446 – 468.
71. Smith, L. B. 1937. Studies in the Bromeliaceae VIII. Contr. Gray Herb. 117:3 – 33
72. Smith, L. B. & R. J. Downs. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Flora Neotropica Monograph. 14(1):1 - 658. Hafner Press New York.
73. Sokal, R. 1986. Phenetic taxonomy: Theory and Methods.. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17: 423 – 442.
74. SPSS, Inc. 1999. Sigma Scan Pro.

- 75.** Terry R. G. & G. K. Brown. 1997. Phylogenetic Relationships in Subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) Using *ndhF* Sequences. *Syst. Bot.* 22(2): 333 – 345.
- 76.** Terry, R. G., G. K. Brown & R. G. Olmstead. 1997. Examination of Subfamilies Phylogeny in Bromeliaceae Using Comparative Sequencing of the Plastid Locus *ndhF*. *Amer. J. Bot.* 84(5): 664 – 670.
- 77.** Utley, J. F. & K. Burt – Utley. 1994. Bromeliaceae. En: Davidse, G., Sousa, S. Y O. Chater (eds.) *Flora Mesoamericana*. Vol. 6 Alismataceae a Cyperaceae. UNAM. Missouri Botanical Garden. The Natural History Museum (London). 89 – 256 p.
- 78.** Varadarajan, G. S. 1987. Explorations for Pitcairnioideae in South America. *Bot. J. Bromeliad Soc.* 37(1): 16 – 24.
- 79.** Varadarajan, G. S. & A. J. Gilmartin. 1987. Foliar scales of the Subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Syst. Bot.* 12(4): 562 – 571.
- 80.** Varadarajan, G. S. & A. J. Gilmartin. 1988a. Phylogenetic Relationships of Groups of Genera within the Subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Syst. Bot.* 13(2): 283 – 293.
- 81.** Varadarajan, G. S. & A. J. Gilmartin. 1988b. Taxonomic Religments within the Subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Syst. Bot.* 13(2): 294 – 299.
- 82.** Varadarajan, G. S. & A. J. Gilmartin. 1988c. Seed Morphology of the Subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae) and its Systematic Implications. *Amer. J. Bot.* 75(6): 808 – 818.

- 83.** Victoria, H. A. 2001. Bromeliaceae. En: Rzedowski, G. C., J. Rzedowski & cols. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2a Ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1179 – 1187.
- 84.** Villaseñor J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. INTERCIENCIA. 28(3): 160 –167.
- 85.** Villaseñor, J. L. 2004. Los Géneros de Plantas Vasculares de la Flora de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 75: 105 – 135.
- 86.** Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice Hall. 718 pp.

APÉNDICE 1. Lista de números de colecta considerados en la matriz de datos morfológicos.

Especie	Colector	Número de colecta	Etiqueta del análisis	Herbario
<i>Hechtia bracteata</i>	N. Martínez Correa	16	62	UAMIZ
<i>Hechtia bracteata</i>	N. Martínez Correa	22	68	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	A. Valiente Alvarez Mon.	1122 s.n.	43 44	MEXU MEXU
<i>Hechtia confusa</i>	A. R. López- Ferrari	1817	45	CICY, UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	A. R. López- Ferrari	1818	46	CICY, MEXU, UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	J. Ceja	1650	47	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	11	48	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	12	49	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	13	50	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	14	51	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	15	52	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	29	53	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	89	54	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	90	55	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	91	56	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	92	57	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	94	58	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	95	59	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	Silvia Pedraza	s.n.	60	MEXU

<i>Hechtia perotensis</i>	N. Martínez Correa	99	66	UAMIZ
<i>Hechtia perotensis</i>	N. Martínez Correa	100	67	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6889	4	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6890	5	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6894	33	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6895	34	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6897	35	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. R. López- Ferrari	2245	1	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. R. López- Ferrari	3249	36	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. R. López- Ferrari	3250	37	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. R. López- Ferrari	3252	38	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. R. López- Ferrari	3253	39	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	E. Guízar	5291	6	CHAP, MEXU
<i>Hechtia podanta</i>	E. Pérez	3867	40	IEB, UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	I. García G.	2030	7	CHAPA, ENCEB, IEB, MEXU, XAL
<i>Hechtia podanta</i>	J. Rzedowski	1251	3	ENCB, MICH
<i>Hechtia podanta</i>	J. Rzedowski	16727 (Fem)	16	ENCB
<i>Hechtia podanta</i>	J. Rzedowski	16727 (Masc)	17	MICH
<i>Hechtia podanta</i>	J. Rzedowski	30711	18	ENCB, MEXU, MICH
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	101	8	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	102	9	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	104	10	UAMIZ

<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	106	11	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	107	12	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	110	13	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	111	14	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	112	15	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	R. Mc Vaugh	18308	2	MICH
<i>Hechtia podanta</i>	S. Zamudio	3658	42	IEB
<i>Hechtia podanta</i>	S. Zamudio	7393	43	CICY, UAMIZ
<i>Hechtia tehuacana</i>	J. A. Zavala	81	61	ENCB, XAL, UC
<i>Hechtia tehuacana</i>	N. Martínez Correa	24	63	UAMIZ
<i>Hechtia tehuacana</i>	N. Martínez Correa	31A	64	UAMIZ
<i>Hechtia tehuacana</i>	N. Martínez Correa	87	65	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	A. Bonfil	1008	19	MEXU
<i>Hechtia sp. 1</i>	A. Espejo	6888	20	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	A. Espejo	6888BIS	21	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	C. G. Pringle	9200	22	VT
<i>Hechtia sp. 1</i>	I. Ramírez	920	23	CICY
<i>Hechtia sp. 1</i>	J. Ceja	1062	24	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	M. Ortiz	88	25	FCME
<i>Hechtia sp. 1</i>	N. Martínez Correa	37	26	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	N. Martínez Correa	38	27	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	N. Martínez Correa	39	28	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 2</i>	A. Espejo	6871	29	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 2</i>	A. Espejo	6872	30	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 2</i>	N. Martínez Correa	55	31	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 2</i>	N. Martínez Correa	64	32	UAMIZ

APÉNDICE 2. Matriz de datos con caracteres morfológicos.

	1	2	3	4	5	6	7
LV	5.278981391	3.26	5.296947456	5.037746261	3.795141214	8.855083286	5.641568467
AV	3.943799475	4.57	4.503096042	3.760406517	3.414582307	4.2	4.548564199
LL	32.51021615	28.2	38.92232926	35.4670352	30.48769542	43.76523028	20.42712633
ALB	2.646050886	3	2.80053047	2.380944418	2.008858224	2.40208243	2.715525036
ALM	0.793255141	1.26	0.759519457	0.834919395	0.767288217	1.1	1.027169819
LE	0.535372908	0.338	0.394972016	0.572827756	0.535497093	0.554496978	0.51275008
LI		43.9	79.61339905	72.27853457	58.2964982	57.76346385	107.8738056
LEC	26.41181963	18.3	13.5	39.17090515	68.18739146		33.44625815
DEC	0.97532046	1.15	0.761987533	1.113107103	0.846115973	0.827692943	1.125
LBP	3.714683623	4.598	3.806337976	4.36356583	2.806447086	4.018964868	3.1899395
LRP	6.303738942	4.254	5.417461507	5.544098608	4.052843502	4.471558896	3.102087647
LFL	0.581999821	0.42	0.647311346	0.409356575	0.368563055	0.454048222	0.337731402
P	0.17488617	0.21620426	0.241369604	0.167054739	0.184025154	0.25074507	
FBF	0	0	0	0	0	0	0
LBF	0.200519922	0.270774741	0.1158	0.11029656	0.229696573	0.31018051	0.263221864
ABFB	0.094507372	0.035864899	0.034451363	0.019819288	0.05523159	0.036016949	0.053092949
ABFM	0.041964006	0.019104146	0.029573536	0.010504202	0.014792997	0.027542373	0.033898229
MBF	0	0	0	0	0	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	0
FS	1	1	1	1	0	0	1
LS	0.21555274	0.242976481	0.191059792	0.269204939	0.238106627	0.299301899	0.33016755
ASB	0.121756021	0.118125033	0.114198217	0.130201934	0.165410574	0.142018484	0.104221473
ASM	0.114677424	0.104589923	0.090875497	0.10513547	0.067008797	0.118828716	0.100661786
FP	1	1	0	1	0	2	2
LP	0.3653672	0.381482225	0.323297614	0.31037004	0.378858005	0.458855327	0.318501327
APB	0.14823661	0.149319757	0.166346657	0.16339366	0.233647179	0.194060315	0.127324942
APM	0.219865293	0.211540653	0.140276567	0.136163253	0.140001923	0.229836862	0.142050995
LO			0.471767886	0.384654629	0.493589782		
AO			0.128432331	0.151275093	0.177873096		
LFR			0.773				
DFR			0.48				
LSE			0.37				
LFIL	0.277757222	0.337096325				0.393192455	0.099325052
LA	0.096211218	0.07562018				0.156220372	0.129567459

