



UNAP



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

TESIS

**IDENTIFICACIÓN Y DISCRIMINACIÓN DE LOS FENOTIPOS DEL
COMPLEJO *Minquartia guianensis* AUBLET (COULACEAE)
“HUACAPÚ” EN LA AMAZONÍA PERUANA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

PRESENTADO POR:

LUIS ALBERTO TORRES MONTENEGRO

ASESORES:

Blgo. RICHARD JAVIER HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.

Blga. ROSA DEL CARMEN ORTIZ, Dra.

IQUITOS, PERÚ

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 017-CGT-UNAP-2023

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante sala presencial, a los 26 días del mes de julio del 2023, a las 11 horas se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“IDENTIFICACIÓN Y DISCRIMINACIÓN DE LOS FENOTIPOS DEL COMPLEJO *Minquartia guianensis Aublet* (COULACEAE) “HUACAPÚ” EN LA AMAZONÍA PERUANA** presentado por el Bachiller **LUIS ALBERTO TORRES MONTENEGRO**, autorizada mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N° 237-2023-FCB-UNAP**, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGO**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N° 193-2023-FCB-UNAP**, de fecha 06 de junio de 2023, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|---|--------------|
| - Blgo. ALBERTO GARCÍA RUÍZ, Dr. | - Presidente |
| - Blgo. CÉSAR AUGUSTO GRÁNDEZ RÍOS, M.Sc. | - Miembro |
| - Blga. MERI NANCY ARÉVALO GARCÍA, M.Sc. | - Miembro |



Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron absueltas

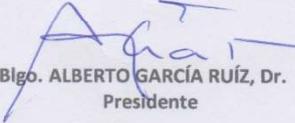
A SATISFACCION

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido APROBADA con la calificación de BUENA estando el Bachiller apto para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGO**.

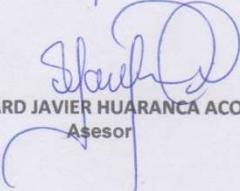
Siendo las 12:13 horas se dio por terminado el acto de sustentación.

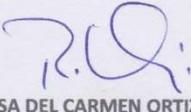



Blgo. ALBERTO GARCÍA RUÍZ, Dr.
Presidente

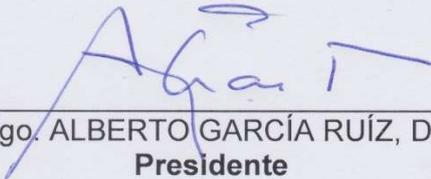

Blgo. CESAR AUGUSTO GRÁNDEZ RÍOS, M.Sc.
Miembro


Blga. MERI NANCY ARÉVALO GARCÍA, M.Sc.
Miembro

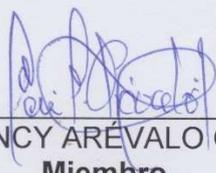

Blgo. RICHARD JAVIER HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.
Asesor


Blga. ROSA DEL CARMEN ORTIZ, Dra.
Asesora

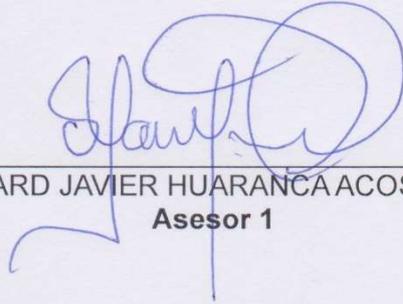
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR


Blgo. ALBERTO GARCÍA RUÍZ, Dr.
Presidente

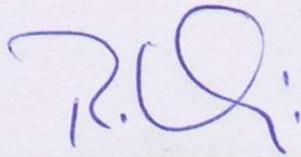

Blgo. CÉSAR AUGUSTO GRÁNDEZ RÍOS, M.Sc.
Miembro


Blga. MERI NANCY AREVALO GARCÍA, M.Sc.
Miembro

ASESORES



Blgo. RICHARD JAVIER HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.
Asesor 1



Blga. ROSA DEL CARMEN ORTIZ, Dra.
Asesor 2

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

FCB_TESIS_TORRES MONTENEGRO (2da rev).pdf

AUTOR

LUIS ALBERTO TORRES MONTENEGRO

RECUENTO DE PALABRAS

10841 Words

RECUENTO DE CARACTERES

58569 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

55 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.1MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 6, 2023 10:20 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 6, 2023 10:21 AM GMT-5

● 6% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, que siempre me ha apoyado en mi crecer profesional, a mis amigos por siempre animarme a continuar, y especialmente a Nallarett Marina Dávila Cardozo (†), estimada amiga y asesora en las fases iniciales de la presente tesis, quien concibió inicialmente la idea de este proyecto.

De igual forma, dedico este trabajo a mi Alma Mater, la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a mis estimados biólogos docentes, que me instruyeron durante mis años de estudio y de quienes guardo grandes enseñanzas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente al Missouri Botanical Garden, Departamento de América Latina y al Herbario Selva Central Oxapampa por el apoyo financiero para la realización de la presente investigación. Al Herbario Amazonense (AMAZ), Herbario Herrerense (HH) y Herbario Selva Central (HOXA) por las muestras cedidas aquí en Perú y al Programa de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales (BOSQUES) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por el apoyo logístico para poder realizar la tesis.

A la Dra. Rosa del Carmen Ortiz y al MSc. Richard Huaranca Acostupa por sus orientación, enseñanzas, asesoría y consejos durante la realización de este proyecto. A la Dra. Nallarett Dávila Cardozo (†) por animarme e inspirarme a trabajar en esta idea y transformarla en un proyecto.

Al Dr. Julio Miguel Grández Ríos y al Blgo. Ricardo A. Zañartu Flores por sus asesoría y enseñanza en el mundo del análisis ecológico y estadístico con R y RStudio.

A mis amigos por los consejos brindados, el apoyo incondicional y las palabras de ánimo que siempre me han brindado y que siempre me estuvieron empujando para culminar exitosamente esta etapa de mi formación académica; Gabriel Hidalgo, Gerardo Flores, Giuseppe Gagliardi, Hugo Vásquez, Jimmy Córdoba, Julio Grández, Marcos Ríos, María Rojas, Ricardo Zañartu. A todos ellos gracias por compartir sus experiencias, consejos y confianza durante todo este tiempo.

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|-----------|
| Portada | i |
| Acta de Sustentación | ii |
| Jurado Calificador y Dictaminador | iii |
| Asesores | iv |
| Resultado del informe de similitud | v |
| Dedicatoria | vi |
| Agradecimientos | vii |
| Índice | viii |
| Índice de Tablas | xi |
| Índice de Figuras | xii |
| Resumen | xiii |
| Abstract | xiv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 5 |
| 1.1 Antecedentes | 5 |
| 1.2 Bases teóricas | 12 |
| 1.3 Definición de términos básicos | 18 |
| CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES | 21 |
| 2.1 Formulación de la Hipótesis | 21 |
| 2.2 Variables y su operacionalización | 21 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | 22 |
| 3.1 Tipo y diseño | 22 |
| 3.2 Diseño muestral | 22 |
| 3.2.1. Población universo | 22 |
| 3.2.2. Población de estudio | 22 |
| 3.2.3. Muestreo y selección de la muestra | 23 |
| 3.2.4. Criterios de selección | 23 |
| 3.2.5. Asignación de Fenotipos | 24 |
| 3.2.6. Asignación de grupos ecológicos | 25 |
| 3.3 Procedimientos de recolección de datos | 25 |
| 3.3.1. Revisión de muestras de herbario | 25 |
| 3.3.2. Recolección de muestras de campo | 26 |
| 3.3.3. Recolección de datos morfológicos y morfométricos | 26 |
| 3.3.4. Recolección de datos ecológicos | 27 |
| 3.4 Procesamiento y análisis de datos | 27 |
| 3.4.1. Transformación de datos morfológicos | 28 |
| 3.4.2. Análisis estadísticos | 28 |
| | |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 30 |
| 4.1. Análisis de Agrupamiento UPGMA | 30 |
| 4.2. Análisis de Componentes Principales (PCA) | 32 |
| 4.3. Análisis de correlación, distribución normal y dispersión | 33 |
| 4.4. Análisis Discriminante Lineal (LDA) para los Fenotipos | 34 |
| 4.5. Análisis Discriminante Lineal para los tipos de suelo | 37 |
| 4.6. Análisis Discriminante Lineal para las cuencas hidrográficas | 40 |

| | |
|--|-----------|
| 4.7. Análisis de disimilaridad y PERMANOVA de los Fenotipos | 43 |
| 4.8. Clave dicotómica y Descripción morfológica de Fenotipos | 43 |
| 4.8.1. Clave dicotómica | 44 |
| 4.8.2. Descripciones morfológicas | 45 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN | 47 |
| 5.1. De los Fenotipos | 47 |
| 5.2. De los tipos de suelo y Cuenca hidrográfica | 49 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES | 52 |
| CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES | 53 |
| CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN | 54 |
| ANEXOS | 62 |
| 1. Estadística complementaria | 62 |
| 2. Instrumentos de recolección de datos | 64 |
| 3. Mapa de Distribución de los Fenotipos de <i>Minquartia guianensis</i> | 85 |
| 4. Fenotipos de <i>Minquartia guianensis</i> Aubl. | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables. | 21 |
| Tabla 2. Resumen de imágenes descargadas de <i>M. guianensis</i> Aubl. | 23 |
| Tabla 3. Número de especímenes asignados por fenotipo. | 24 |
| Tabla 4. Número de especímenes asignados por tipo de suelo y cuenca hidrográfica. | 25 |
| Tabla 5. Valores de Correlación de las variables por componente del PCA. | 33 |
| Tabla 6. Número de especímenes por Fenotipo clasificados en el LDA del tipo de suelo. | 38 |
| Tabla 7. Número de especímenes por Fenotipo clasificados en el LDA por Cuenca Hidrográfica. | 41 |
| Tabla 8. Disimilaridad y significancia de PERMANOVA entre fenotipos. | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Dendrograma Jerárquico de los especímenes de <i>Minquartia guianensis</i> | 31 |
| Figura 2. Análisis de Componentes Principales (PCA) de los especímenes de <i>M. guianensis</i> | 32 |
| Figura 3. Gráfica de Correlaciones, Normalidad y Dispersión de las variables morfológicas cuantitativas | 34 |
| Figura 4. Análisis discriminante lineal (LDA) para fenotipos de <i>M. guianensis</i> | 36 |
| Figura 5. Distribución de los fenotipos de <i>M. guianensis</i> en el primer componente (LD1) | 36 |
| Figura 6. Distribución de los fenotipos en función de las variables en el LDA | 37 |
| Figura 7. LDA de los tipos de suelo para los especímenes de <i>M. guianensis</i> | 38 |
| Figura 8. Distribución de los tipos de suelo de <i>M. guianensis</i> en el primer componente (LD1) | 39 |
| Figura 9. LDA de las Cuencas hidrográficas para los especímenes de <i>M. guianensis</i> | 41 |
| Figura 10. Distribución de las Cuencas hidrográficas de <i>M. guianensis</i> en el primer componente (LD1) | 42 |

RESUMEN

Este estudio explora patrones de variación morfológica en *Minquartia guianensis* Aubl. a través de análisis morfométrico de seis caracteres vegetativos, con el objetivo de discriminar cuatro fenotipos que fueron preestablecidos en base al tipo de indumento. En primer lugar, exploramos los datos morfométricos y morfológicos utilizando un Análisis de agrupamiento jerárquico (UPGMA) con $k=4$. Posteriormente analizamos las seis variables morfométricas usando Componentes Principales (PCA), para excluir el de mayor correlación en análisis posteriores. Con las cinco variables restantes realizamos un análisis Discriminante Lineal (LDA) para los fenotipos y también se exploró discriminarlos por tipo de suelo y cuenca hidrográfica. Para ambos se preestableció 6 grupos por tipo de suelo y 6 por cuenca. Se estudiaron 176 especímenes de herbarios nacionales, internacionales y algunas colectas de campo. Los fenotipos Glabra y Punctata, se discriminaron efectivamente, con un porcentaje de éxito del 78.98%. El ancho del peciolo y el número de venas secundarias fueron los caracteres que más contribuyeron en la discriminación de los fenotipos en el primer componente ($LD1=81.9\%$). Los cuatro fenotipos son significativamente diferentes (valores de $p<0.01$) y el fenotipo Glabra es el más distante (valores de $R>0.70$) de los cuatro. Por otro lado, el porcentaje de predicción de discriminación por tipo de suelo fue del 45.14%, mientras que la predicción por cuenca hidrográfica solo alcanza 37.14%. Lo que indica una baja relación entre los especímenes de *M. guianensis* con el tipo de suelo y cuenca hidrográfica y no permite discriminar a los especímenes estudiados.

Palabras claves: *Minquartia guianensis*, morfometría, morfología, huacapú, Amazonía.

ABSTRACT

*This study explores patterns of morphological variation in **Minquartia guianensis** Aubl. through morphometric analysis of six vegetative characters, with the objective of discriminating four phenotypes that were pre-established based on the type of indument. First, we explored the morphometric and morphological data using a Hierarchical Clustering Analysis (UPGMA) with $k=4$. Subsequently, we analyzed the six morphometric variables using Principal Components (PCA) and evaluated their relationship, to exclude the one with the highest correlation in further analyses. With the remaining five variables, we performed a Linear Discriminant Analysis (LDA) for the phenotypes and explored to discriminate by soil type and by watershed. Six groups were pre-established for both, for soil type and for watershed. A total of 176 specimens from national and international herbaria and some from field collections were studied. The Glabra and Punctata phenotypes were discriminated effectively, with a success rate of 78.98%. The width of the petiole and the number of secondary veins were the characters that contributed the most to the discrimination of the phenotypes in the first component ($LD1=81.9\%$). The four phenotypes are significantly different (p values <0.01) and the Glabra phenotype is the most distant (R values >0.70) of the four. On the other hand, the percentage of prediction of discrimination by type of soil was 45.14%, while the prediction by watershed only reaches 37.14%. This indicates a low relationship among the specimens of *M. guianensis* with the type of soil and watershed and does not allow to discriminate the specimens studied.*

Keywords: *Minquartia guianensis*, morphometry, morphology, huacapú, Amazon.

INTRODUCCIÓN

Minquartia Aubl. es un género monotípico que pertenece a la familia Coulaceae^(1,2,3). Descrita en 1775 a partir de una muestra colectada en Guyana, la muestra tipo fue nombrada *Minquartia guianensis* Aubl. y sólo poseía frutos⁽⁴⁾. Esta especie posee una distribución amplia en el neotrópico, que empieza en Centroamérica, desde Nicaragua hasta Panamá, bajando hacia las Guayanas y extendiéndose en Sudamérica por toda la Amazonía en Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú, llegando hasta al sur en Bolivia y Brasil⁽⁵⁾.

Minquartia no siempre fue considerada un género monotípico, entre los años 1935 y 1936 se describieron y reconocieron tres especies más, *Minquartia macrophylla* Ducke descrita en el año 1935 en Brasil, la cual se diferencia de la primera por sus hojas más grandes, un tronco más pequeño y su predilección por bosques inundables de várzea, a diferencia de la primera que habita solo bosques de tierra firme, coincidentemente esta segunda especie también carecía de flores al momento de su colecta y descripción⁽⁶⁾.

Al siguiente año (1936), el botánico alemán Hermann Otto Sleumer⁽⁷⁾, hace una revisión de *Minquartia* y otros géneros afines dentro de la familia Coulaceae, donde reduce el género *Endusa* Miers a sinónimo del primero y propone una nueva combinación para la especie *Endusa punctata* Radl.⁽⁸⁾ (descrita a partir de una colecta de Ruiz & Pavón s.n. del departamento de Huánuco en Perú), nombrándola *Minquartia punctata* (Radl.) Sleumer.

Adicionalmente, redujo a la especie *M. macrophylla* Ducke a sinónimo de *M. punctata* a causa de la similitud de ambas en cuanto al tamaño del árbol, de las hojas y el número de venas secundarias.

Ese mismo año, Smith⁽⁹⁾ hace su propia interpretación del género, basándose principalmente en las colecciones realizadas en Brasil por el botánico y explorador Boris A. Krukoff, donde describe una nueva especie a la cual nombra como *Minquartia parvifolia* A.C. Smith. El autor diferencia la nueva especie de *M. guianensis* principalmente por sus hojas más pequeñas (6-10 cm de largo por 2.5-5 de ancho) y un menor número de venas secundarias (6-11 pares), comparado con las hojas más grandes (17-30 cm de largo) y muchas más venas secundarias (entre 12-20 pares) en *M. guianensis*. Curiosamente la interpretación de *M. guianensis* de Smith, está basada en la colección de *Krukoff 5159*, la cual fue identificada como paratipo de *M. macrophylla* (y luego sinonimizada dentro de *M. punctata*) por Sleumer⁽⁷⁾ ese mismo año.

En el año 1984, Sleumer⁽⁵⁾ realiza una exhaustiva revisión del género y reúne a todas las especies de *Minquartia* descritas hasta ese entonces, reduciéndolas a sinónimos bajo la primera especie descrita, y única representante del género, *M. guianensis*, estableciendo una descripción más amplia y de mayor variabilidad morfológica, tanto vegetativa como floral, con una amplia distribución en todo el neotrópico, lo cual se sigue manteniendo actualmente.

Aunque esta unión monoespecífica podría ser considerada beneficiosa para el conocimiento e identificación de la especie, ha resultado un tanto confusa y arbitraria en cierto sentido. En Brasil, la población local que utiliza esta especie reconoce dos morfotipos para *M. guianensis*, el primero es un árbol de gran tamaño que comúnmente es llamado “acariuba” o “acariquara” que habita los bosques de tierra firme. Mientras que el segundo es un pequeño árbol de sotobosque conocido como “acapú” y se encuentra en los bosques inundables de várzea⁽⁶⁾. En Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela es una especie de importancia maderable, por su madera dura y resistente, localmente es conocido como “Caricuara negra” (Bolivia), “acapú”, “ahumado”, “barbasco negro”, “cuyubí”, “acaricuara”, “vacaricuara” (en la Amazonia colombiana), “guayacán pechiche”, “pechiche”, “guayacán claro”, “guayacán negro”, “guayacán tula o curado” (Ecuador) y “arekuna” (Venezuela)^(10,11). Todos estos nombres comunes hacen alusión a una sola especie (*M. guianensis*), sin embargo en los años 70, en Ecuador se hacía mención también de *M. punctata* (guayacán claro) que después fue sinonimizado por Sleumer⁽⁵⁾ en 1984, lo cual demuestra que en campo hay una variabilidad reconocida por la gente local que la usa como madera⁽¹¹⁾.

En el Perú, *M. guianensis*, es conocida con el nombre vernacular de “huacapú”, y es bastante apreciada en el comercio nacional y local para su uso como pilotes y postes de construcción, ya que posee una excepcional durabilidad⁽¹²⁾. Si bien no se reconocen variantes taxonómicas de ésta, Vásquez⁽¹³⁾ reportó en su monografía de la flora en la región Loreto, tres

fenotipos (Glabra, Glabrescente y Tomentosa) de los cuales solo los dos últimos, que habitan los bosques de suelos arcillo-arenosos, son conocidos e identificados para el comercio maderable local y nacional como “huacapú”. El otro fenotipo denominado Glabra habita los bosques de suelos arenosos, no tiene un uso conocido y carece de nombre vernacular, por lo que muchas veces pasa desapercibida o es confundida con alguna otra especie por los extractores y técnicos forestales que extraen la especie.

Debido a esta variabilidad morfológica, para propósitos de este estudio, se ha planteado que las variantes fenotípicas que conforman la especie se denominen “complejo de especies de *Minquartia guianensis*”, con la finalidad de identificarlos y discriminarlos morfológica y ecológicamente, a través del análisis morfométrico de 1) sus hojas, 2) el tipo de suelo y 3) cuenca hidrográfica respectivamente.

Para lo cual tenemos como objetivo general, delimitar morfológica y ecológicamente al complejo de especies del huacapú, *Minquartia guianensis*, en la Amazonía Peruana. Y como objetivos específicos, Realizar el análisis morfométrico de las hojas del huacapú en base a muestras de herbario, físicas y digitales. Así como discriminar el complejo del huacapú mediante variables ecológicas como tipos de suelo y cuenca hidrográfica en la Amazonía Peruana.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Estudios de tipo descriptivo y diseño no experimental utilizando morfometría de varios tipos de estructuras que podrían ser útiles para delimitar taxones se han vuelto comunes para investigar patrones de variación morfológica en diversos grupos de plantas. Por ejemplo, en 2021, se desarrolló una investigación en la región de Malasia, donde se analizó la morfometría geométrica de las hojas de los géneros *Callicarpa* L. y *Geunsia* Blume (Lamiaceae) y de sus especies afines. La investigación determinó que la mayoría de los cambios de forma entre los grupos generalmente fue representada por el ancho de la hoja, y que cada género agrupó debidamente sus especies, aunque con una superposición que sugiere que existen similitudes en las formas de las hojas entre ambos grupos. Sin embargo, el análisis discriminante mostró que la forma de la hoja no los diferencia lo suficiente, lo que hizo que esta diferencia fuera ineficaz para separar ambos géneros. Concluyendo que la morfometría geométrica de la forma de la hoja es efectiva en la discriminación interespecífica dentro de las especies de *Geunsia*; pero es ineficiente para discriminar los dos géneros, requiriendo de un mayor número de muestras para una clasificación intergenérica⁽¹⁴⁾.

Así mismo, en 2020 una investigación realizada en Cuba analizó la variación espacial de la morfometría foliar de tres especies de mangles (*Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L. y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. en cuatro manglares periurbanos de La Habana

(Bajos de Santa Ana, La Laguna del Cobre-Itabo, la desembocadura del río Cojímar y el Rincón de Guanabo). Los resultados mostraron que existe una variación geográfica significativa en la morfología de las hojas de *R. mangle* y *A. germinans*, donde la primera presentó hojas de mayores dimensiones en Bajos de Santa Ana, superando a las de El Cobre-Itabo; pero dentro del rango de variación de las hojas de Cojímar. Mientras que muestras de *A. germinans* tuvieron el mismo largo; pero significativamente superiores en ancho dentro de la localidad de Cojímar. Las hojas de *L. racemosa* se mantuvieron similares en las tres localidades estudiadas. Concluyendo que existen diferencias geográficas en varias dimensiones foliares en *R. mangle* y *A. germinans*; pero no en *L. racemosa* la cual se mantuvo constante entre las localidades⁽¹⁵⁾.

Mientras que, en 2019, una investigación de tipo descriptivo y diseño no experimental en Brasil utilizó la morfología geométrica foliar para describir cuatro poblaciones de *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub. Los resultados indicaron que hay diferencias significativas entre las muestras (NPMANOVA, $p=0.0001$); pero no hay correlación entre las distancias geográficas y la forma de las hojas. Concluyendo que las poblaciones de *D. ecastaphyllum* fueron separadas a partir de características geográficas, indicando una diversidad morfológica con solo dos tipos de hoja, elíptica y ovada⁽¹⁶⁾.

Por otro lado, en 2018, varios estudios de tipo descriptivo y diseño no experimental exploraron patrones de variación foliar mediante el uso del

análisis morfométrico. Así tenemos el estudio en la región Junín, el cual se analizaron la relación de la morfometría foliar de dos especies del género *Polylepis* Ruiz & Pav. (Rosaceae) con la altitud y el número cromosómico. La investigación encontró diferencias significativas en la morfometría de *Polylepis incana* Kunth y *P. rodolfo-vasquezii* L. Valenz. & Villalba, incluso entre poblaciones de una misma especie a diferentes altitudes. Concluyendo que la relación entre altitud y tamaño de las células y tejidos del mesófilo, poseen una correlación moderada, que se evidencia en la variación del tamaño de las células y tejidos en función de la variación de la altitud⁽¹⁷⁾.

Mientras que, en China, en el mismo año 2018, un estudio analizó la morfometría geométrica foliar de dos especies simpátricas de roble chinos *Quercus dentata* Thunb. y *Q. aliena* Blume (Fagaceae). Los resultados mostraron que existe una diferencia significativa entre ambas especies, encontrando un gran traslape entre los individuos híbridos y *Q. aliena*, y un traslape más pequeño entre *Q. dentata* y los híbridos. Así mismo, en la correlación con variables ambientales, las hojas de *Q. aliena* están correlacionadas significativamente con la temperatura media, la precipitación media y la altitud, mientras que las hojas de *Q. dentata* solo se correlacionan con la temperatura media y la altitud, y los híbridos con la precipitación media. Concluyendo que la morfología geométrica foliar proporcionó información detallada y precisa sobre la variación morfológica de las dos especies simpátricas y revelaron correlaciones entre la morfología de la hoja y los factores ambientales⁽¹⁸⁾.

Del mismo modo, en 2018, una investigación en Italia analizó la morfometría de las hojas y los frutos de la mora blanca (*Morus alba* L., Moraceae) para identificar y clasificar sus genotipos. Los resultados identificaron tres grupos (basados en la morfología de la hoja), el primer grupo incluye a los genotipos con igual ángulo y tamaño del diente apical de la hoja; el segundo a los que tienen igual tamaño y forma de la lámina y el tercer grupo incluye a los que tienen el mismo tipo de margen en la hoja. En el caso de los frutos el resultado no fue significativo debido a la poca cantidad de frutos medidos. Concluyendo que el uso de descriptores morfométricos de hojas, junto con imágenes y análisis multivariado, es efectivo para discriminar cultivares de mora y es una herramienta prometedora, para la clasificación y caracterización, de una manera simple y económica⁽¹⁹⁾.