	8	9	10	11	12	13	14
LV	5.186255217	6.006288955	5.629065408	6.457115593	4.432288584	4.594671265	5.415267438
AV	4.444271608	4.647057263	4.445177258	4.285959192	3.331783878	3.682351973	4.592376218
LL	27.07538944	26.99634512	26.72552363	25.94906121	30.9527831	47.38214421	40.18834351
ALB	2.557261149	2.177016878	2.548329849	2.323569615	2.353286078	2.552547168	2.5533383
ALM	0.832420608	0.947963091	0.804705177	0.965463149	1.062170449	0.924205474	0.908008974
LE	0.372125125	0.564851063	0.604977716	0.490251858	0.4676075	0.498003739	0.646842407
LI	91.61747877	72.24792564	61.38990554	113.9401029	126.9307659	109.8337056	69.86241089
LEC	27.44220678	48.81989685	56.1937519	34.84399377	18.89033274	23.14214296	34.39289999
DEC	1.512823799	1.213318247	1.063427123	1.178571429	1.886369535	1.252921115	1.534251529
LBP	4.464387592	4.208013538	4.259352969	4.288579366	4.788768859	6.032340131	4.831895999
LRP	4.593461555	4.321386176	3.746304884	5.555232757	5.442726727	9.021040195	4.464768805
LFL	0.422613578	0.684715396		0.471843952	0.709596996		0.459066223
P	0.214217817	0.352530655	0.333618524	0.247520365	0.26904991	0.352530655	0.236615916
FBF	0	0	0	0	0	0	0
LBF	0.293643736	0.533734381	0.25625	0.146004583	0.28	0.533734381	0.204251447
ABFB	0.03130202	0.028304658	0.07375	0.093423397	0.1	0.028304658	0.033596716
ABFM	0.028458126	0.017008983	0.04	0.039058638	0.04	0.017008983	0.021652775
MBF	0	0	0	0	0	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	0
FS	1	0	1	1	1	0	0
LS	0.219028544	0.321546236	0.256666667	0.239845586	0.245	0.321546236	0.282900228
ASB	0.125650931	0.126516527	0.161666667	0.145073063	0.14	0.126516527	0.153543617
ASM	0.112152656	0.086869993	0.09	0.11435043	0.075	0.086869993	0.09402376
FP	2	0	0	2	0	0	1
LP	0.344728855	0.479025214	0.3675	0.377274542	0.336666667	0.479025214	0.461513948
APB	0.230335528	0.269903644	0.218333333	0.244323942	0.18	0.269903644	0.252831798
APM	0.224973529	0.123795666	0.104166667	0.26573139	0.116666667	0.123795666	0.235587177
LO		0.633319137				0.67	
AO		0.24083921				0.26	
LFR			0.97727954			0.952604451	
DFR			0.554139105			0.49252234	
LSE			0.402			0.368333333	
LFIL	0.27153752			0.292065151			0.42807798
LA	0.100274909			0.100396715			0.112441687

	15	16	17	18	19	20	21
LV	5.588364077	4.933597644	4.297898025	4.443341026	2.540092123	2.676666667	2.676666667
AV	4.642092548	4.804104848	4.888600085	5.479955041	2.035791212	4.173333333	4.173333333
LL	36.81356245	28.71309667	29.15305255	27.14406246	10.36287712	18.73333333	18.73333333
ALB	2.891445107	2.412726846	3.806855105	2.752224915	0.923199415	2.293333333	2.293333333
ALM	0.858486859	0.800330282	1.026538872	0.850947288	0.278921356	0.653333333	0.653333333
LE	0.638107746	0.355995564	0.352329565	0.458388359	0.133547172	0.199	0.199
LI	57.04321141		49.1410709	49.87152888	47.42189936	74.5	49
LEC	57.97509664		20.06367314	44.02720626	23.30045335	29.4	
DEC	0.887445608	1.447817103	0.751440012	0.806225775	0.463175183	0.86	0.65
LBP	4.261395805	3.18019089	3.554308164	3.144049333	2.402717528	5.072	2.272
LRP	3.933714272	4.985958243	3.001356042	3.999357535	3.557905057	4.822	3.842
LFL	0.420272301	0.477447794	0.432785635	0.545957932	0.435587683		0.324
P	0.425948544	0.706085278	0.271429166	0.476364677	0.229470824	0.443	0.22
FBF	0	0	0	0	0	0	0
LBF	0.11562024	0.18	0.13	0.2	0.26	0.235	0.22
ABFB	0.034373392	0.03	0.06	0.06	0.07	0.085	0.05
ABFM	0.01715374	0.015	0.02	0.04	0.045	0.04	0.03
MBF	0	0	0	0	0	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	1
FS	0	1	1	1	1	1	1
LS	0.227813935	0.40529209	0.246666667	0.29	0.216666667	0.243333333	0.190167935
ASB	0.157470578	0.160981177	0.13	0.123333333	0.173333333	0.123333333	0.168872299
ASM	0.075187732	0.127826821	0.111666667	0.291666667	0.116666667	0.07	0.136703539
FP	1	0	2	0	2	0	2
LP	0.332369321	0.377222337	0.396666667	0.44	0.416666667	0.356666667	0.338412423
APB	0.216108873	0.217877014	0.173333333	0.2	0.243333333	0.156666667	0.188425099
APM	0.155527375	0.13620021	0.223333333	0.098333333	0.22	0.08	0.231664352
LO	0.497567646	0.539168488		0.502378807			
AO	0.173178943	0.198747115		0.21488924			
LFR	0.94496276	0.936858047		0.896		1.052	
DFR	0.4221535	0.650746182		0.464		0.326	
LSE	0.68355813					0.246666667	
LFIL			0.226666667		0.339166667		0.322747415
LA			0.161666667		0.1		0.091022461

	22	23	24	25	26	27	28
LV			3.750764997		4.312616238	4.027793116	4.018128928
AV			3.391622556		5.010595958	4.253338476	6.459977006
LL	33.9	31.15	23.49843404	31.40764615	34.07120897	33.72346546	23.84631062
ALB	3.55	2.045	2.543902308	3.553849854	2.831801565	2.700289761	3.701708836
ALM	1.06	0.875	0.706856818	0.877058019	0.882827414	1.08484986	0.957484839
LE	0.3025	0.47375	0.44262028	0.15137466	0.331090401	0.608719571	0.359543578
LI	43	110	49.25593565	64.55471369	35.04527645	61.23224205	46.28257498
LEC	30	67.5		12.28543739	28.32866589	43.62626922	29.73384015
DEC	0.84	0.94	0.490237835	1.491814175	0.453188365	1.006951202	0.801560977
LBP	2.86	3.66	2.363995956	5.956673311	2.597646158	4.049154606	2.161821383
LRP	3.786	5.394	5.466744434	3.103863942	3.086895527	5.571624762	2.231520481
LFL	0.383	0.386	0.474384257	0.343734453	0.371416352	0.588537697	0.687844018
P	0.193178286	0.152667959	0.193269383	0.155043189	0.248487555	0.26691699	0.232211405
FBF	0	0	0	0	1	0	0
LBF	0.17	0.2	0.287198532	0.355133518	0.234286392	0.196222839	0.240975002
ABFB	0.06	0.07	0.067431485	0.078290934	0.073824249	0.070543328	0.124225999
ABFM	0.04	0.03	0.034489027	0.060066358	0.061962526	0.03523952	0.042735043
MBF	0	0	0	1	1	0	0
IBF	0	1	0	0	0	0	1
FS	0	0	1	1	1	1	0
LS	0.276526023	0.285188774	0.257960909	0.236062192	0.229614332	0.269799765	0.170940171
ASB	0.137529956	0.155516486	0.167907163	0.171040112	0.146289108	0.151807288	0.184554042
ASM	0.109767655	0.095245392	0.124901311	0.135219795	0.118288043	0.095377618	0.089845282
FP	2	1	2	2	2	0	1
LP	0.417466942	0.326084725	0.41908349	0.361006649	0.376706857	0.444921633	0.346039378
APB	0.178915332	0.135696182	0.19758599	0.16152801	0.202615748	0.192196229	0.190467053
APM	0.222930705	0.11737065	0.222023565	0.214424502	0.235512425	0.146731637	0.161380106
LO		0.403725138				0.692372902	0.572713353
AO		0.191982695				0.223929236	0.247863248
LFR		0.9875					
DFR		0.4625					
LSE		0.55					
LFIL	0.422048557		0.374457325	0.334833472	0.348260198		
LA	0.093315174		0.140403596	0.174762809	0.093058614		

	29	30	31	32	33	34	35
LV	7.58	7.58	7.573035399	5.087600532	2.912604089	3.415130033	3.880065108
AV	11.398	11.398	9.777569279	8.886202571	2.536978067	2.827925462	3.030338532
LL	47.04	47.04	55.5021637	33.3480053	19.29316121	35.33856467	35.30696964
ALB	6.328	6.328	5.255700095	5.749504395	1.693792524	1.871810891	1.954771754
ALM	3.122	3.122	2.640956084	1.884919868	0.670626832	0.511239071	0.651682089
LE	0.4332	0.4332	0.554926968	0.911632936	0.317042701	0.40352684	0.649635506
LI		100	146.4507699	128.3011545	23.53840509	87.13221806	78.1517787
LEC			40.11967853	18.83957089	35.25249071	33.47233898	32.57949365
DEC	1.8	1.95	2.013525059	3.600961785	0.732113708	1.159364649	0.884773663
LBP	5.766	8.282	7.42517027	9.090648318	2.422516655	3.444602071	2.981687348
LRP	17.5	9.852	12.01281176	11.06958938	2.60076643	5.471667702	3.669699949
LFL		0.59	0.457730121	0.487368681	0.41894201		
P	0.5	0.308	0.217192917	0.28914228	0.192573066	0.467785871	0.469152373
FBF	0	0	0	0	0	0	0
LBF	0.48	0.49	0.579443207	0.28	0.298180796	0.215	0.313333333
ABFB	0.17	0.09	0.098075378	0.12	0.059222231	0.1	0.083333333
ABFM	0.13	0.045	0.069799467	0.06	0.031925624	0.06	0.04
MBF	0	0	0	0	0	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	0
FS	1	0	1	1	0	1	1
LS	0.253333333	0.381666667	0.320373727	0.306666667	0.264032623	0.19	0.195555556
ASB	0.153333333	0.211666667	0.171282705	0.216666667	0.190876111	0.101666667	0.123888889
ASM	0.083333333	0.123333333	0.126064118	0.196666667	0.084062606	0.055	0.071111111
FP	0	2	2	2	1	0	0
LP	0.486666667	0.623333333	0.586777068	0.503333333	0.385052444	0.28	0.295555556
APB	0.213333333	0.263333333	0.157410456	0.26	0.259800621	0.153333333	0.173333333
APM	0.12	0.263333333	0.266799906	0.263333333	0.16881589	0.068333333	0.087777778
LO					0.55552974		
AO					0.191994714		
LFR	1.516					1.046417582	1.261455415
DFR	0.532					0.484150074	0.567274338
LSE	0.541666667					0.459	0.500888889
LFIL		0.465	0.45323917	0.4055			
LA		0.116666667	0.123642909	0.2			