Durante el año 2017, una investigación de tipo descriptivo y diseño no experimental en Centroamérica analizó la morfometría de tres especies de *Cestrum* L. (*C. guatemalense* Francey, *C. mexicanum* Francey y *C. pacayense* Francey, Solanaceae). Los resultados mostraron (a través de un análisis de componentes principales) dos grupos bien diferenciados donde uno de los grupos fue exclusivo de las muestras de *C. mexicanum*. Concluyendo que la especie *C. mexicanum* debería ser considerada con una especie válida y que las otras dos especies requieren de estudios adicionales para definir sus límites taxonómicos⁽²⁰⁾.

En el mismo año 2017, otra investigación de tipo descriptivo y diseño no experimental en el estado de Hidalgo en México analizó la morfometría y la taxonomía del complejo *Dahlia coccinea* Cav. (Asteraceae). Los resultados mostraron que la variación en el tipo de crecimiento de la lámina foliar (determinado o indeterminado) fue la más importante, reconociendo 7 especies de las cuales dos presentan la lámina foliar de crecimiento indeterminado y 5 especies con crecimiento determinado, y ninguna de estas corresponde a *D. coccinea* en sentido estricto. Concluyendo que dentro del complejo *D. coccinea* se reconocen siete especies distintas distribuidas en el estado de Hidalgo en México, y que los caracteres importantes para identificar a los taxones son: el tipo de crecimiento foliar, la textura y filotaxia de los segmentos foliares, el hábito de la planta, el color de las lígulas y el número de brácteas involucrales externas⁽²¹⁾.

Mientras que, en 2016, una investigación de tipo descriptivo y diseño no experimental realizó un análisis morfométrico de las especies del género *Dipteryx* Schreb. (Fabaceae) en la Amazonía Peruana, el estudio buscaba diferenciar las distintas especies del género presentes en el Perú. Los resultados mostraron que existen tres grupos morfológicos distintos con una distribución geográfica particular, *Dipteryx micrantha* Harms “morfotipo 1” que habita los bosques del sur de Loreto hasta Madre de Dios, el “morfotipo 2” que habita parte de Loreto y Ucayali y *D. charapilla* (J.F. Macbr.) Ducke con una distribución restringida a Loreto. Concluyendo que la especie *D. odorata* (Aubl.) Forsyth f. no se encuentra en Perú (como se había reportado erróneamente en el pasado), y que los dos morfotipos de

la especie *D. micrantha* son morfológicamente distintos y podrían ser considerados como dos especies diferentes⁽²²⁾.

En 2012, se reportan algunas investigaciones de tipo descriptivo y diseño no experimental, que utilizan el análisis morfométrico y morfológico. Así tenemos, el estudio enfocado en entender la variación morfológica de las hojas de dos especies del género *Montrichardia* Crueg., *M. linifera* (Arruda) Schott y *M. arborescens* (L.) Schott, (Araceae), entre varias poblaciones de la Guyana Francesa. La investigación determinó que las variables morfológicas fueron más discriminantes entre las dos especies; pero cuando hablamos de las poblaciones de *M. arborescens*, las variables morfológicas fueron más importantes para discriminar poblaciones, a diferencia de *M. linifera* donde sus poblaciones fueron mejor discriminadas por las variables morfométricas. Concluyendo que la variación de los rasgos foliares estudiados fue tan importante dentro del sitio entre las dos especies como entre los sitios dentro de una especie dada⁽²³⁾.

En el mismo año 2012, una investigación similar en el Distrito Federal en Brasil estudió la variación morfométrica de las hojas de la especie *Tapura amazonica* Poepp. & Endl. (Dichapetalaceae) en sus dos variedades taxonómicas y las relacionó con las diferentes altitudes en que habitan. La investigación determinó (a través del análisis morfométrico) que las hojas de la variedad *manausensis* Prance, son distintas de la variedad *amazonica* Poepp. Y que dentro de esta última se pueden diferenciar dos grupos que están geográficamente separadas, y que la forma de la hoja esta

correlacionada con la altitud. Concluyendo que la razón foliar (relación ancho y largo de las hojas) es la principal responsable de la variación total en las dos variedades y también dentro de la variedad *amazonica* donde un grupo con menor razón foliar está geográficamente separado del resto y requiere de más estudios para verificar si pudiera tratarse de una nueva variedad para la especie⁽²⁴⁾.

En 2010, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo y diseño no experimental en la Patagonia Sur (Argentina), donde se exploró la existencia de híbridos naturales entre las especies *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser y *N. antarctica* (G.Forst.) Oerst. (Nothofagaceae), a través del estudio de los caracteres morfológicos foliares. Los resultados indicaron que los posibles híbridos difieren de *N. pumilio* en tamaño, distancia del ancho máximo a la base y frecuencia de asimetría en la base, y de *N. antarctica* difieren en distancia del ancho máximo a la base, tamaño y frecuencias de asimetría en la base y presentan el borde crenado. Concluyendo que ambas especies hibridan naturalmente en zonas de ecotono; pero debido al bajo número de individuos (puros e híbridos) muestreados, es necesario más estudios que investiguen este fenómeno en otras áreas donde las dos especies coexisten en simpatria para poder establecer una adecuada separación⁽²⁵⁾.

1.2. Bases teóricas

Minquartia guianensis Aubl. se describe como un árbol de entre (2-)10-20(-30) m de alto; de fuste recto, anguloso y con surcos bastante profundos (en individuos más viejos) con diámetros de hasta 1.4 m; de corteza gris parduzca y con presencia de látex blanco; de ramas angulosas y glabras, las ramas jóvenes más o menos denso grisáceas u oxidadas, puberulentas con pelos ramificados, glabras con la edad o rara vez glabras desde muy jóvenes. Hojas principalmente oblongas a elípticas, raras veces lanceoladas, de (6-)10-16(-28-35) × (2.5-)4 -6(-13) cm; ápice abruptamente corto-acuminado de punta aguda o roma, base obtusa a redondeada-truncada, cartáceas a coriáceas, raramente rígidas, grisáceo-oliváceas al secar, glabras, brillantes y a menudo ligeramente tuberculadas por el haz, opacas y frecuentemente puberulenta en los nervios por el envés; vena principal prominente por ambas superficies, venas secundarias entre (6-)10-14(-17) pares, ascendentes, rectas y subparalelas entre sí, curvándose antes del borde, ligeramente impresas en el haz y prominentes en el envés; venas terciarias transversales, algo elevadas, raramente visibles en el haz, venillas de reticulación inconspicua; peciolo ampliamente acanalado, engrosado y arrugado en la parte distal, de (5-)20-30(-40) × 1-2(-3) mm. Las inflorescencias son espigas solitarias y axilares en la parte superior de las ramas, de 2-6(-9) cm de largo, simples o raramente algo ramificadas, cortamente pedunculadas, de indumento tomentuloso y herrumbroso en todas sus partes. Flores cremas, perfumadas, de 2-5 por fascículo, dispuestas de forma interrumpida a lo largo del raquis anguloso. Cáliz en forma de copa, 5(-6)-dentado, con glándulas oscuras laxamente insertadas,

ca. 1 mm de largo y 1.5-2 mm de diám. Pétalos (4-)5-6(-7) connatos en un tubo campanulado de 1-1.5 mm, lóbulos libres con ápice subagudo, pilosos adaxialmente, de 1-1.5 mm de largo. Estambres insertados justo debajo de los lóbulos libres, los alternipétalos ligeramente más bajos que los epipétalos; filamentos glabros; anteras ca. 0,3 mm de diámetro. Ovario subgloboso, estilo muy corto, estigma corto de 3-5 lóbulos. El fruto es una drupa elipsoide, raramente subobovoide, de color amarillento-rojiza cuando está inmadura, volviéndose negra violácea en plena madurez, de 2-2.5(-3) × 1.5(-2) cm, pedúnculo de 2-3 mm de largo; pericarpio (sarcocarpio) delgado y carnosos, endocarpio crustáceo, de 0.5-1(-1.5) mm de espesor, semilla profundamente 4-sulcada⁽⁵⁾.

En el Perú, *Minquartia guianensis* fue reportado por primera vez por Macbride⁽²⁶⁾ como *Minquartia punctata* (actual sinónimo) y descrito como un árbol de 12-15 m, de ramitas estrellado puberulento con indumento parduzco, peciolos mayormente de 3-4 cm de largo, láminas oblongas a oblongo-elípticas, de 20-35 cm de largo, ápice cuspidado-acuminado, base estrechamente redondeada a ampliamente cuneada, venas secundarias conspicuas en ambas superficies. Inflorescencia de hasta 9 cm de largo, espiga simple con muchas flores agregadas, corto-pediceladas, densamente puberulentas, cerca de 2.5 mm de largo.

Habita los bosques andino-amazónicos entre los 0-1500 msnm, y está reportada en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali⁽²⁷⁾. Considerada una madera dura y

resistente, es usada preferiblemente para construcción como postes y pilotes, por lo que es muy apreciada en el mercado local y regional⁽¹³⁾.

En el departamento de Loreto, Vásquez⁽¹³⁾ reporta la especie y menciona la presencia de tres fenotipos, en base a sus observaciones de campo y hábitat. Así tenemos: 1) Fenotipo Glabra, de ramitas glabras a diminutamente marrón pubérulas en el ápice, hojas verde amarillentas y nítidas cuando están secas, envés glabro y venación terciaria medianamente emergente en el haz, plana a mediamente emergente en el envés, que habita los suelos arenosos en tierra firme y carece de nombre local. 2) Fenotipo Glabrescente, de ramitas cubiertas densamente de indumento marrón o ferrugíneo tomentoso, hojas marrones a marrón-verdosas y oscuras cuando están secas, envés dendrítico-tomentoso y venación terciaria plana o impresa en el haz y emergente en el envés, el cual tiene indumento homótrico y evanescente, que no cubre toda la superficie de la lámina, conocido con el nombre común de “huacapú de hojas grande”, “hoja menuda o del bajo”, habita los suelos arcillo-arenosos en tierra firme. 3) El tercer fenotipo Tomentosa, es similar al anterior (Glabrescente), diferenciándose por el envés con indumento heterótrico y persistente que cubre completamente toda la superficie de la hoja, conocido con el nombre común de “huacapú de hoja grande” y habita sobre suelos arcillosos en bosques de tierra firme.

La sistemática es la ciencia que clasifica y ordena jerárquicamente a todos los seres vivos (entre ellas a las plantas), y desde su concepción se ha

valido de la morfometría (que es el análisis cuantitativo de la forma biológica) para poder describir (a través de la taxonomía), nombrar (a través de la nomenclatura) y clasificar a todos los seres vivos⁽²⁸⁾.

La taxonomía (en la biología) es una rama de la sistemática que estudia la diversidad biológica y se encarga de la organización ordenada y jerárquica de los seres vivos, a través de la clasificación, identificación y nomenclatura. Así, mientras que la Sistemática estudia las relaciones evolutivas y de parentesco entre las especies a partir de su historia evolutiva, la taxonomía se encarga de organizarlas en categoría taxonómicas, teniendo como la unidad fundamental de toda la clasificación a la especie⁽²⁹⁾.

La especie es una de las unidades fundamentales de la biología, tan importante como los genes, las células y los organismos que son unidades fundamentales en los niveles inferiores de la organización biológica. Existen muchos conceptos diferentes para definir especie, así como diferentes criterios para delimitar y describirlas; pero es un tema muy extenso como para tocar en tan pocas líneas. Lo que sí puedo mencionar es que hasta ahora se han propuesto 30 conceptos de especies⁽³⁰⁾, siendo los conceptos de especie biológica, ecológica, filogenética y tipológica los más utilizados; pero no vamos a centrarnos en discutirlos ni analizarlos, ya que todos concuerdan en una unidad conceptual subyacente que será la base de nuestra definición de especie. El concepto unificado de especie es la mejor opción ya que considera a todos los otros conceptos y sus

propiedades como propiedades contingentes (propiedades que las especies pueden o no adquirir durante su existencia). Así, bajo un mismo elemento común, el concepto general de especie dice que las especies son linajes de metapoblaciones que evolucionan por separado de otros linajes, y que pueden ser (o no) fenéticamente distinguibles, diagnosticables, monofiléticos, intrínsecamente aislados reproductivamente, o ecológicamente divergentes⁽³¹⁾.

Muchas veces algunos grupos de especies son morfológicamente similares, y no pueden distinguirse ni separarse para agruparlos en nuevas categorías formales (como género o subgénero). A estas especies se les denomina “complejo de especies” que es un conjunto informal de taxones, cuyos miembros están relacionados filogenéticamente y comparten similitudes morfológicas⁽³²⁾.

El término subespecie se utiliza para subconjuntos (o poblaciones) de individuos morfológicamente similares dentro de un taxón dado que son alopátricas (aisladas geográficamente) y que, eventualmente, pueden cruzarse en zonas de contacto (parapátricas) generando descendencia fértil⁽³³⁾, sin embargo el término aún es un tema de debate, ya que algunos la consideran una categoría arbitraria, donde los datos disponibles sobre las variaciones – morfotipos – de una especie nominal son incongruentes y/o no concluyentes para elevarlos al rango de especie⁽³²⁾.

Minquartia guianensis es una especie que tiene una notable variabilidad morfológica, que podría estar influenciada por factores genéticos y/o ambientales. Las estimaciones de heredabilidad y correlaciones genéticas son dos parámetros que se estiman a partir del grado de semejanza fenotípica entre parientes en una población y son fundamentales para entender si los cambios fenotípicos en las poblaciones son en respuesta a la selección natural y demás fuerzas evolutivas. Estudios de heredabilidad, pueden ser relativamente sencillos cuando se estudia poblaciones artificiales de individuos en cautiverio y/o trasplantes en jardines comunes con una genealogía conocida y bajo condiciones controladas. En poblaciones naturales, con especies de larga vida (como *M. guianensis*), estos métodos se vuelven poco prácticos, pues es difícil establecer las relaciones de parentesco de manera precisa, ya que muchas plantas no se reproducen regularmente y el fenotipo de interés puede tardar mucho tiempo en manifestarse. Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado métodos alternativos que pueden ser aplicados al análisis de la variación genética de rasgos cuantitativos de las poblaciones silvestres⁽³⁴⁾.

Nuestro estudio no está enfocado en determinar si la variación fenotípica de las poblaciones naturales de *M. guianensis* es genéticamente influenciada, sino en explorar si las diferencias fenotípicas observadas en la especie focal son estadísticamente significativas, de manera que permitan identificar y discriminar los grupos asociados con fenotipos particulares dentro de la especie en la Amazonía Peruana.

La morfometría es el estudio de la variación del tamaño y la forma de los organismos o de algunas de sus estructuras. En los últimos 20 años se ha desarrollado tan rápidamente, que ha sido dividida en dos tipos: la morfometría tradicional, que utiliza variables de tamaño y forma, distancias y ángulos entre hitos homólogos, incluyendo variables cualitativas y es la más ampliamente usada por taxónomos, y la morfometría geométrica (que usa la información sobre la disposición espacial relativa de los puntos de referencia en la forma de la estructura analizada); pero que aún no es muy generalizada en la sistemática de plantas. Así, la morfometría tradicional, se ha utilizado comúnmente en el estudio de complejos de especies e híbridos, los cuales no se podrían haber resuelto con solo utilizar el método de la sistemática tradicional de herbarios⁽²⁸⁾.

La estadística multivariada es el principal método de análisis de la morfometría, los cuales se usan en primer lugar para buscar patrones en los datos, principalmente exploratorios no necesariamente inferenciales, tales como: análisis de conglomerados, de componentes principales, de coordenadas principales; y luego para confirmar (con análisis inferencial) estos patrones o relaciones entre los conjuntos de datos (análisis discriminante y MANOVA)⁽²⁸⁾.

1.3. Definición de términos básicos

- a) **Fenotipo:** comprende todos los rasgos observables de un individuo biológico, tales como la altura, el diámetro de tronco, el largo y ancho de las hojas, color de flores y frutos, entre otras⁽³⁵⁾.

- b) Género:** Es una de las unidades sistemáticas de las clasificaciones por categorías taxonómicas, que se compone de una o más especies⁽³⁶⁾.
- c) Género monotípico:** dicese de aquel taxón genérico que posee una sola especie como taxón subordinado⁽³⁶⁾.
- d) Genotipo:** es la información genética que posee un individuo contenido en su ADN⁽³⁵⁾.
- e) Glabro:** adj. Desprovisto absolutamente de pelo o vello⁽³⁶⁾.
- f) Heterótrico:** adj. Con dos o más clases de pelos, por ejemplo: pelos tectores y pelos glandulares, opuesto a homótrico⁽³⁶⁾.
- g) Homótrico:** adj. De pelos todos similares, de la misma naturaleza⁽³⁶⁾.
- h) Indumento:** es el conjunto de glándulas, escamas, papilas, tricomas o pelos que cubren la superficie de las estructuras de las plantas⁽³⁶⁾.
- i) Morfología:** es la rama de la biología encargada del estudio de las formas de los seres vivos y sus componentes o características. En botánica, estudia la forma de las plantas⁽³⁶⁾.

- j) Morfometría:** se refiere al análisis cuantitativo de la forma de los seres vivos, que abarca el tamaño y la forma⁽²⁸⁾.
- k) Morfometría clásica:** es una herramienta que permite obtener datos de caracteres medidos en escalas continuas que reflejan aspectos de la forma del organismo⁽³⁶⁾.
- l) Morfometría geométrica:** es una herramienta que permite abstraer la forma de los organismos mediante el uso de “marcadores o puntos”, donde la información sobre el tamaño, la posición y la orientación se ajustan para obtener la información de la “forma” en un contexto matemáticamente analizable⁽²⁸⁾.
- m) Morfotipo:** Se refiere a cualquier estado morfológico con determinados caracteres formales, en las especies polimorfas⁽³⁶⁾.
- n) Pulverulento:** adj. Aplicase a las plantas que presentan sus tallos, hojas y demás órganos, cubiertos de diminuto polvillo⁽³⁶⁾.
- o) Sinónimo:** (bot). Otro nombre científico con que se describió un mismo taxón, que por relevancia y prioridad queda como segundo nombre, subordinado al nombre válido⁽³⁶⁾.
- p) Tomentoso:** (bot) Dícese de la superficie tupida por pelos/tricomas ramosos y entrecruzados a modo de borra⁽³⁶⁾.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la Hipótesis

Existen diferencias morfológicas y ecológicas significativas entre los distintos fenotipos del complejo *Minquartia guianensis* Aubl. en la Amazonía Peruana.

2.2. Variables y su operacionalización

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de Variables

| Variable | Definición | Tipo por su naturaleza | Indicador | Escala de medición | Categoría | Valores de las categorías | Medio de verificación |
|-----------------|---|------------------------|-----------|--------------------|--|---------------------------|-----------------------|
| Morfométricas | Toma de medidas estandarizadas de las plantas | Cuantitativa | - | Razón | Ancho de la lámina foliar | | Base de datos |
| | | | | | Largo de la lámina foliar | | |
| | | | | | Largo del peciolo | | |
| | | | | | Ancho del peciolo | | |
| | | | | | Número de venas secundarias | | |
| | | | | | Largo de la inflorescencia | | |
| | | | | | Largo del pedúnculo de la inflorescencia | | |
| | | | | | Largo de la flor | | |
| | | | | | Ancho de la flor | | |
| | | | | | número de pétalos | | |
| | | | | | número de sépalos | | |
| | | | | | Número de estambres | | |
| | | | | | Ancho del fruto | | |
| Largo del fruto | | | | | | | |
| Morfológicas | Observación y anotación de estructuras biológicas | Cualitativas | - | Nominal | Indumento | Ausencia | |
| | | | | | | Presencia | |
| | | | | | Tipo de indumento | Homótrico | |
| | | | | | | Heterótrico | |
| | | | | | Color del indumento | | |
| | | | | | forma de la hoja | | |
| | | | | | tipo de ápice | | |
| | | | | | tipo de base | | |
| | | | | | vena principal | | |
| | | | | | forma del peciolo | | |
| forma del fruto | | | | | | | |
| Ecológicas | Anotaciones ecológicas y ambientales | Cualitativas | | Nominal | Cuenca geográfica | | |
| | | | | | Hábitat | | |
| | | | | | Tipo de suelo | | |
| | | | | | Tipo de bosque | | |

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño

El tipo de estudio y diseño es descriptivo no experimental, donde se evaluó la relación entre las variables de acuerdo con los objetivos de la investigación. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de noviembre 2022 y mayo 2023, en la ciudad de Iquitos, revisando los especímenes físicos y digitales de la especie *Minquartia guianensis* Aubl. (Coulaceae), depositados en el Herbario Amazonense (AMAZ) y Herbario Herrerenense (HH-IIAP) y las muestras digitalizadas obtenidas de herbarios nacionales (HOXA) e internacionales (MO, F, US y otros en Gbif). Adicionalmente, se realizaron colectas de nuevos especímenes previamente ubicados en parcelas permanentes en la estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), en Jenaro Herrera.

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Población universo

Nuestra población universo comprendió todos los individuos de la especie *Minquartia guianensis* distribuidas en el neotrópico.

3.2.2. Población de estudio

Nuestra población de estudio estuvo representada por todas las muestras (físicas y digitalizadas) de *Minquartia guianensis* colectadas en Perú y depositadas en herbarios nacionales, locales y virtuales. Además de los

individuos adultos de la especie colectados en las parcelas permanentes del IIAP. (Anexo 3, Mapa)

3.2.3. Muestreo y selección de la muestra

Todas las muestras identificadas como *Minuartia* y reportadas para el Perú fueron fotografiadas de los herbarios locales (AMAZ y HH) y descargadas de las páginas web de los herbarios nacionales (HOXA) y herbarios virtuales internacionales (MO, F, US y otros en Gbif). Se descargaron un total de 314 imágenes, de las cuales se seleccionaron 291 para el estudio. Adicionalmente se colectaron 10 especímenes de la estación experimental en Jenaro Herrera. Las 291 imágenes y 10 colectas corresponden a 176 especímenes de *M. guianensis* (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de imágenes descargadas de *Minuartia guianensis* Aubl.

| Herbario | # de imágenes seleccionadas | # de imágenes descartadas | TOTAL |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|------------|
| AMAZ | 19 | 4 | 23 |
| HH | 27 | 9 | 36 |
| HOXA | 39 | 5 | 44 |
| F | 39 | 3 | 42 |
| MO | 146 | 2 | 148 |
| US | 13 | 0 | 13 |
| Gbif | 8 | 0 | 8 |
| TOTAL | 291 | 23 | 314 |

3.2.4. Criterios de selección

Las 314 imágenes descargadas fueron revisadas y seleccionadas teniendo como principal criterio de selección, la presencia de al menos una hoja completa (lámina y peciolo), que permita realizar las mediciones correspondientes. La selección fue totalmente inclusiva, abarcando la

mayor cantidad de especímenes presentes en los herbarios locales, muestras digitalizadas de herbarios virtuales y colectas de parcelas permanentes. Al final se obtuvo un total de 291 imágenes, que corresponden a 176 especímenes.

3.2.5. Asignación de Fenotipos

Los 176 especímenes obtenidos fueron agrupados en fenotipos basados en la presencia y el tipo de indumento presente en hojas, ramas e inflorescencia. De acuerdo con éste criterio se asignaron 4 fenotipos que son los siguientes: 1) Fenotipo Glabra, denominado así por carecer de indumento en hojas, ramas e inflorescencia; 2) Fenotipo Guianensis, por su semejanza con el ejemplar tipo de *Minuartia guianensis* (Aublet s.n), que posee escasa o nula presencia de indumento dorado-ferrugíneo pulverulento en el envés de la hoja, principalmente cercano a las venas secundarias, ramas e inflorescencia; 3) Fenotipo Punctata, por su semejanza con el ejemplar tipo de *M. punctata* (Ruiz & Pavón s.n.) de abundante indumento dorado-ferrugíneo pulverulento en el envés de la hoja, ramas e inflorescencia) y 4) Fenotipo Tomentosa por su abundante indumento marrón-rojizo tomentoso en el envés de la hoja, ramas e inflorescencia). Tabla 3

Tabla 3. Número de especímenes asignados por fenotipo

| Fenotipos | # de Especímenes |
|------------------|-------------------------|
| Glabra | 10 |
| Guianensis | 58 |
| Punctata | 92 |
| Tomentosa | 16 |
| TOTAL | 176 |

3.2.6. Asignación de grupos ecológicos

Para la asignación de los grupos de especímenes por tipo de suelo y cuenca hidrográfica, se excluyó uno de los 176 especímenes ya que no contaba con datos necesarios para su correcta asignación (hábitat, suelo, localidad). Los 175 restantes fueron agrupados por tipos de suelo y por cuenca hidrográfica resultando en 6 grupos para cada variable ecológica. La asignación de cada espécimen se basó en los datos ecológicos recolectados de acuerdo con la sección 3.3.4 más abajo. Tabla 4

Tabla 4. Número de especímenes asignados por tipo de suelo y cuenca hidrográfica

| Tipo de suelo | # de Especímenes | Cuenca Hidrográfica | # de Especímenes |
|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Aluvial | 68 | Río Amazonas | 23 |
| Arcilloso | 27 | Río Madre de Dios | 28 |
| Arcilloso-Aluvial | 10 | Río Marañón | 21 |
| Arena blanca | 13 | Río Nanay | 29 |
| Franco-arenoso | 15 | Río Ucayali | 44 |
| Rocoso | 42 | Ríos menores | 30 |
| TOTAL | 175 | TOTAL | 175 |

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Revisión de muestras de herbario

Para la revisión de muestras físicas se visitaron los herbarios locales: Herbario Herrerenense (HH) sede Iquitos, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Herbario Amazonense (AMAZ) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Para las muestras digitales se obtuvieron las imágenes de los especímenes depositados en el Herbario Selva Central Oxapampa (HOXA), y de los herbarios virtuales del Field Museum (F), Missouri Botanical Garden (MO) y del Herbario Nacional de los Estados Unidos (US), de la Institución Smithsonian, así como

imágenes del Portal Gbif. De todos estos portales se descargaron las imágenes de *Minquartia guianensis* reportados para Perú.