	36	37	38	39	40	41	42
LV	4.906666667	5.07	3	3.145	4.646770984		
AV	3.19	3.65	2.345	3.93	4.627879335		
LL	51.3	52	37.1	39.25	34.0253609	35.25	34.10810482
ALB	2.583333333	2.7	1.785	1.95	3.185710684		3.00406229
ALM	1.166666667	1.3	0.825	0.7525	0.924350299	0.61	1.156416545
LE	0.352	0.326	0.423333333	0.408333333	0.607672922	0.429	0.408065595
LI	116.5	58.7	63	65	59.35845685	49	40.54836742
LEC		30		25.4			20.27709958
DEC	0.99	0.76	0.46	0.68	0.82752894	0.61	1.566729107
LBP	4.49	2.1	2.662	3.245	2.995123374	2.21	5.440955563
LRP	6.322	3.85	2.728	3.0625	3.317880132	3.206	6.531863464
LFL	0.496	0.454	0.372	0.428	0.369676856	0.365	0.46255177
P	0.301	0.203	0.261	0.282	0.153476665	0.184705203	0.254827142
FBF	0	0	0	0	0	0	0
LBF	0.2	0.18	0.12	0.2	0.182915345	0.11	0.204277432
ABFB	0.11	0.05	0.045	0.05	0.032204262	0.06	0.027484144
ABFM	0.05	0.02	0.03	0.02	0.012631551	0.02	0.011959523
MBF	0	0	0	0	0	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	0
FS	0	0	1	1	1	1	0
LS	0.3	0.323333333	0.17	0.248333333	0.26102822	0.33824637	0.380344084
ASB	0.14	0.163333333	0.11	0.155	0.126148493	0.118737225	0.093047277
ASM	0.103333333	0.083333333	0.07	0.12	0.109134146	0.11252443	0.097618574
FP	2	0	2	2	1	2	0
LP	0.503333333	0.39	0.351666667	0.506666667	0.365496873	0.385985099	0.325771161
APB	0.293333333	0.23	0.191666667	0.22	0.183208888	0.17001605	0.171731612
APM	0.266666667	0.126666667	0.2	0.245	0.218288075	0.246755798	0.102566025
LO		0.46					0.507826635
AO		0.24					0.212091944
LFR							
DFR							
LSE							
LFIL	0.415		0.286666667	0.38	0.310184779	0.276910501	
LA	0.146666667		0.153333333	0.204	0.099803442	0.132275711	

	43	44	45	46	47	48	49	
LV		3.429414325		3.24	3.82	3.46	4.347444009 3.762190052	
AV		4.004839074	3.023333333		4.335	3.875	3.254916202 3.753237402	
LL	26.82224841	14.49073267	16.96666667		25.6	14.75	24.07238723 9.727965246	
ALB	1.549113132	1.359207621	1.623333333		2.725	1.655	1.791625163 1.247719167	
ALM	0.465016254	0.365086329	0.673333333		0.66	0.49	0.423482782 0.424545517	
LE	0.500956544	0.318759706	0.318666667	0.353333333		0.3125	0.33448389 0.232438923	
LI			39.3		50.2	36	47.01895226 32.34151292	
LEC			44.6		25.6	45	42.41434234 21.76270649	
DEC	1.168988954	0.545721999	0.63		0.5	0.95	0.650266364 0.569395977	
LBP	3.496134153	2.717195124	1.886		2.448	2.375	2.36131371 2.557741549	
LRP	2.895640787	3.308156149	1.252		3.84	1.78	1.835168365 1.283087701	
LFL	0.510072692	0.499019672			0.408			0.469467994
P	0	0	0		0	0	0	
FBF	1	1	1		1	1	1	
LBF	0.53	0.51	0.46	0.571140285		0.46	0.593597938 0.445957083	
ABFB	0.45	0.35	0.36	0.316602105		0.4	0.38169659 0.436467521	
ABFM	0.45	0.39	0.25	0.603319873		0.3	0.42915879 0.352784739	
MBF	1	1	1		1	1	1	
IBF	1	1	1		1	1	1	
FS	1	1	1		1	1	1	
LS	0.462077003	0.3475	0.48	0.287000727		0.27	0.3671024 0.42406907	
ASB	0.450303209	0.225	0.266666667	0.284975032		0.32	0.285729252 0.239628131	
ASM	0.329176911	0.2325	0.216666667	0.202818684		0.2	0.248582873 0.259065312	
FP	2	2	0		2	0	1	
LP	0.576722592	0.45	0.513333333	0.412645577		0.43	0.435340549 0.543487859	
APB	0.283317523	0.2225	0.226666667	0.275691058	0.256666667	0.219142592	0.213517824	
APM	0.406165828	0.225	0.14	0.33293248	0.183333333	0.19074	0.372903244	
LO							0.688647322	
AO							0.237288136	
LFR			0.844			0.886	0.988683055	
DFR			0.304			0.752	0.53567028	
LSE			0.22			0.356	0.297	
LFIL	0.440222053	0.2975		0.298347489			0.399466868	
LA	0.166465901	0.1025		0.287019273			0.129962153	

	50	51	52	53	54	55	56
LV	3.827991603	7.19177987	4.494433063	4.557976635	4.866286558	4.024806061	5.133733539
AV	4.17395983	8.997948705	6.020690638	5.494879682	4.893438313	3.132709266	3.665665593
LL	14.43083207	35.23329562	18.37978871	24.55054214	18.88896838	12.21279631	23.10989365
ALB	1.856903953	3.497486462	2.51389323	2.016949505	2.246447168	1.908145083	2.04196339
ALM	0.532182846	0.762247731	0.813787846	0.434366044	0.589460865	0.648486544	0.549429752
LE	0.321764563	0.463788026	0.400474913	0.373340338	0.367124828	0.325437687	0.283362724
LI	63.26748696	48.67453501	54.25158313	63.96302002	19.05549032	21.03537549	30.07102207
LEC	14.75259663	73.53422437	66.00486704	51.85351223	34.81923439	24.99238545	48.17075326
DEC	0.728339559	0.841592535	0.778561236	0.695070267	0.415444329	0.626158384	0.463575069
LBP	3.798182451	2.690244009	2.609584413	2.365731677	2.768150559	2.257550061	3.466474978
LRP	3.478080662	1.751452672	1.425394619	1.524206349	1.135735783	1.812344422	2.515457921
LFL	0.594584741	0.661043205	0.952539343	0.890872868	0.4025	0.474804951	0.544405842
P	0	0	0	0	0	0	0
FBF	1	1	1	1	1	1	1
LBF	0.566300461	0.797848468	0.79317828	0.579921953	0.711309307	0.460676378	0.67
ABFB	0.349916657	0.393686916	0.381753592		0.385942289	0.229155949	0.37
ABFM	0.357369889	0.435655796	0.483487776		0.324809625	0.261217333	0.26
MBF	1	1	1	1	1	1	1
IBF	1	1	1	1	1	1	1
FS	1	1	1	1	1	1	1
LS	0.312689838	0.51134298	0.448109911	0.45179881	0.410962756	0.318257289	0.39
ASB	0.194596266	0.249486351	0.306806552	0.210092683	0.236831322	0.243411803	0.293333333
ASM	0.206596697	0.252637403	0.3125419	0.300417516	0.232692884	0.254133592	0.233333333
FP	1	0	1	0	2	1	2
LP	0.398266084	0.482305338	0.469498962	0.45565736	0.455522438	0.45189665	0.46
APB	0.250976013	0.255745331	0.238968724	0.166152852	0.154906369	0.290430634	0.333333333
APM	0.273049224	0.228515845	0.242471832	0.167205683	0.208192243	0.286576448	0.28
LO		0.608847618	0.705242768	0.638075987			
AO		0.254618788	0.241727616	0.214283823			
LFR							
DFR							
LSE							
LFIL	0.305609486				0.322034028	0.268771308	0.353333333
LA	0.114960158				0.144316834	0.128586458	0.136666667