3.3.2. Recolección de muestras de campo

Se visitó las parcelas permanentes ubicadas en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) en Jenaro Herrera. Para todos los individuos identificados como *Minquartia guianensis* o *Minquartia* sp., se colectaron tres muestras (de individuos estériles) y cinco (de individuos fértiles) por individuo/árbol encontrado. Las muestras obtenidas fueron preservadas en Alcohol al 70% y posteriormente secadas en las instalaciones del herbario Herrerenense, sede Iquitos.

3.3.3. Recolección de datos morfológicos y morfométricos

Los datos morfológicos constaron de 18 variables cualitativas, y los morfométricos de 26 variables cuantitativas (Ver lista de variables en Anexo 2, Tabla 1). Las variables cualitativas fueron tomadas de forma observacional, anotando la forma y el tipo de carácter morfológico según la definición y clasificación morfológica de las plantas, basado en el Glosario de plantas del Kew⁽³⁷⁾.

Las variables cuantitativas fueron medidas de forma manual, para las muestras físicas se usó un vernier para mayor precisión y para las muestras digitales (imágenes de herbarios virtuales) se realizó a través del software de medición de imágenes ImageJ^{©(38)}.

Para cada muestra se midieron entre 1 a 4 hojas dependiendo de la disponibilidad de hojas en buenas condiciones según el criterio de selección realizado previamente, los datos obtenidos fueron promediados para obtener un solo valor (promedio) para cada espécimen y pueda ser usado en el análisis.

3.3.4. Recolección de datos ecológicos

De cada muestra/espécimen evaluado se anotaron los datos del tipo de suelo y cuenca geográfica donde fueron recolectados. En el caso de las muestras de herbarios, estos datos se encuentran en las etiquetas de cada excicata, en caso faltase un dato, éste era obtenido de acuerdo con los datos de localidad, usando sus coordenadas para georeferenciar la muestra dentro del Software Google Earth© y ubicar la cuenca a la cual corresponde (río mayor más cercano) y el tipo de suelo usando como base la capa (en KMZ/KML) de tipos de suelos del Ministerio de Agricultura – MINAGRI publicada por Geo GPS Perú⁽³⁹⁾.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Toda la información obtenida fue registrada en una ficha de registros (Anexo 2, tabla 2), dentro de una base de datos usando el programa ofimático Microsoft Excel 365, a partir del cual fueron exportados al software de análisis ecológicos y estadísticos R⁽⁴⁰⁾ bajo el entorno de desarrollo integrado (IDE) Rstudio⁽⁴¹⁾ para su análisis.

Las variables utilizadas para el análisis fueron seis, todas ellas cuantitativas, cinco de ellas continuas y una discreta. (Anexo 2, Tabla 1).

3.4.1. Transformación de datos morfométricos

Las cinco variables cuantitativas continuas (largo y ancho de la hoja, largo y ancho del peciolo, y longitud del acumen) fueron multiplicadas por 10 y los valores pequeños sumados más 1, luego transformadas con logaritmo base 10 (Log10), la variable discreta (número de venas secundarias) fue transformada usando la raíz cuadrada de la variable, todo esto con la finalidad de aproximar nuestros datos a una distribución normal⁽²²⁾.

3.4.2. Análisis estadísticos

En primer lugar, a modo de explorar cómo se agrupan los especímenes en base a todas las variables (morfométricas/cuantitativas y morfológicas/cualitativas) se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico (UPGMA) basado en la matriz de distancia de Gower⁽⁴²⁾, que resulta útil para combinar ambos tipos de datos, estableciendo como condición la formación de 4 grupos (k=4) de acuerdo con el número fenotipos preestablecidos. Posteriormente se procedió a analizar los datos cuantitativos a través de un análisis de componentes principales (PCA) y una correlación para determinar la variable más correlacionada y excluirla de los análisis posteriores y así evitar su influencia en los resultados, no realizamos pruebas de significancia para las variables, ya que el énfasis es evaluar si existe diferencia significativa entre grupos, mas no entre variables. Una vez excluida la variable con mayor correlación, procedimos

a realizar un análisis de discriminante lineal (LDA) para cada tipo de grupo preestablecido (por fenotipos, por tipos de suelo y por cuenca hidrográfica).

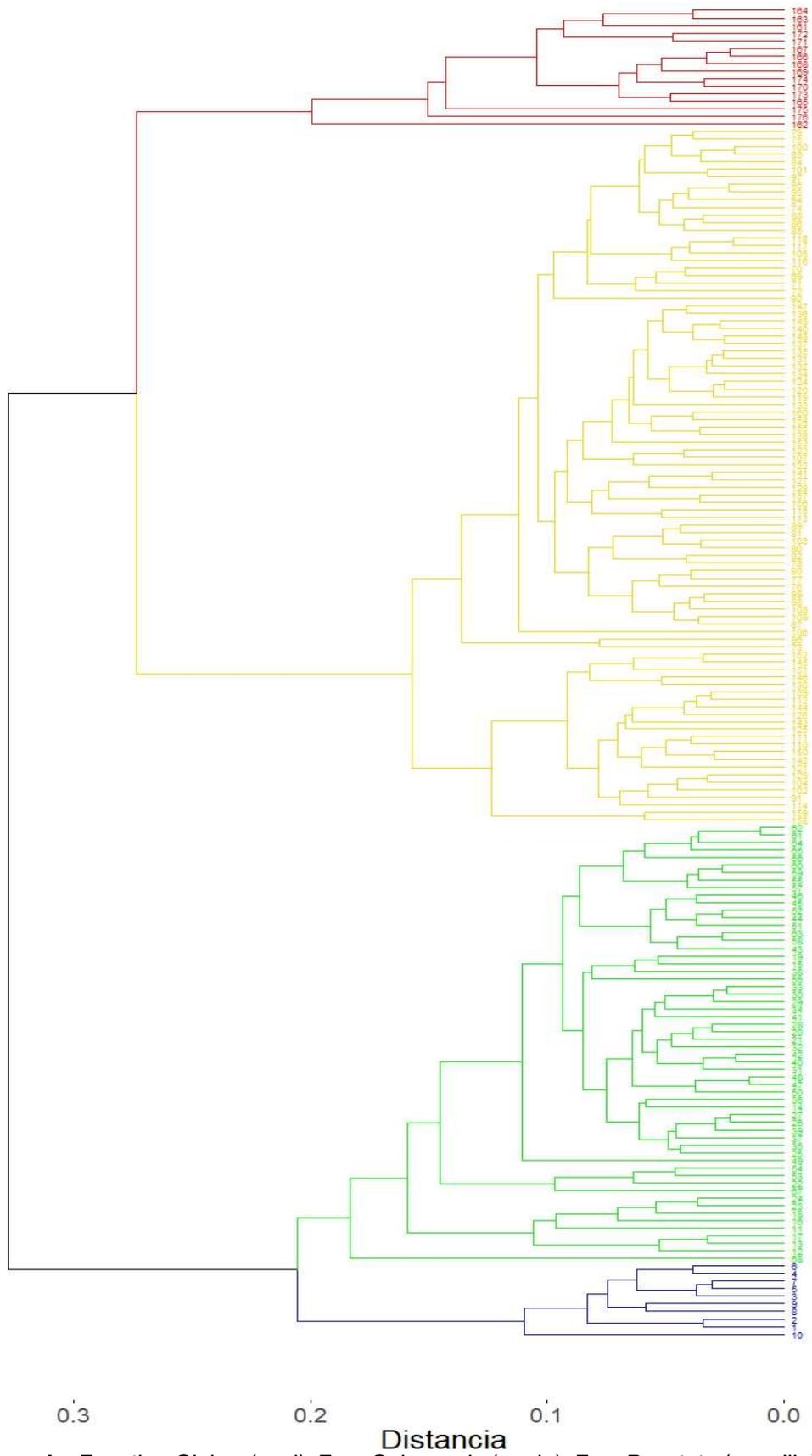
Para el caso de los análisis discriminantes por tipo de suelo y cuenca se excluyó el voucher *B.A. Krukoff 6914* por no ser de origen peruano, lo cual es indispensable para los análisis correspondientes, luego se usó la matriz de confusión obtenida del LDA de cada uno (suelo y cuenca) para agrupar los especímenes por fenotipo y así obtener otra matriz basada en fenotipos x tipos de suelo (y fenotipos x cuenca hidrográfica), con la finalidad de comparar la clasificación obtenida del LDA (de suelo y de cuenca), con la clasificación preestablecida antes del análisis y obtener el número de clasificaciones erróneas por cada fenotipo en relación al tipo de suelo y cuenca hidrográfica. Finalmente, se realizó un análisis de similaridad/disimilaridad y un análisis no paramétrico de la varianza (PERMANOVA) para evaluar si la diferencia entre los cuatro fenotipos preestablecidos es significativa. Todos los análisis se realizaron usando el software R⁽⁴⁰⁾, bajo Rstudio⁽⁴¹⁾.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de Agrupamiento UPGMA

Para el análisis de agrupamiento, los 176 especímenes evaluados se organizaron en los 4 grupos con un coeficiente de correlación cofenética del 0.798. El gráfico nos muestra que hay dos grandes grupos conformado por los fenotipos Glabra y Guianensis por un lado y los fenotipos Punctata y Tomentosa por el otro. Los especímenes (enumerados del 1 a 176 se agruparon efectivamente dentro de su fenotipo preestablecido. (Figura 1)

Figura 1. Dendrograma Jerárquico de los especímenes de *Minuartia guianensis*



Legenda: Fenotipo Glabra (azul), Fen. Guianensis (verde), Fen. Punctata (amarillo) y Fen. TomENTOSA (rojo)

4.2. Análisis de Componentes Principales (PCA)

Los resultados muestran que los dos primeros componentes (PC1 y PC2) explican la mayor variación con el 73.1% y el 14.9%, respectivamente, lo que corresponde a un total del 88% de la variación. El análisis de PCA no muestra patrones de variación claras entre los fenotipos, pero se puede observar por lo menos dos grupos más o menos discretos: el fen. Glabra y el fen. Punctata (Figura 2). Los caracteres número de venas secundarias (VS) y Ancho de la Hoja (AH) fueron los más importantes, y contribuyen a explicar la variación del primer componente, obteniendo un valor de correlación (r) de 0.88 y 0.26, respectivamente. Mientras que la Longitud del acumen (Lac) y las venas secundarias (VS) fueron los más importantes para el segundo componente ($r = -0.92$ y 0.26, respectivamente). (Tabla 5).