	57	58	59	60	61	62	63
LV	2.456605237	3.55	5.973769099	2.274465606	4.4275	7.182129432	5.851138267
AV	1.519084528	4.2	4.751463816	1.310056862	4.385	9.73819294	7.223098293
LL	9.207113888	17.25	27.14236156	21.47625676	25.2	44.47460187	41.62751413
ALB	1.113552302	1.875	2.611553565	0.973159151	3.4725	3.76812928	3.347924093
ALM	0.488376231	0.865	0.575448454	0.365952292	1.15	1.243408873	1.146811019
LE	0.26837507	0.33	0.319846711	0.495792027	0.38875	0.525341076	0.669022396
LI	52.30087468	33	83.29626243	31.94080716		172.2104419	110.3008599
LEC	18.15910857	27	50.58868606	25.79063085	57.3	55.59196805	64.11431319
DEC	1.263122671	0.47	0.818213342	0.580378236	1.1	1.926829268	2.015316889
LBP		2.652	3.098196003	3.576309675		5.601937731	5.55408837
LRP	2.828065616	1.268	1.584307805	2.186047603	5.16	4.419701672	8.011469918
LFL		0.862	0.51994545	0.452743952			0.483384689
P	0	0	0	0	0.353701254	0.247557986	0.14490473
FBF	1	1	1	1	1	1	0
LBF	0.43	0.52	0.69652917	0.51	0.245	0.65	0.218846521
ABFB	0.34	0.36	0.314003603	0.37	0.13	0.42	0.067038264
ABFM	0.2	0.34	0.374327069	0.18	0.12	0.4	0.062874562
MBF	1	1	1	1	1	1	0
IBF	1	1	1	1	0	0	0
FS	1	1	1	1	1	1	1
LS	0.4	0.385	0.45267151	0.333333333	0.26	0.45	0.230617035
ASB	0.34	0.325	0.26479961	0.25	0.19	0.293333333	0.167725192
ASM	0.3	0.195	0.266183168	0.21	0.12	0.14	0.127895379
FP	1	1	1	2	0	0	2
LP	0.37	0.5	0.510572537	0.42	0.365	0.416666667	0.458001189
APB	0.255	0.265	0.345617951	0.24	0.185	0.25	0.15972095
APM	0.18	0.165	0.351666903	0.263333333	0.1	0.163333333	0.2562461
LO		0.66					
AO		0.21					
LFR	0.803699302				0.884	0.795089014	
DFR	0.630305078				0.538	0.445401917	
LSE						0.302	
LFIL			0.328770402	0.288333333			0.395118272
LA			0.225534681	0.108333333			0.071161676

	64	65	66	67	68
LV	4.811040057	5.433972342	5.317860063	5.246450147	6.591214388
AV	5.589412174	5.431293647	8.466943402	8.542644502	6.618390626
LL	36.40013171	42.75214631	29.27435325	30.53976961	37.6821175
ALB	2.617370145	3.193764016	3.384734167	3.661041403	3.102548438
ALM	0.971165719	1.37597419	1.319599705	1.199510216	1.028342768
LE	0.847860654	0.682442427	0.387940026	0.414499939	0.628949541
LI	149.1332115	114.6095549	141.3512732	54.32303471	172.1340514
LEC	27.4633439	81.33402946	51.05025666		65.81111472
DEC	1.804919248	1.317976204	1.87804878		1.578254672
LBP	3.90849712	5.371878962	5.189564844	6.529239393	4.063639611
LRP	6.146765666	5.903193325	4.114706523	4.673495799	4.225192798
LFL	0.409718845	0.441674079		0.445750462	
P	0.171720697	0.180951686	0.51713592	0.258359109	0.436
FBF	0	0	0	0	1
LBF	0.219654103	0.265906121	0.26	0.461354813	0.698563953
ABFB	0.057511503	0.038033241	0.11	0.14341217	0.272143722
ABFM	0.031712474	0.025752227	0.08	0.098940436	0.426243882
MBF	0	0	1	1	1
IBF	0	0	0	0	0
FS	1	1	0	0	1
LS	0.163963921	0.259954969	0.253333333	0.381311359	0.30778559
ASB	0.0920072	0.154393913	0.18	0.221575798	0.237639288
ASM	0.084478109	0.140150236	0.103333333	0.174442378	0.208764842
FP	2	2	0	1	0
LP	0.341809571	0.419421662	0.3425	0.356666667	0.426666667
APB	0.110498699	0.179295102	0.2275	0.233333333	0.253333333
APM	0.175811475	0.248629225	0.13	0.203333333	0.141666667
LO					0.85
AO					0.628
LFR			0.908308208		0.998482523
DFR			0.379616389		0.691696356
LSE			0.34		0.277
LFIL	0.242106294	0.36259099		0.243333333	
LA		0.105933673		0.123333333	

APÉNDICE 3. Lista de números de colecta considerados en la matriz de datos anatómicos y en la matriz de datos anatómicos y morfológicos.

Especie	Colector	Número de colecta	Etiqueta	Colección
<i>Hechtia bracteata</i>	N. Martínez Correa	22	68	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	J. Ceja	1650	47	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	11	48	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	12	49	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	13	50	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	14	51	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	15	52	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	29	53	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	89	54	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	90	55	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	91	56	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	94	58	UAMIZ
<i>Hechtia confusa</i>	N. Martínez Correa	95	59	UAMIZ
<i>Hechtia perotensis</i>	N. Martínez Correa	99	66	UAMIZ
<i>Hechtia perotensis</i>	N. Martínez Correa	100	67	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6889	4	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6890	5	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6894	33	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	A. Espejo	6895	34	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	101	8	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	102	9	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	104	10	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	106	11	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	107	12	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	110	13	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	111	14	UAMIZ
<i>Hechtia podanta</i>	N. Martínez Correa	112	15	UAMIZ
<i>Hechtia tehuacana</i>	N. Martínez Correa	24	63	UAMIZ
<i>Hechtia tehuacana</i>	N. Martínez Correa	31A	64	UAMIZ
<i>Hechtia tehuacana</i>	N. Martínez Correa	87	65	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	A. Espejo	6888	20	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	N. Martínez Correa	37	26	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	N. Martínez Correa	38	27	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 1</i>	N. Martínez Correa	39	28	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 2</i>	N. Martínez Correa	55	31	UAMIZ
<i>Hechtia sp. 2</i>	N. Martínez Correa	64	32	UAMIZ

APÉNDICE 4. Matriz de datos con caracteres anatómicos.

	4	5	8	9	10	11	12
1	18.8	20.16	23.22222222	16.68	21.72	22.2	21.36
2	17.04	15.6	17.85185185	18.44	16.88	17.6	17.92
3	12	6	3	2	0	0	0
4	23.2307692	20.16	23	24.16	23.58333333	26.84	22.8
5	25.8076923	26.12	27.23076923	28.24	30.125	30.84	25.72
6	13	15	14	8	4	8	5
7	32.16	27.96	27.22222222	30.23076923	29.45	30.04	28.56
8	36	12	36	36	64	18	41
9	3840	3720	4950	3840	3600	3930	3990
10	0	0	0	0	0	0	0
11	12.8888889	12.64	11.39285714	13.20833333	12.72727273	11.53846154	11.44
12	1	1	1	1	1	1	1
13	28.0769231	26.96	22.26923077	21.81481481	22.56	25.51851852	21.36
14	11.0769231	10.8	11.88461538	11.88461538	13.52	10.22222222	10.64
15	3	3	3	4	4	4	4
16	2250	2040	3000	2100	1950	3000	1950
17	1	1	0	0	0	1	0
18	1350	1440	1650	1500	1500	750	1860
19	0	0	0	0	0	0	0
20	77.7	82.53333333	66.75	68	65.55555556	69.66666667	83.2
21	4	4	4	3	3	3	4
22	222.105263	176.875	161.875	167.3684211	225.625	202.9545455	228.8636364
23	130.263158	121.6666667	94.58333333	98.88888889	125.625	115.2272727	105.2272727
24	550.789474	285.2083333	354.5833333	462.5	481.6666667	305.4545455	850.6818182
25	114.473684	63.95833333	60.83333333	71.11111111	83.125	95	106.1363636
26	161.470588	94.8	110.625	119.2857143	150.4347826	139	152.5
27	82.0588235	64.8	56.66666667	50.35714286	68.47826087	67.33333333	60.20833333
28	675.294118	270	494.375	381.1538462	672.6086957	258.3333333	855.625
29	64.1176471	25	33.69565217	23.63636364	35.45454545	44.66666667	33.95833333
30	117.5	51.53846154	78.26923077	77.5	92.60869565	78.5	108.5294118
31	57.7083333	44.61538462	43.46153846	43.4375	48.47826087	43.75	51.76470588
32	644.583333	134.8076923	488.0769231	317.0588235	551.5217391	197.5	624.1176471
33	31.875	17.5	21.5	13.33333333		16.11111111	20
34	1	1	1	1	1	1	1
35	2	1	2	2	2	2	1
36	1	1	1	1	1	1	2
37	27.7142857	27.44444444	22.62962963	25.96	28.29032258	28.14814815	27.62962963
38	15.1785714	13.92592593	13.07407407	15	17.41935484	15.2962963	14.59259259
39	3	3	2	2	2	3	2