Figura 2. Análisis de Componentes Principales de los especímenes de *Minuartia guianensis*

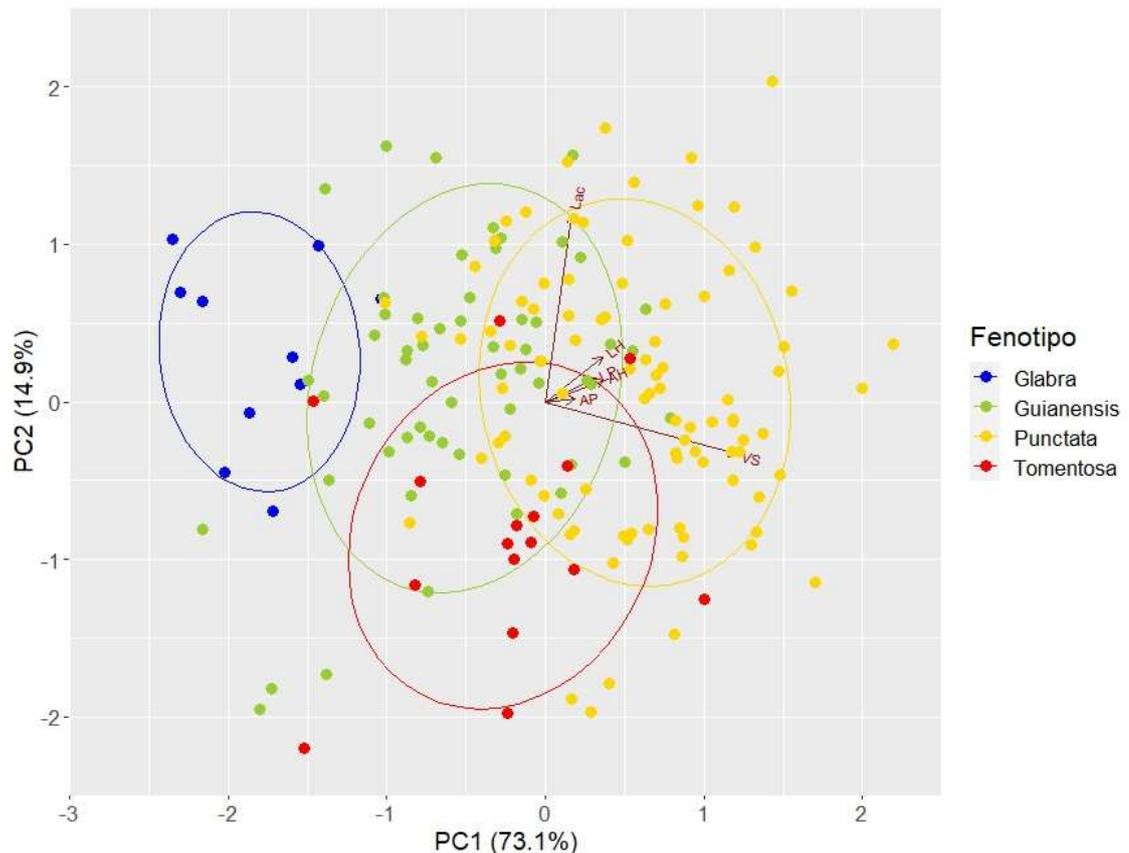


Tabla 5. Valores de Correlación de las variables por componente del PCA.

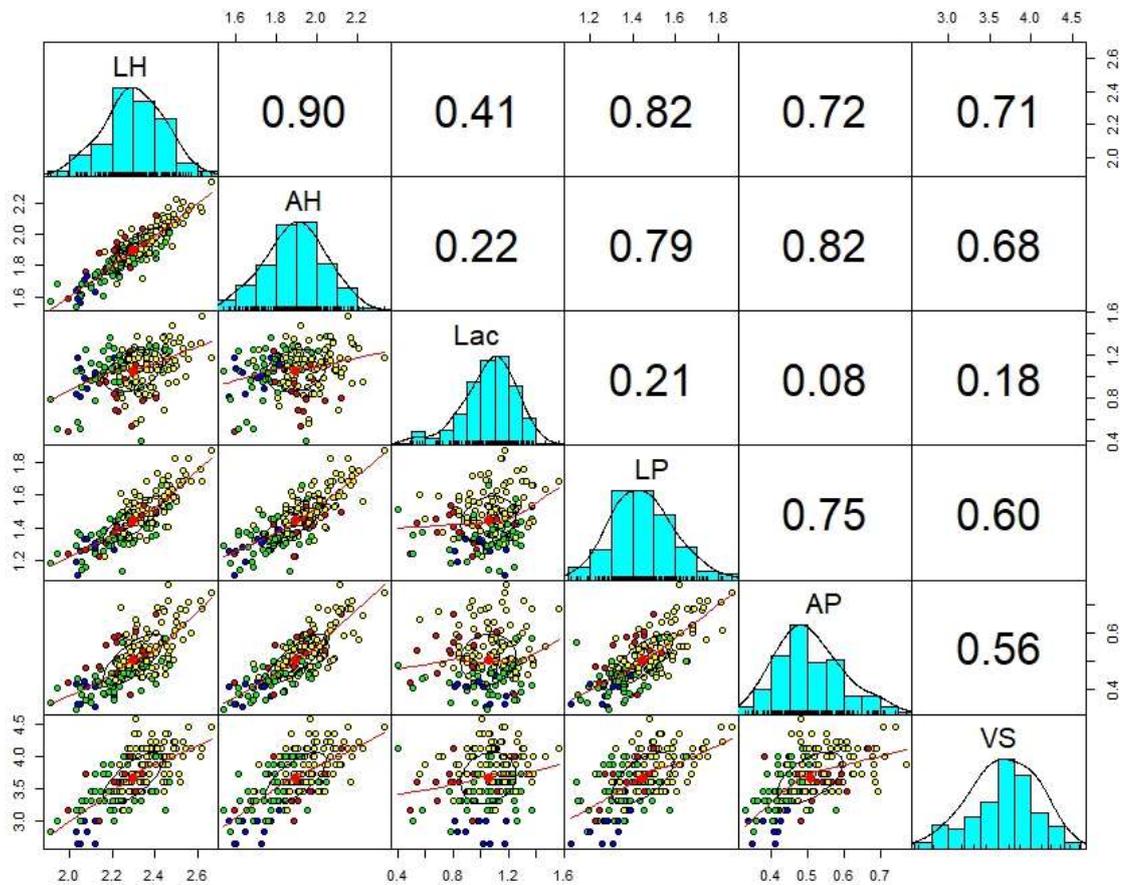
| Variab les | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 |
|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| LH | 0.259331 | -0.22222831 | 0.3454441 | -0.15390342 | 0.557287654 | -0.65557196 |
| AH | 0.2651951 | -0.10895956 | 0.4912785 | -0.58410682 | 0.046265112 | 0.57716853 |
| Lac | 0.1210675 | -0.92603966 | -0.3220132 | 0.01733837 | -0.136375479 | 0.07212392 |
| LP | 0.2320825 | -0.11828104 | 0.5191739 | 0.78322131 | 0.000165086 | 0.22174332 |
| AP | 0.1357337 | -0.01378632 | 0.3333814 | -0.14218748 | -0.817053109 | -0.42714179 |
| VS | 0.880611 | 0.2588677 | -0.3936199 | 0.03434296 | -0.033405525 | 0.01672788 |

Leyenda: Los valores en negrita indican la correlación (r) más alta en cada componente, **LH:** longitud de la hoja, **AH:** ancho de la hoja, **Lac:** long. del acumen, **LP:** long. del peciolo, **AP:** ancho del peciolo, **VS:** número de venas secundarias.

4.3. Análisis de correlación, distribución normal y dispersión

El carácter con mayor correlación fue la Longitud de la hoja (LH), la cual está fuertemente correlacionada con 4 de los otros 5 caracteres. La correlación más alta se dio entre la longitud de la hoja (LH) y el ancho de la hoja (AH) con 0.90. Así mismo, todas las variables se distribuyen normalmente y las variables VS (número de venas secundarias) y Lac (longitud del acumen) son la que más influencia tienen sobre la dispersión de los datos. (Figura 3)

Figura 3. Gráfica de correlaciones, normalidad y dispersión de las variables morfológicas cuantitativas.



Legenda: Correlaciones (arriba), normalidad (diagonal) y dispersión (abajo). En la dispersión: Fen. Glabra (azul), Fen. Guianensis (verde), Fen. Punctata (amarillo) y Fen. Tomentosa (rojo).

4.4. Análisis Discriminante Lineal (LDA) para los Fenotipos

De los cuatro fenotipos preestablecidos, el fenotipo Glabra y el fenotipo Punctata, son los que mejor se discriminan del resto (Figura 4 y 5). La variable Venas secundarias (VS) es la que mejor discrimina los especímenes en los fenotipos, seguido del Ancho del peciolo (AP) mostrando un clara separación y bajo traslape entre los fenotipos Glabra y Punctata, mientras que Glabra y Tomentosa se traslapan en mayor medida entre ellos y con parte de Punctata (Figura 6). El análisis con los datos de entrenamiento (*Training*) resultó en un 77.4% de clasificación correcta, mientras que en el análisis de los datos de prueba (*Testing*) fue del 67.1%.

El porcentaje de éxito (100 – error de clasificación) en la clasificación del total de los especímenes fue del 78.98% que corresponde a 139 especímenes de los 176 evaluados. Los fenotipos mejor clasificados fueron *Punctata* con un 90.2% y *Guianensis* con 79.3%. En cambio, los fenotipos *Glabra* y *Tomentosa* fueron correctamente clasificados solo en un 50% y 37.2%, respectivamente). (Anexo 1, Tabla 1).

El primer componente (LD1) explica el 81.9% de la variación total, el cual fue determinado por el ancho del peciolo (AP, varianza del -4.2) y el número de venas secundarias (VS: -2.13). El segundo componente explicó el 14.7% y fue determinado por ancho y largo del peciolo (AP y LP; var: -8.32 y 6.01, respectivamente). El 3.4% restante fue explicado por el tercer componente donde nuevamente el ancho y el largo del peciolo (var: 3.87 y 5.72, respectivamente) fueron los determinantes de la mayor variación en ese componente. (Anexo 1 Tabla 2)

Figura 4. Análisis discriminante lineal (LDA) para los fenotipos de *Minquartia guianensis*

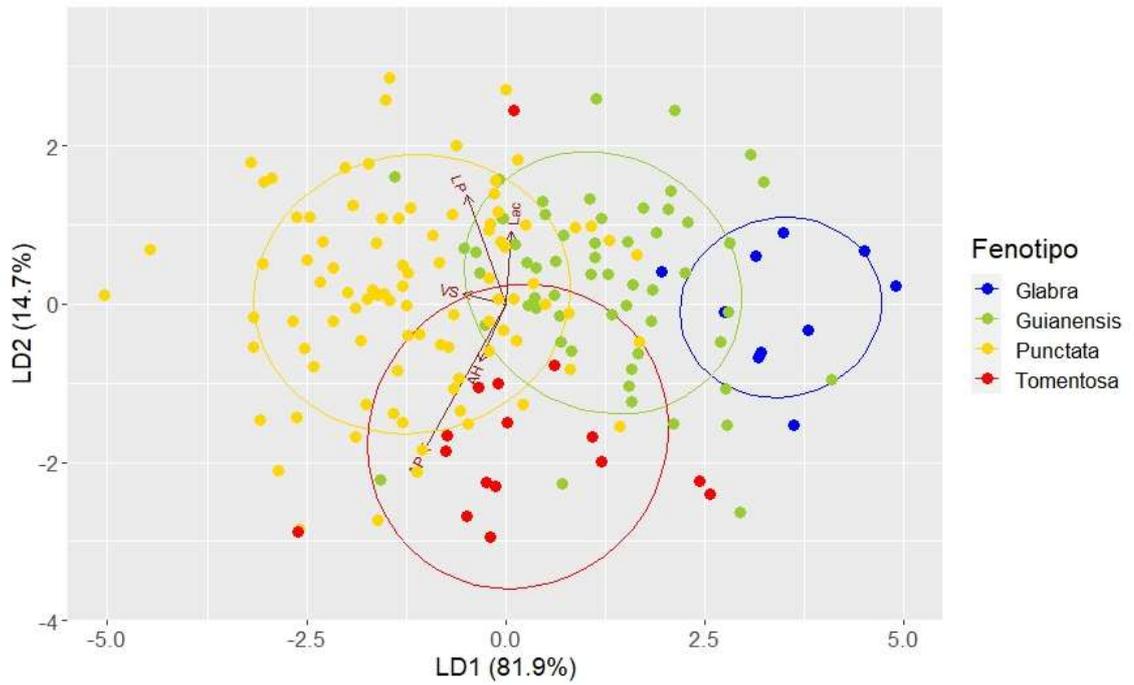


Figura 5. Distribución de los fenotipos de *Minquartia guianensis* en el primer componente (LD1)