	13	14	15	20	26	27	28
1	21.24	24.04	21.96	22.2	25.6	22.26692308	23.12
2	17.24	16.96	16.8	15.76	17.08	17.62923077	13.32
3	9	0	14	0	0	0	0
4	24.69230769	25.88	22.2	19.53846154	21.92	23.09931034	25.38461538
5	28.34615385	23.6	26.64	19.80769231	19.70833333	19.39034483	20.69230769
6	12		7	28		18	13
7	31.24	31	28.73076923	32.12	33.88888889	27.29142857	35.28
8	38		24	49		49	25
9	4800	3090	3180	3000	3570	3400	3840
10	0	0	0	1	0	1	0
11	11	17.51724138	10.23333333	13.6	10.96904762	13.11487051	
12	1	1	1	1	1	1	1
13	20.35714286	19.37037037	21.70833333	22	25.83568376	24.18606702	30.8
14	12	9.666666667	10.25	8	13.74666667	14.03130511	13.4
15	4	4	3	1	1	2	1
16	2850	1350	1650	1650	2270	2070	2700
17	1	1	0	1	1	1	1
18	1740	1530	1290	1170	1170	1220	1050
19	0	0	0	0	1	1	1
20	83.14285714	75.41666667		68.66666667	77.2	90.42222222	114
21	4	4	3	4	3	3	3
22	173.3333333	182.4	157.5	180.5	166.9824561	200.1851852	166.7307692
23	102.5	105.4	125	81	85.04636591	101.2993827	102.8846154
24	463.3333333	474.4	247.5	356	205.9360902	473.1111111	347.8846154
25	77.91666667	81	97.5	46.5	37.98621554	65.97222222	40.19230769
26	135	134.2592593	146.6666667	137.1428571	117.9206349	157.502924	130.5882353
27	65.5	65.92592593	100	51.42857143	48.05555556	62.42898914	67.64705882
28	351	542.4074074	256.6666667	480.8333333	256.2222222	546.8763576	456.7647059
29	56	35.18518519	70	33.57142857	27.85714286	46.37468672	27.35294118
30	97.27272727	95		98	77.65567766	91.49286988	60
31	49.09090909	50		37	37.87952788	46.46613191	42.5
32	265.9090909	456.25		477	170.0384615	512.5579323	440.2777778
33	25.625	24		28.33333333	14.16666667	31.2962963	35
34	1	1	1	0	0	0	0
35	2	2	2	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1
37	25.28571429	20.03846154	24.89655172	26.04	29.15182186	22.28528226	30.96875
38	14.82142857	13	13.24137931	11.16	14.58704453	13.47614247	13.21875
39	2	2	2	2	2	2	2

	31	32	33	34	47	48	49
1	23.17241379	23.80769231	23.03846154	27.22727273	22.88	25.03846154	20.8
2	19.89655172	20.61538462	17.84615385	19.63636364	18.72	20.11538462	23.44
3	9	22	9	18	9	9	10
4	19.88461538	21.76923077	23.44	26.51851852	20.07692308	19.625	18.59259259
5	22.26923077	24.61538462	25.56	30.66666667	22.76923077	25.125	25.40740741
6	9	16	18	23	9	8	10
7	27	28.2	29.76923077	28.46153846	30.44	33.04	32.73076923
8	35	48	23	59	56	32	52
9	3420	3330	2850	4230	2700	2670	2670
10	0	0	0	0	0	0	0
11	17	15.51851852	9.84	6.035714286	4.92	6.44	6.88
12	1	1	1	1	1	2	3
13	30.40740741	26.12	18	22.85185185	19.03846154	27.125	26.90909091
14	11.88888889	12.48	10.63333333	14.33333333	12.34615385	18.24	16.68181818
15	4	3	3	2	2	1	1
16	1590	1830	1440	2700	1500	1500	1500
17	0	0	1	0	0	0	0
18	1620	1350	1230	1290	1020	1050	1050
19	0	0	0	0	0	0	0
20	134.4	122	65.09090909	70.83333333	42	48	41.5
21	4	4	4	4	4	4	4
22	225.6521739	186.5909091	154	197.826087	154.1666667	165.2	167.3529412
23	105.4347826	93.63636364	105.6666667	101.5217391	97.5	67.8	92.35294118
24	487.173913	417.5	393.9285714	469.3478261	296.25	212.3214286	250.8823529
25	113.2608696	65.90909091	89	126.9565217	67.70833333	36.51785714	81.76470588
26	164.0625	125.4761905	125.3333333	130.8823529	123.4	97.25	116.4285714
27	72.1875	52.38095238	62.66666667	65	73.6	52	61.25
28	441.25	484.7619048	332.3333333	633.5294118	438.4	358.3333333	239.6428571
29	40.9375	23.94736842	39.33333333	49.11764706	54.6	23.05555556	33.46153846
30	115.3333333	81.25	89	88.4375	98.6	62.29166667	70.9375
31	55.66666667	37.5	50.75	53.125	49.23076923	41.35416667	43.4375
32	412.3333333	326.4583333	290.5	551.875	513.8	302.3076923	152.8125
33	36.15384615	15	26.47058824	27.27272727	34.8	35.76923077	22.5
34	0	0	1	1	0	0	0
35	1	1	2	1	2	2	1
36	1	1	1	1	1	1	3
37	27.26470588	25.07142857	21.37931034	23.48	23.57142857	29.04	29.28
38	16.20588235	17.25	13.17241379	13.64	16.57142857	17.16	17
39	2	2	2	2	2	3	3

	50	51	52	53	54	55	56
1	26.92	19.92	22.88	18.68	26.68	26.73076923	25.42857143
2	22.96	21.44	14.2	19.6	22	19	20.25
3	10	11	6	9	11	13	7
4	24.15384615	18.15384615	18.56	19.84	22.92857143	23.4	19.04166667
5	25.03846154	26.23076923	21.88	24	27.42857143	23.52	21.95833333
6	8	8	14	14	19	7	28
7	33.16	34.73076923	35.48148148	31.22222222	31.36	29.67857143	33.30769231
8	29	34	74	22	58	40	62
9	3960	4140	3840	3810	3660	2640	4350
10	0	0	0	0	0	0	0
11	5.941176471	8.75	7.161931818	8.5	7.875	7.28125	9.772727273
12	2	3	1	2	2	2	2
13	26.17647059	24.36842105	25.20959596	26.22222222	19.5	18.46428571	21.51724138
14	19.47058824	15.84210526	17.77777778	15.72222222	15	13.07142857	12.89655172
15	1	1	2	1	1	1	1
16	2550	2250	2310	2340	2490	1470	2910
17	0	0	0	0	0	0	0
18	1350	1800	1440	1260	1110	1020	1290
19	0	0	0	0	0	0	0
20	41	57.5	43.3	49.14285714	55.83333333	63.84615385	31
21	3	3	4	4	3	3	4
22	155.7291667	168.25	190.1488095	188	139.4444444	121.875	157.5
23	76.14583333	75.75	111.9464286	90.5	97.7777778	86.66666667	78.75
24	270.3125	268.75	381.9047619	329	298.8888889	259.5833333	275
25	32.1875	50.5	93.78571429	99.5	60.55555556	55.625	34.375
26	88.125	132.25	136.5	120.5	118.2352941	85.41666667	100
27	50.83333333	58.5	82.25	67	71.76470588	49.58333333	58.33333333
28	367.34375	274.75	319.375	559	319.7058824	352.9166667	450
29	19.375	33.5	57.125	34.5	45	26.25	21.66666667
30	43.88888889	53.33333333	109.3956044	83	73.18181818	58.75	74
31	40	44.16666667	57.74725275	43	44.09090909	38.125	35
32	218.8888889	180	373.0494505	316	371.8181818	260.8333333	302
33	55	43.33333333	39.01923077	23.75	20	16.66666667	0
34	1	1	0	1	0	0	1
35	2	1	2	1	1	1	1
36	1	3	1	2	2	2	2
37	28.33333333	36.16666667	29.98214286	26.0952381	23.35714286	24.65384615	32.61538462
38	18.14814815	20.625	18.94642857	16.95238095	15.96428571	16.15384615	17.03846154
39	3	3	3	3	2	2	2

	58	59	63	64	65	66	67	68
1	21	24.08	18.16	17.44444444	21.44	25.52	25.85185185	21.74074074
2	22.83333333	18.8	13.52	19.11111111	14.56	17.24	17.51851852	22.07407407
3	8	8	15	13	7	10	9	12
4	22.8	23.92	21.15384615	20.25925926	18.2962963	27.66666667	27.15384615	17.46428571
5	27.6	21.32	20.30769231	22.40740741	19.74074074	22.92592593	23.92307692	28.42857143
6	17	14	12	6	18	16	56	18
7	28.28	30.36	26.76923077	29.125	28.23076923	35	34.11538462	31.62962963
8	58	42	16	41	74	58	56	36
9	4200	3540	4290	4860	4470	3150	3150	4050
10	0	0	0	0	0	0	0	1
11	6.575757576	7.483870968	13.2	16.47058824	13.13793103	9.933333333	11.35714286	13.04
12	1	1	1	1	1	1	1	2
13	25.83333333	18.08	23.5	26.77272727	24.92857143	25.90625	22.37931034	28.59259259
14	15.2	12.48	14.44444444	13.77272727	12.35714286	11.65625	11.13793103	21.18518519
15	1	2	3	3	3	2	2	1
16	2550	1950	2640	3090	2760	1500	1440	2220
17	0	0	0	0	0	1	1	0
18	1530	1470	1410	1590	1500	1590	1590	1500
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	52.58333333	57.27272727	104.5	92	100.3333333	99.14285714	101.3333333	57.5
21	4	4	4	4	4	4	4	4
22	173.0555556	202.8571429	238	234	236.6666667	215.2083333	208.9583333	282.5
23	90.55555556	106.0714286	142	119	104.4117647	88.33333333	91.04166667	123.5714286
24	359.1666667	476.4285714	374.5	403	635.5882353	456.875	436.4583333	493.9285714
25	71.38888889	52.5	128.5	110	80	83.625	90.625	115.7142857
26	103.5714286	130.7692308	210	157.5	145.8823529	150.2631579	146.6666667	200.3846154
27	52.5	65.38461538	112.7777778	81	60.29411765	58.94736842	60.625	83.07692308
28	521.7857143	620.7692308	574	402.5	586.7647059	465.5263158	419.5833333	580.3846154
29	27.14285714	58.84615385	99	77	33.52941176	34.72222222	30.83333333	53.07692308
30	75.8	92.66666667	147	128.5	120.5263158	114.7619048	113.8	139.6666667
31	39.2	51.33333333	69.5	54.5	43.68421053	37.85714286	37.6	65.33333333
32	536	629.6666667	462.5	459.5	507.1052632	414.2857143	390.8	648.3333333
33	23.25	28.75	35	32	24.66666667	19.44444444	15.71428571	29.23076923
34	0	0	0	1	0	0	0	0
35	1	2	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	2
37	26.19230769	24.6875	26.9	27.73913043	20.72413793	22.75	26.60714286	35.83333333
38	16.26923077	14.0625	17.7	17.73913043	13.44827586	14.07142857	15.32142857	19.83333333
39	2	2	2	2	2	2	2	2

APÉNDICE 5. Matriz de datos con caracteres anatómicos y morfológicos.

	4	5	8	9	10	11	12
1	18.8	20.16	23.22222222	16.68	21.72	22.2	21.36
2	17.04	15.6	17.85185185	18.44	16.88	17.6	17.92
3	12	6	3	2	0	0	0
4	23.2307692	20.16	23	24.16	23.58333333	26.84	22.8
5	25.8076923	26.12	27.23076923	28.24	30.125	30.84	25.72
6	13	15	14	8	4	8	5
7	32.16	27.96	27.22222222	30.23076923	29.45	30.04	28.56
8	36	12	36	36	64	18	41
9	3840	3720	4950	3840	3600	3930	3990
10	0	0	0	0	0	0	0
11	12.8888889	12.64	11.39285714	13.20833333	12.72727273	11.53846154	11.44
12	1	1	1	1	1	1	1
13	28.0769231	26.96	22.26923077	21.81481481	22.56	25.51851852	21.36
14	11.0769231	10.8	11.88461538	11.88461538	13.52	10.22222222	10.64
15	3	3	3	4	4	4	4
16	2250	2040	3000	2100	1950	3000	1950
17	1	1	0	0	0	1	0
18	1350	1440	1650	1500	1500	750	1860
19	0	0	0	0	0	0	0
20	77.7	82.53333333	66.75	68	65.55555556	69.66666667	83.2
21	4	4	4	3	3	3	4
22	222.105263	176.875	161.875	167.3684211	225.625	202.9545455	228.8636364
23	130.263158	121.6666667	94.58333333	98.88888889	125.625	115.2272727	105.2272727
24	550.789474	285.2083333	354.5833333	462.5	481.6666667	305.4545455	850.6818182
25	114.473684	63.95833333	60.83333333	71.11111111	83.125	95	106.1363636
26	161.470588	94.8	110.625	119.2857143	150.4347826	139	152.5
27	82.0588235	64.8	56.66666667	50.35714286	68.47826087	67.33333333	60.20833333
28	675.294118	270	494.375	381.1538462	672.6086957	258.3333333	855.625
29	64.1176471	25	33.69565217	23.63636364	35.45454545	44.66666667	33.95833333
30	117.5	51.53846154	78.26923077	77.5	92.60869565	78.5	108.5294118
31	57.7083333	44.61538462	43.46153846	43.4375	48.47826087	43.75	51.76470588
32	644.583333	134.8076923	488.0769231	317.0588235	551.5217391	197.5	624.1176471
33	31.875	17.5	21.5	13.33333333		16.11111111	20
34	1	1	1	1	1	1	1
35	2	1	2	2	2	2	1
36	1	1	1	1	1	1	2
37	27.7142857	27.44444444	22.62962963	25.96	28.29032258	28.14814815	27.62962963
38	15.1785714	13.92592593	13.07407407	15	17.41935484	15.2962963	14.59259259
39	3	3	2	2	2	3	2
LV	5.03774626	3.795141214	5.186255217	6.006288955	5.629065408	6.457115593	4.432288584
AV	3.76040652	3.414582307	4.444271608	4.647057263	4.445177258	4.285959192	3.331783878
LL	35.4670352	30.48769542	27.07538944	26.99634512	26.72552363	25.94906121	30.9527831
ALB	2.38094442	2.008858224	2.557261149	2.177016878	2.548329849	2.323569615	2.353286078
ALM	0.8349194	0.767288217	0.832420608	0.947963091	0.804705177	0.965463149	1.062170449
LE	0.57282776	0.535497093	0.372125125	0.564851063	0.604977716	0.490251858	0.4676075
LI	72.2785346	58.2964982	91.61747877	72.24792564	61.38990554	113.9401029	126.9307659
LEC	39.1709051	68.18739146	27.44220678	48.81989685	56.1937519	34.84399377	18.89033274
DEC	1.1131071	0.846115973	1.512823799	1.213318247	1.063427123	1.178571429	1.886369535
LBP	4.36356583	2.806447086	4.464387592	4.208013538	4.259352969	4.288579366	4.788768859
LRP	5.54409861	4.052843502	4.593461555	4.321386176	3.746304884	5.555232757	5.442726727

LFL	0.40935657	0.368563055	0.422613578	0.684715396		0.471843952	0.709596996
P	0.16705474	0.184025154	0.214217817	0.352530655	0.333618524	0.247520365	0.26904991
FBF	0	0	0	0	0	0	0
LBF	0.11029656	0.229696573	0.293643736	0.533734381	0.25625	0.146004583	0.28
ABFB	0.01981929	0.05523159	0.03130202	0.028304658	0.07375	0.093423397	0.1
ABFM	0.0105042	0.014792997	0.028458126	0.017008983	0.04	0.039058638	0.04
MBF	0	0	0	0	0	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	0
FS	1	0	1	0	1	1	1
LS	0.26920494	0.238106627	0.219028544	0.321546236	0.256666667	0.239845586	0.245
ASB	0.13020193	0.165410574	0.125650931	0.126516527	0.161666667	0.145073063	0.14
ASM	0.10513547	0.067008797	0.112152656	0.086869993	0.09	0.11435043	0.075
FP	1	0	2	0	0	2	0
LP	0.31037004	0.378858005	0.344728855	0.479025214	0.3675	0.377274542	0.336666667
APB	0.16339366	0.233647179	0.230335528	0.269903644	0.218333333	0.244323942	0.18
APM	0.13616325	0.140001923	0.224973529	0.123795666	0.104166667	0.26573139	0.116666667

	13	14	15	20	26	27	28
1	21.24	24.04	21.96	22.2	25.6	22.26692308	23.12
2	17.24	16.96	16.8	15.76	17.08	17.62923077	13.32
3	9	0	14	0	0	0	0
4	24.69230769	25.88	22.2	19.53846154	21.92	23.09931034	25.38461538
5	28.34615385	23.6	26.64	19.80769231	19.70833333	19.39034483	20.69230769
6	12		7	28		18	13
7	31.24	31	28.73076923	32.12	33.88888889	27.29142857	35.28
8	38		24	49		49	25
9	4800	3090	3180	3000	3570	3400	3840
10	0	0	0	1	0	1	0
11	11	17.51724138	10.23333333	13.6	10.96904762	13.11487051	
12	1	1	1	1	1	1	1
13	20.35714286	19.37037037	21.70833333	22	25.83568376	24.18606702	30.8
14	12	9.666666667	10.25	8	13.746666667	14.03130511	13.4
15	4	4	3	1	1	2	1
16	2850	1350	1650	1650	2270	2070	2700
17	1	1	0	1	1	1	1
18	1740	1530	1290	1170	1170	1220	1050
19	0	0	0	0	1	1	1
20	83.14285714	75.41666667		68.66666667	77.2	90.42222222	114
21	4	4	3	4	3	3	3
22	173.3333333	182.4	157.5	180.5	166.9824561	200.1851852	166.7307692
23	102.5	105.4	125	81	85.04636591	101.2993827	102.8846154
24	463.3333333	474.4	247.5	356	205.9360902	473.1111111	347.8846154
25	77.91666667	81	97.5	46.5	37.98621554	65.97222222	40.19230769
26	135	134.2592593	146.6666667	137.1428571	117.9206349	157.502924	130.5882353
27	65.5	65.92592593	100	51.42857143	48.05555556	62.42898914	67.64705882
28	351	542.4074074	256.6666667	480.8333333	256.2222222	546.8763576	456.7647059
29	56	35.18518519	70	33.57142857	27.85714286	46.37468672	27.35294118
30	97.27272727	95		98	77.65567766	91.49286988	60
31	49.09090909	50		37	37.87952788	46.46613191	42.5
32	265.9090909	456.25		477	170.0384615	512.5579323	440.2777778
33	25.625	24		28.33333333	14.16666667	31.2962963	35
34	1	1	1	0	0	0	0
35	2	2	2	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1
37	25.28571429	20.03846154	24.89655172	26.04	29.15182186	22.28528226	30.96875
38	14.82142857	13	13.24137931	11.16	14.58704453	13.47614247	13.21875
39	2	2	2	2	2	2	2
LV	4.594671265	5.415267438	5.588364077	2.676666667	4.312616238	4.027793116	4.018128928
AV	3.682351973	4.592376218	4.642092548	4.173333333	5.010595958	4.253338476	6.459977006
LL	47.38214421	40.18834351	36.81356245	18.73333333	34.07120897	33.72346546	23.84631062
ALB	2.552547168	2.5533383	2.891445107	2.293333333	2.831801565	2.700289761	3.701708836
ALM	0.924205474	0.908008974	0.858486859	0.653333333	0.882827414	1.08484986	0.957484839
LE	0.498003739	0.646842407	0.638107746	0.199	0.331090401	0.608719571	0.359543578
LI	109.8337056	69.86241089	57.04321141	74.5	35.04527645	61.23224205	46.28257498
LEC	23.14214296	34.39289999	57.97509664	29.4	28.32866589	43.62626922	29.73384015
DEC	1.252921115	1.534251529	0.887445608	0.86	0.453188365	1.006951202	0.801560977
LBP	6.032340131	4.831895999	4.261395805	5.072	2.597646158	4.049154606	2.161821383
LRP	9.021040195	4.464768805	3.933714272	4.822	3.086895527	5.571624762	2.231520481
LFL		0.459066223	0.420272301		0.371416352	0.588537697	0.687844018