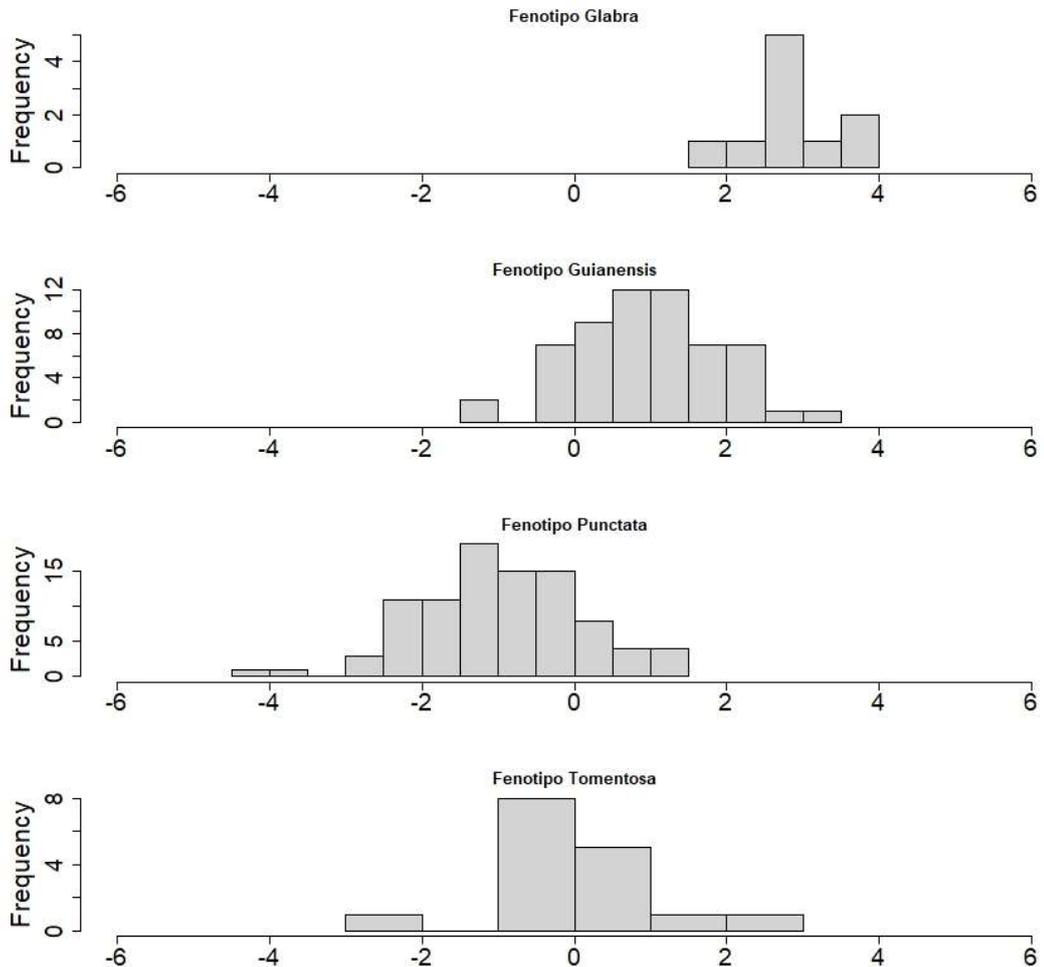
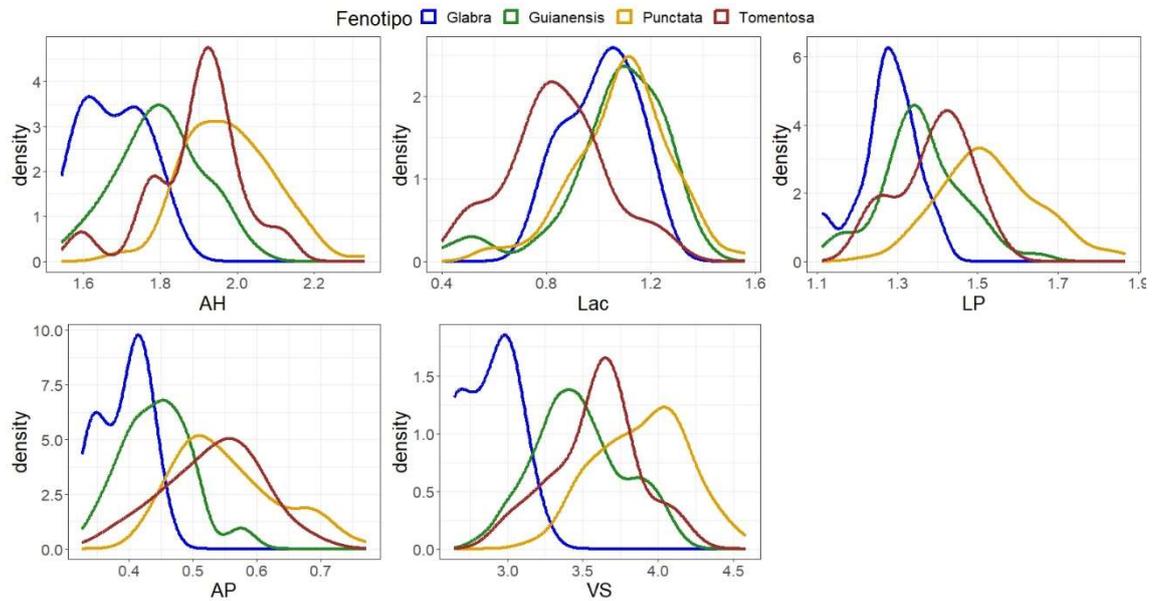


Figura 6. Distribución de los fenotipos en función de las variables en el LDA



4.5. Análisis Discriminante Lineal para los tipos de suelo

El análisis, utilizando como variable el tipo de suelo, no logra discriminar grupos. El porcentaje de predicción fue del 45.14%, lo que indica que sólo 79 de los 175 especímenes coincidió con su grupo preestablecido (Anexo 1, Tabla 3). Los análisis de entrenamiento y de prueba alcanzaron porcentajes bajos de clasificación efectiva, el Training logró 52.4% de efectividad y el Testing solo el 31.4%.

El primer componente explicó el 61% de la variación y las variables con mayor varianza fueron el Ancho del peciolo (var: 5.84) y número de venas secundarias (var: -2.56). El segundo componente explicó el 16% y la mayor varianza la obtuvieron el ancho del peciolo (var: 19.38) y el ancho de la hoja (var: -8.75). El tercer componente explicó el 13.7% donde el ancho el ancho de la hoja (var: -6.76) y la longitud del acumen (var: 3.93) fueron las variables con mayor varianza. Los componentes 4 y 5 sólo explicaron el

9.3% y las variables con mayor varianza fueron el largo del peciolo (var: 11.71, en el cuarto componente) y ancho de la hoja (var: -6.22, en el quinto componente). (Figura 7 y 8, Anexo 1, Tabla 4)

Al agrupar los especímenes por fenotipos, también se observa un elevado error de clasificación de los especímenes en cada fenotipo por tipo de suelo. La Tabla 6 muestra la variación en la asignación de los especímenes a los fenotipos previo y posterior al análisis. La clasificación final indica errores de clasificación entre un 60% y 150%. (Tabla 6)

Figura 7. LDA de tipos de suelo para los especímenes de *M. guianensis*

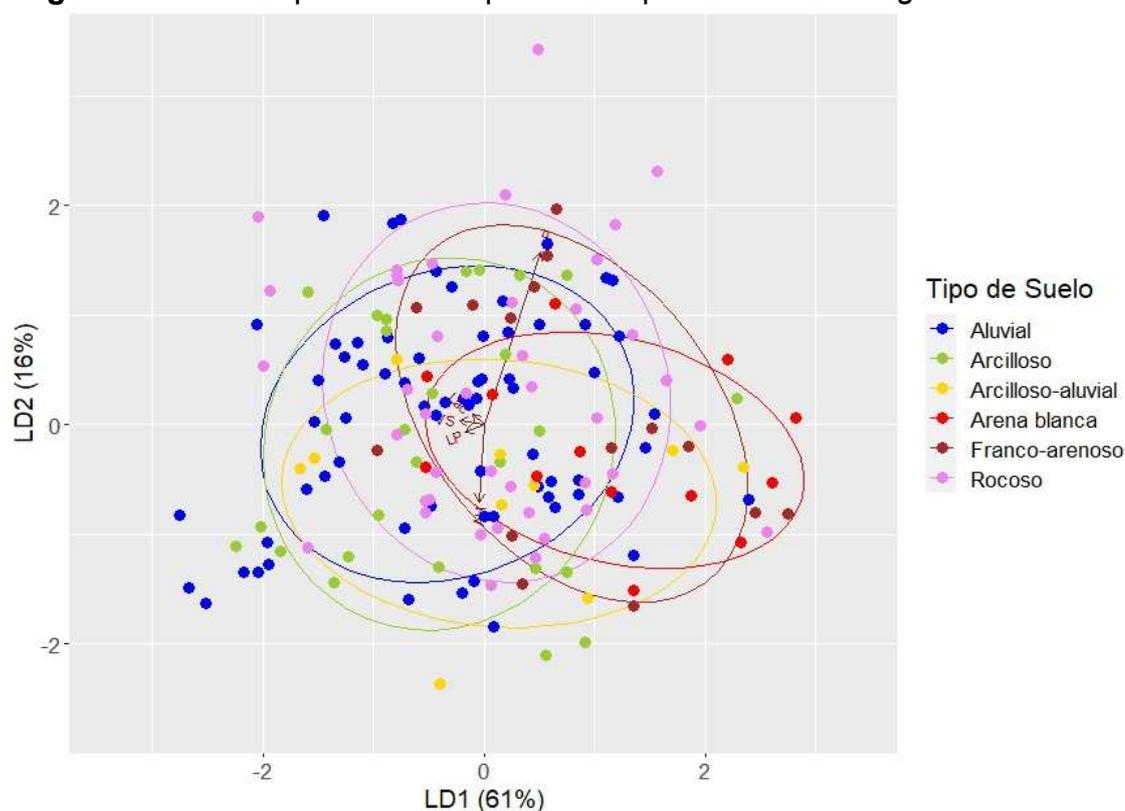
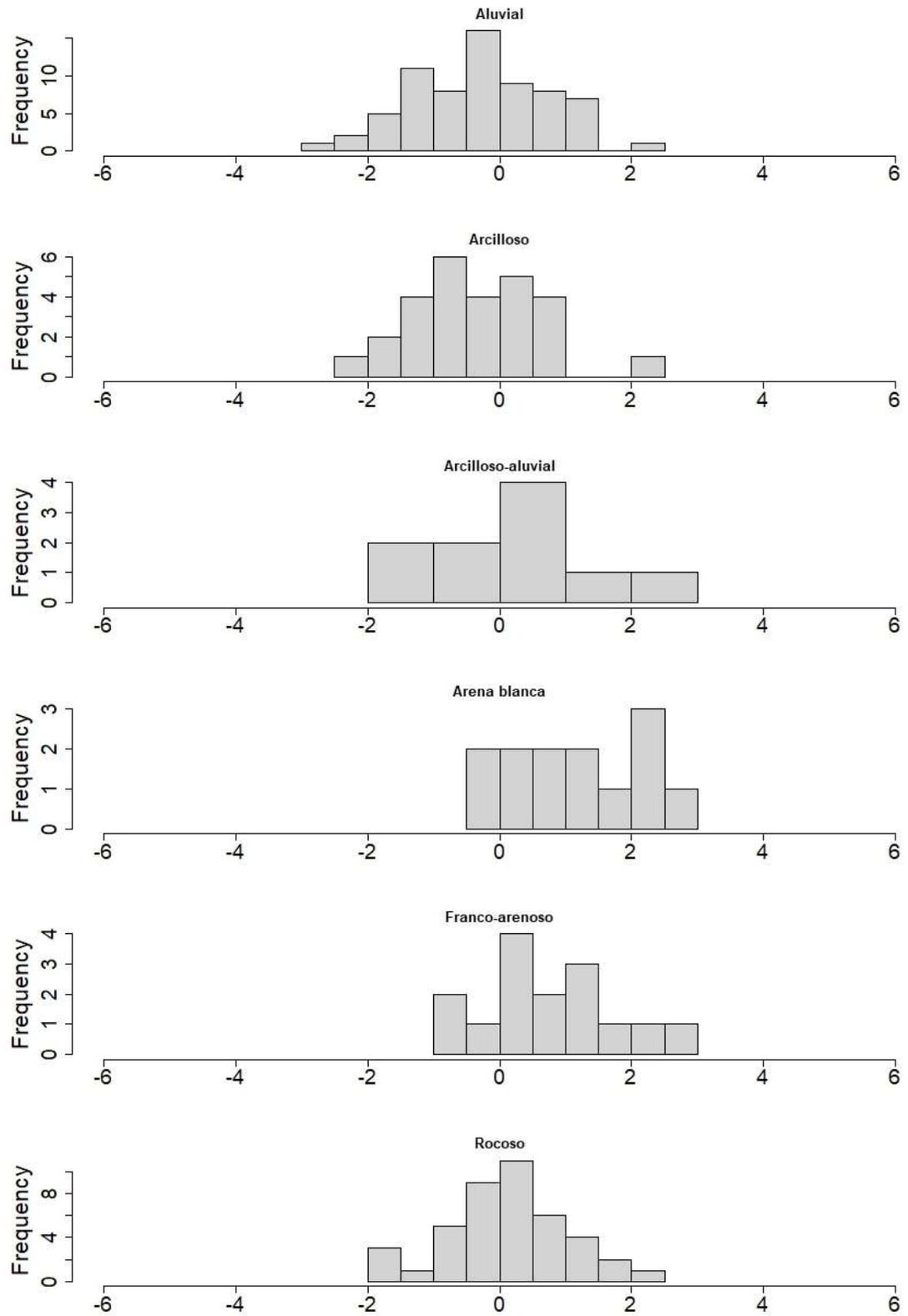


Tabla 6. Especímenes por Fenotipo clasificados en LDA del tipo de suelo

| | Aluvial | Arcilloso | Arcilloso-aluvial | Arena blanca | Franco-arenoso | Rocoso |
|------------|---------|-----------|-------------------|--------------|----------------|---------|
| Glabra | 0 (0)* | 0 (0) | 0 (0) | 3 (5) | 2 (0) | 0 (0) |
| Guianensis | 20 (50) | 10 (0) | 5 (0) | 8 (6) | 3 (2) | 19 (7) |
| Punctata | 45 (83) | 17 (0) | 5 (1) | 2 (0) | 8 (0) | 21 (14) |
| Tomentosa | 3 (1) | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 2 (4) | 2 (2) |

*Valor fuera del paréntesis: # de especímenes asignados antes del LDA, Valor dentro del paréntesis: # de especímenes clasificados por el LDA.