P	0.352530655	0.236615916	0.425948544	0.443	0.248487555	0.26691699	0.232211405
FBF	0	0	0	0	1	0	0
LBF	0.533734381	0.204251447	0.11562024	0.235	0.234286392	0.196222839	0.240975002
ABFB	0.028304658	0.033596716	0.034373392	0.085	0.073824249	0.070543328	0.124225999
ABFM	0.017008983	0.021652775	0.01715374	0.04	0.061962526	0.03523952	0.042735043
MBF	0	0	0	0	1	0	0
IBF	0	0	0	0	0	0	1
FS	0	0	0	1	1	1	0
LS	0.321546236	0.282900228	0.227813935	0.243333333	0.229614332	0.269799765	0.170940171
ASB	0.126516527	0.153543617	0.157470578	0.123333333	0.146289108	0.151807288	0.184554042
ASM	0.086869993	0.09402376	0.075187732	0.07	0.118288043	0.095377618	0.089845282
FP	0	1	1	0	2	0	1
LP	0.479025214	0.461513948	0.332369321	0.356666667	0.376706857	0.444921633	0.346039378
APB	0.269903644	0.252831798	0.216108873	0.156666667	0.202615748	0.192196229	0.190467053
APM	0.123795666	0.235587177	0.155527375	0.08	0.235512425	0.146731637	0.161380106

	31	32	33	34	47	48	49
1	23.17241379	23.80769231	23.03846154	27.22727273	22.88	25.03846154	20.8
2	19.89655172	20.61538462	17.84615385	19.63636364	18.72	20.11538462	23.44
3	9	22	9	18	9	9	10
4	19.88461538	21.76923077	23.44	26.51851852	20.07692308	19.625	18.59259259
5	22.26923077	24.61538462	25.56	30.66666667	22.76923077	25.125	25.40740741
6	9	16	18	23	9	8	10
7	27	28.2	29.76923077	28.46153846	30.44	33.04	32.73076923
8	35	48	23	59	56	32	52
9	3420	3330	2850	4230	2700	2670	2670
10	0	0	0	0	0	0	0
11	17	15.51851852	9.84	6.035714286	4.92	6.44	6.88
12	1	1	1	1	1	2	3
13	30.40740741	26.12	18	22.85185185	19.03846154	27.125	26.90909091
14	11.88888889	12.48	10.63333333	14.33333333	12.34615385	18.24	16.68181818
15	4	3	3	2	2	1	1
16	1590	1830	1440	2700	1500	1500	1500
17	0	0	1	0	0	0	0
18	1620	1350	1230	1290	1020	1050	1050
19	0	0	0	0	0	0	0
20	134.4	122	65.09090909	70.83333333	42	48	41.5
21	4	4	4	4	4	4	4
22	225.6521739	186.5909091	154	197.826087	154.1666667	165.2	167.3529412
23	105.4347826	93.63636364	105.6666667	101.5217391	97.5	67.8	92.35294118
24	487.173913	417.5	393.9285714	469.3478261	296.25	212.3214286	250.8823529
25	113.2608696	65.90909091	89	126.9565217	67.70833333	36.51785714	81.76470588
26	164.0625	125.4761905	125.3333333	130.8823529	123.4	97.25	116.4285714
27	72.1875	52.38095238	62.66666667	65	73.6	52	61.25
28	441.25	484.7619048	332.3333333	633.5294118	438.4	358.3333333	239.6428571
29	40.9375	23.94736842	39.33333333	49.11764706	54.6	23.05555556	33.46153846
30	115.3333333	81.25	89	88.4375	98.6	62.29166667	70.9375
31	55.66666667	37.5	50.75	53.125	49.23076923	41.35416667	43.4375
32	412.3333333	326.4583333	290.5	551.875	513.8	302.3076923	152.8125
33	36.15384615	15	26.47058824	27.27272727	34.8	35.76923077	22.5
34	0	0	1	1	0	0	0
35	1	1	2	1	2	2	1
36	1	1	1	1	1	1	3
37	27.26470588	25.07142857	21.37931034	23.48	23.57142857	29.04	29.28
38	16.20588235	17.25	13.17241379	13.64	16.57142857	17.16	17
39	2	2	2	2	2	3	3
LV	7.573035399	5.087600532	2.912604089	3.415130033	3.46	4.347444009	3.762190052
AV	9.777569279	8.886202571	2.536978067	2.827925462	3.875	3.254916202	3.753237402
LL	55.5021637	33.3480053	19.29316121	35.33856467	14.75	24.07238723	9.727965246
ALB	5.255700095	5.749504395	1.693792524	1.871810891	1.655	1.791625163	1.247719167
ALM	2.640956084	1.884919868	0.670626832	0.511239071	0.49	0.423482782	0.424545517
LE	0.554926968	0.911632936	0.317042701	0.40352684	0.3125	0.33448389	0.232438923
LI	146.4507699	128.3011545	23.53840509	87.13221806	36	47.01895226	32.34151292
LEC	40.11967853	18.83957089	35.25249071	33.47233898	45	42.41434234	21.76270649
DEC	2.013525059	3.600961785	0.732113708	1.159364649	0.95	0.650266364	0.569395977
LBP	7.42517027	9.090648318	2.422516655	3.444602071	2.375	2.36131371	2.557741549
LRP	12.01281176	11.06958938	2.60076643	5.471667702	1.78	1.835168365	1.283087701
LFL	0.457730121	0.487368681	0.41894201				0.469467994

P	0.217192917	0.28914228	0.192573066	0.467785871	0	0	0
FBF	0	0	0	0	1	1	1
LBF	0.579443207	0.28	0.298180796	0.215	0.46	0.593597938	0.445957083
ABFB	0.098075378	0.12	0.059222231	0.1	0.4	0.38169659	0.436467521
ABFM	0.069799467	0.06	0.031925624	0.06	0.3	0.42915879	0.352784739
MBF	0	0	0	0	1	1	1
IBF	0	0	0	0	1	1	1
FS	1	1	0	1	1	1	1
LS	0.320373727	0.306666667	0.264032623	0.19	0.27	0.3671024	0.42406907
ASB	0.171282705	0.216666667	0.190876111	0.101666667	0.32	0.285729252	0.239628131
ASM	0.126064118	0.196666667	0.084062606	0.055	0.2	0.248582873	0.259065312
FP	2	2	1	0	0	1	1
LP	0.586777068	0.503333333	0.385052444	0.28	0.43	0.435340549	0.543487859
APB	0.157410456	0.26	0.259800621	0.153333333	0.256666667	0.219142592	0.213517824
APM	0.266799906	0.263333333	0.16881589	0.068333333	0.183333333	0.19074	0.372903244

	50	51	52	53	54	55	56
1	26.92	19.92	22.88	18.68	26.68	26.73076923	25.42857143
2	22.96	21.44	14.2	19.6	22	19	20.25
3	10	11	6	9	11	13	7
4	24.15384615	18.15384615	18.56	19.84	22.92857143	23.4	19.04166667
5	25.03846154	26.23076923	21.88	24	27.42857143	23.52	21.95833333
6	8	8	14	14	19	7	28
7	33.16	34.73076923	35.48148148	31.22222222	31.36	29.67857143	33.30769231
8	29	34	74	22	58	40	62
9	3960	4140	3840	3810	3660	2640	4350
10	0	0	0	0	0	0	0
11	5.941176471	8.75	7.161931818	8.5	7.875	7.28125	9.772727273
12	2	3	1	2	2	2	2
13	26.17647059	24.36842105	25.20959596	26.22222222	19.5	18.46428571	21.51724138
14	19.47058824	15.84210526	17.77777778	15.72222222	15	13.07142857	12.89655172
15	1	1	2	1	1	1	1
16	2550	2250	2310	2340	2490	1470	2910
17	0	0	0	0	0	0	0
18	1350	1800	1440	1260	1110	1020	1290
19	0	0	0	0	0	0	0
20	41	57.5	43.3	49.14285714	55.83333333	63.84615385	31
21	3	3	4	4	3	3	4
22	155.7291667	168.25	190.1488095	188	139.4444444	121.875	157.5
23	76.14583333	75.75	111.9464286	90.5	97.77777778	86.66666667	78.75
24	270.3125	268.75	381.9047619	329	298.8888889	259.5833333	275
25	32.1875	50.5	93.78571429	99.5	60.55555556	55.625	34.375
26	88.125	132.25	136.5	120.5	118.2352941	85.41666667	100
27	50.83333333	58.5	82.25	67	71.76470588	49.58333333	58.33333333
28	367.34375	274.75	319.375	559	319.7058824	352.9166667	450
29	19.375	33.5	57.125	34.5	45	26.25	21.66666667
30	43.88888889	53.33333333	109.3956044	83	73.18181818	58.75	74
31	40	44.16666667	57.74725275	43	44.09090909	38.125	35
32	218.8888889	180	373.0494505	316	371.8181818	260.8333333	302
33	55	43.33333333	39.01923077	23.75	20	16.66666667	0
34	1	1	0	1	0	0	1
35	2	1	2	1	1	1	1
36	1	3	1	2	2	2	2
37	28.33333333	36.16666667	29.98214286	26.0952381	23.35714286	24.65384615	32.61538462
38	18.14814815	20.625	18.94642857	16.95238095	15.96428571	16.15384615	17.03846154
39	3	3	3	3	2	2	2
LV	3.827991603	7.19177987	4.494433063	4.557976635	4.866286558	4.024806061	5.133733539
AV	4.17395983	8.997948705	6.020690638	5.494879682	4.893438313	3.132709266	3.665665593
LL	14.43083207	35.23329562	18.37978871	24.55054214	18.88896838	12.21279631	23.10989365
ALB	1.856903953	3.497486462	2.51389323	2.016949505	2.246447168	1.908145083	2.04196339
ALM	0.532182846	0.762247731	0.813787846	0.434366044	0.589460865	0.648486544	0.549429752
LE	0.321764563	0.463788026	0.400474913	0.373340338	0.367124828	0.325437687	0.283362724
LI	63.26748696	48.67453501	54.25158313	63.96302002	19.05549032	21.03537549	30.07102207
LEC	14.75259663	73.53422437	66.00486704	51.85351223	34.81923439	24.99238545	48.17075326
DEC	0.728339559	0.841592535	0.778561236	0.695070267	0.415444329	0.626158384	0.463575069
LBP	3.798182451	2.690244009	2.609584413	2.365731677	2.768150559	2.257550061	3.466474978
LRP	3.478080662	1.751452672	1.425394619	1.524206349	1.135735783	1.812344422	2.515457921
LFL	0.594584741	0.661043205	0.952539343	0.890872868	0.4025	0.474804951	0.544405842

P	0	0	0	0	0	0	0	0
FBF	1	1	1	1	1	1	1	1
LBF	0.566300461	0.797848468	0.79317828	0.579921953	0.711309307	0.460676378		0.67
ABFB	0.349916657	0.393686916	0.381753592		0.385942289	0.229155949		0.37
ABFM	0.357369889	0.435655796	0.483487776		0.324809625	0.261217333		0.26
MBF	1	1	1	1	1	1	1	1
IBF	1	1	1	1	1	1	1	1
FS	1	1	1	1	1	1	1	1
LS	0.312689838	0.51134298	0.448109911	0.45179881	0.410962756	0.318257289		0.39
ASB	0.194596266	0.249486351	0.306806552	0.210092683	0.236831322	0.243411803	0.293333333	
ASM	0.206596697	0.252637403	0.3125419	0.300417516	0.232692884	0.254133592	0.233333333	
FP	1	0	1	0	2	1		2
LP	0.398266084	0.482305338	0.469498962	0.45565736	0.455522438	0.45189665		0.46
APB	0.250976013	0.255745331	0.238968724	0.166152852	0.154906369	0.290430634	0.333333333	
APM	0.273049224	0.228515845	0.242471832	0.167205683	0.208192243	0.286576448		0.28

	58	59	63	64	65	66	67	68
1	21	24.08	18.16	17.44444444	21.44	25.52	25.85185185	21.74074074
2	22.83333333	18.8	13.52	19.11111111	14.56	17.24	17.51851852	22.07407407
3	8	8	15	13	7	10	9	12
4	22.8	23.92	21.15384615	20.25925926	18.2962963	27.66666667	27.15384615	17.46428571
5	27.6	21.32	20.30769231	22.40740741	19.74074074	22.92592593	23.92307692	28.42857143
6	17	14	12	6	18	16	56	18
7	28.28	30.36	26.76923077	29.125	28.23076923	35	34.11538462	31.62962963
8	58	42	16	41	74	58	56	36
9	4200	3540	4290	4860	4470	3150	3150	4050
10	0	0	0	0	0	0	0	1
11	6.575757576	7.483870968	13.2	16.47058824	13.13793103	9.933333333	11.35714286	13.04
12	1	1	1	1	1	1	1	2
13	25.83333333	18.08	23.5	26.77272727	24.92857143	25.90625	22.37931034	28.59259259
14	15.2	12.48	14.44444444	13.77272727	12.35714286	11.65625	11.13793103	21.18518519
15	1	2	3	3	3	2	2	1
16	2550	1950	2640	3090	2760	1500	1440	2220
17	0	0	0	0	0	1	1	0
18	1530	1470	1410	1590	1500	1590	1590	1500
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	52.58333333	57.27272727	104.5	92	100.3333333	99.14285714	101.3333333	57.5
21	4	4	4	4	4	4	4	4
22	173.0555556	202.8571429	238	234	236.6666667	215.2083333	208.9583333	282.5
23	90.55555556	106.0714286	142	119	104.4117647	88.33333333	91.04166667	123.5714286
24	359.1666667	476.4285714	374.5	403	635.5882353	456.875	436.4583333	493.9285714
25	71.38888889	52.5	128.5	110	80	83.625	90.625	115.7142857
26	103.5714286	130.7692308	210	157.5	145.8823529	150.2631579	146.6666667	200.3846154
27	52.5	65.38461538	112.7777778	81	60.29411765	58.94736842	60.625	83.07692308
28	521.7857143	620.7692308	574	402.5	586.7647059	465.5263158	419.5833333	580.3846154
29	27.14285714	58.84615385	99	77	33.52941176	34.72222222	30.83333333	53.07692308
30	75.8	92.66666667	147	128.5	120.5263158	114.7619048	113.8	139.6666667
31	39.2	51.33333333	69.5	54.5	43.68421053	37.85714286	37.6	65.33333333
32	536	629.6666667	462.5	459.5	507.1052632	414.2857143	390.8	648.3333333
33	23.25	28.75	35	32	24.66666667	19.44444444	15.71428571	29.23076923
34	0	0	0	1	0	0	0	0
35	1	2	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	2
37	26.19230769	24.6875	26.9	27.73913043	20.72413793	22.75	26.60714286	35.83333333
38	16.26923077	14.0625	17.7	17.73913043	13.44827586	14.07142857	15.32142857	19.83333333
39	2	2	2	2	2	2	2	2
LV	3.55	5.973769099	5.851138267	4.811040057	5.433972342	5.317860063	5.246450147	6.591214388
AV	4.2	4.751463816	7.223098293	5.589412174	5.431293647	8.466943402	8.542644502	6.618390626
LL	17.25	27.14236156	41.62751413	36.40013171	42.75214631	29.27435325	30.53976961	37.6821175
ALB	1.875	2.611553565	3.347924093	2.617370145	3.193764016	3.384734167	3.661041403	3.102548438
ALM	0.865	0.575448454	1.146811019	0.971165719	1.37597419	1.319599705	1.199510216	1.028342768
LE	0.33	0.319846711	0.669022396	0.847860654	0.682442427	0.387940026	0.414499939	0.628949541
LI	33	83.29626243	110.3008599	149.1332115	114.6095549	141.3512732	54.32303471	172.1340514
LEC	27	50.58868606	64.11431319	27.4633439	81.33402946	51.05025666		65.81111472
DEC	0.47	0.818213342	2.015316889	1.804919248	1.317976204	1.87804878		1.578254672
LBP	2.652	3.098196003	5.55408837	3.90849712	5.371878962	5.189564844	6.529239393	4.063639611
LRP	1.268	1.584307805	8.011469918	6.146765666	5.903193325	4.114706523	4.673495799	4.225192798
LFL	0.862	0.51994545	0.483384689	0.409718845	0.441674079		0.445750462	
P	0	0	0.14490473	0.171720697	0.180951686	0.51713592	0.258359109	0.436
FBF	1	1	0	0	0	0	0	1
LBF	0.52	0.69652917	0.218846521	0.219654103	0.265906121	0.26	0.461354813	0.698563953
ABFB	0.36	0.314003603	0.067038264	0.057511503	0.038033241	0.11	0.14341217	0.272143722
ABFM	0.34	0.374327069	0.062874562	0.031712474	0.025752227	0.08	0.098940436	0.426243882

MBF	1	1	0	0	0	1	1	1
IBF	1	1	0	0	0	0	0	0
FS	1	1	1	1	1	0	0	1
LS	0.385	0.45267151	0.230617035	0.163963921	0.259954969	0.2533333333	0.381311359	0.30778559
ASB	0.325	0.26479961	0.167725192	0.0920072	0.154393913	0.18	0.221575798	0.237639288
ASM	0.195	0.266183168	0.127895379	0.084478109	0.140150236	0.1033333333	0.174442378	0.208764842
FP	1	1	2	2	2	0	1	0
LP	0.5	0.510572537	0.458001189	0.341809571	0.419421662	0.3425	0.356666667	0.426666667
APB	0.265	0.345617951	0.15972095	0.110498699	0.179295102	0.2275	0.2333333333	0.2533333333
APM	0.165	0.351666903	0.2562461	0.175811475	0.248629225	0.13	0.2033333333	0.141666667



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

No. 00036

"SISTEMATICA DEL COMPLEJO DE ESPECIES DE *Hechtia podantha* MEZ (PITCAIRNIOIDEAE, BROMELIACEAE)".

En México, D.F., se presentaron a las 11:00 horas del día 29 del mes de julio del año 2008 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIRECCIÓN DE SISTEMAS ESCOLARES



Casa abierta al tiempo



NANCY MARTINEZ CORREA
ALUMNO

- DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA
- M. EN C. ANA ROSA LOPEZ FERRARI
- DR. JOSE ALEJANDRO ZAVALA HURTADO
- DR. PEDRO LUIS VALVERDE PADILLA
- M. EN C. JACQUELINE CEJA ROMERO

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron a la presentación de la Idónea Comunicación de Resultados cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGIA

DE: NANCY MARTINEZ CORREA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CBS

DR. JOSE FRANCISCO FLORES PEDROCHE

PRESIDENTE

DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA

VOCAL

M. EN C. ANA ROSA LOPEZ FERRARI

VOCAL

DR. JOSE ALEJANDRO ZAVALA HURTADO

VOCAL

DR. PEDRO LUIS VALVERDE PADILLA

SECRETARIA

M. EN C. JACQUELINE CEJA ROMERO