Figura 8. Distribución de los tipos de suelo de *Minquartia guianensis* en el primer componente (LD1)



4.6. Análisis Discriminante Lineal por cuencas hidrográficas

Los 175 especímenes fueron agrupados, previo al análisis, en 6 grupos por cuenca hidrográfica de acuerdo con sus datos de coordenadas y localidad. El análisis arrojó un porcentaje de predicción del 37.14%, lo cual indica que sólo 65 de 175 especímenes coincidieron con su clasificación inicial, los análisis de entrenamiento y prueba solo alcanzaron el 50%, obteniendo un 39% y 24%, respectivamente, lo que indica que la discriminación por cuenca hidrográfica no es posible (Anexo 1, Tabla 5).

El primer componente explica el 45% de la variación, donde las variables largo y ancho del peciolo (var: -4.87 y 3.39, respectivamente) tuvieron mayor varianza. El componente 2 explica el 29% de la variación y el ancho del peciolo (var: 13.59) y longitud del acumen (var: 2.85) tuvieron la mayor varianza. El componente 3 explica el 14% de variación, con el ancho del peciolo (var: -15.37) y el ancho de la hoja (var: 7.98) con las varianzas mayores. Los componentes 4 y 5, juntos explican el 12.4 % de variación, donde la mayor varianza (en ambos componentes) la obtuvo el ancho de la hoja (var: 6.06 y -10.18, respectivamente). (Figura 9 y 10, Anexo 1, Tabla 6)

La tabla 7 muestra la variación en la asignación de los especímenes a los fenotipos previo y posterior al análisis, donde se observa que el fenotipo Glabra se mantuvo constante, mientras que si hay cambios de asignaciones relevantes en los demás fenotipos. Estos resultados indican un porcentaje de error entre el 19% y 250%. (Tabla 7)

Figura 9. LDA por Cuenca hidrográfica para los especímenes de *M. guianensis*

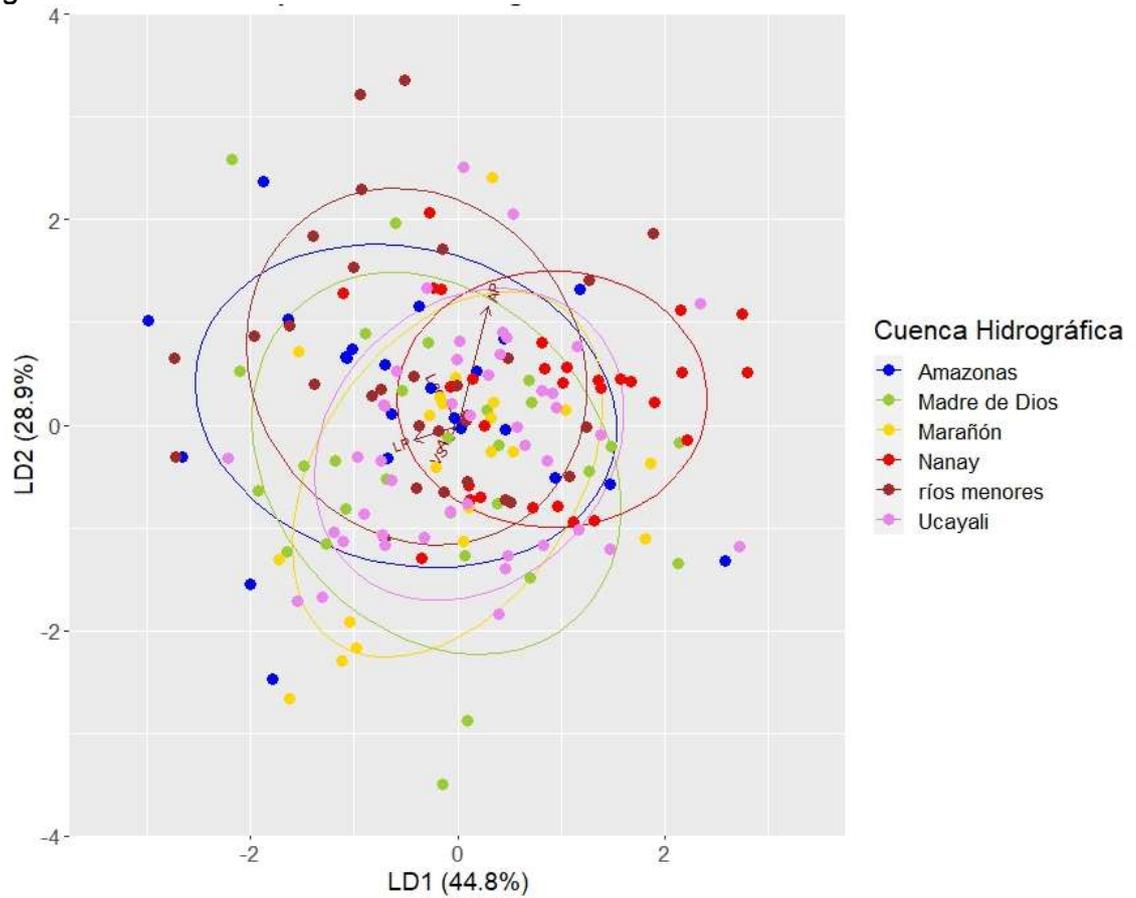
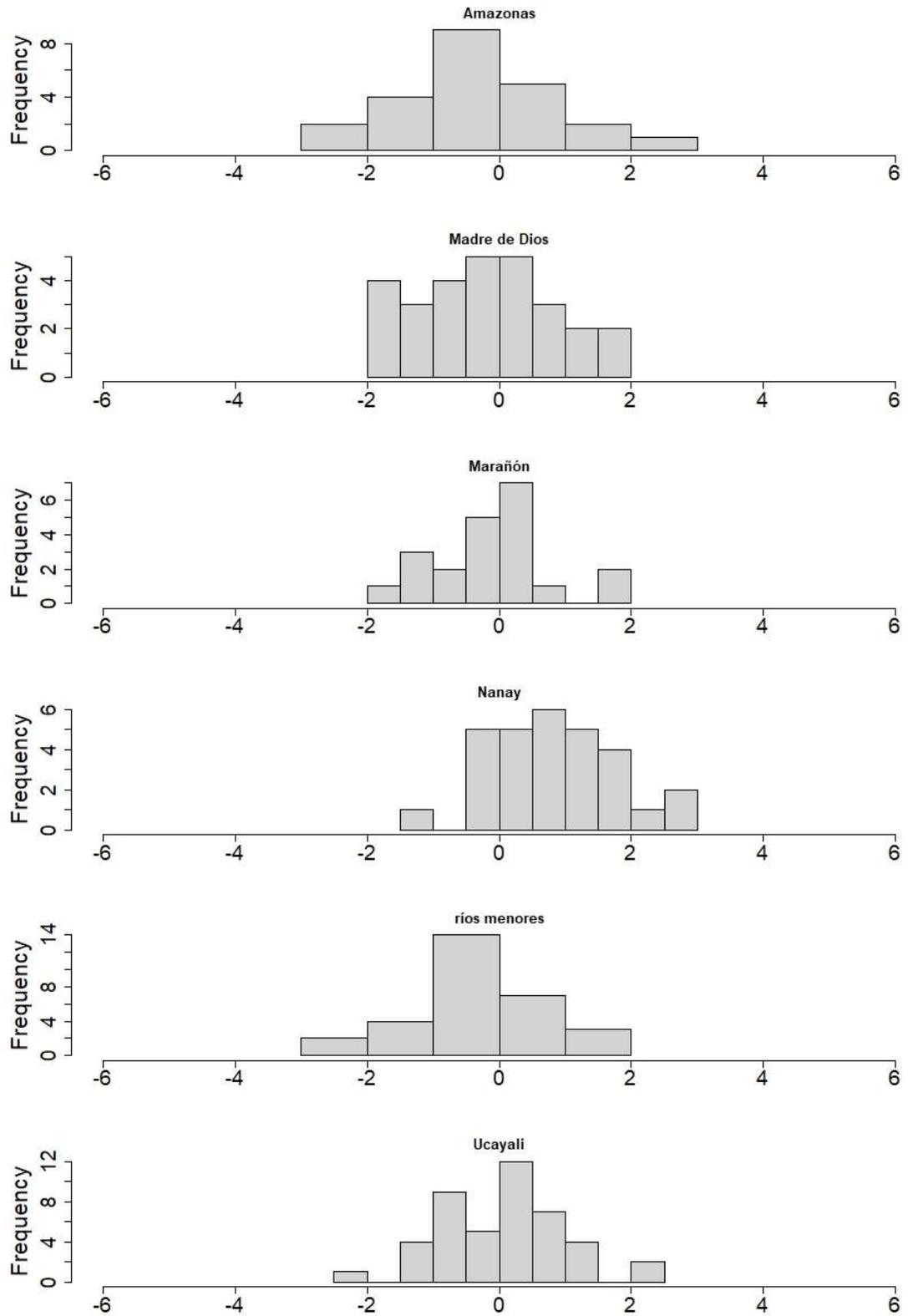


Tabla 7. Especímenes por Fenotipo clasificados en el LDA por Cuenca Hidrográfica

| | Amazonas | Madre de Dios | Marañón | Nanay | ríos menores | Ucayali |
|------------|----------|---------------|---------|---------|--------------|---------|
| Glabra | 0 (0) * | 0 (0) | 0 (0) | 5 (5) | 0 (0) | 0 (0) |
| Guianensis | 4 (0) | 12 (7) | 9 (0) | 12 (18) | 11 (2) | 17 (38) |
| Punctata | 19 (9) | 16 (19) | 12 (4) | 10 (2) | 18 (28) | 23 (36) |
| Tomentosa | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 2 (7) | 1 (0) | 4 (0) |

*Valor fuera del paréntesis: # de especímenes asignados antes del LDA, Valor dentro del paréntesis: # de especímenes clasificados por el LDA.

Figura 10. Distribución en el primer componente (LD1) de los especímenes de *Minquartia guianensis* por cuenca hidrográfica



4.7. Análisis de disimilaridad y PERMANOVA de los Fenotipos

Para los siguientes análisis se reasignaron los especímenes a sus grupos correspondientes, de acuerdo con la predicción del LDA de fenotipos. El análisis de disimilaridad nos muestra que el fenotipo Glabra tiene los mayores valores de disimilaridad (R) en relación con los otros tres fenotipos, siendo el más alto la disimilaridad con Punctata (0.99). Mientras que los fenotipos Guianensis y Tomentosa muestran valores de disimilaridad más bajas. Los valores p del PERMANOVA nos muestran que las diferencias entre los cuatro fenotipos son significativas ($p < 0.01$). (Tabla 8)

Tabla 8. Disimilaridad (R) y significancia de PERMANOVA (p) entre fenotipos

| | Fen. Glab | Fen. Guia | Fen. Punc | Fen. Tome |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Fen. Glab | - | 0.7124 | 0.9955 | 0.8320 |
| Fen. Guia | 0.00015 | - | 0.5656 | 0.3802 |
| Fen. Punc | 0.00015 | 0.00015 | - | 0.4974 |
| Fen. Tome | 0.00120 | 0.00210 | 0.00015 | - |

Leyenda: Los valores de Disimilaridad están en la parte superior y la significancia ($p < 0.01$) del PERMANOVA en la parte inferior.

4.8. Clave dicotómica y Descripción morfológica de los Fenotipos informalmente reconocidos

Se presenta una clave dicotómica y descripción morfológica de los fenotipos en base a sus caracteres morfológicos y morfométricos, utilizando los especímenes efectivamente discriminados para cada fenotipo. Los valores utilizados en la descripción representan el rango inferior y superior entre todos los especímenes evaluados para cada grupo, la lista de especímenes se encuentra en el Anexo 2, Tabla 3.

4.8.1. Clave dicotómica de los Fenotipos

1. Hojas glabras por ambas superficies, venas secundarias 7-8 pares
..... **Fen. Glabra**

1'. Hojas glabrescentes a pulverulentas o tomentosas en el envés, venas secundarias con 9 pares a más 2

2. Ramitas y envés de las hojas glabrescentes a dorado-ferrugíneo pulverulentas 3

2'. Ramitas jóvenes y envés de las hojas densamente ferrugíneo-tomentosas, venas secundarias de 9-13 pares **Fen. Tomentosa**

3. Ramitas jóvenes y envés de las hojas glabrescentes a disperso dorado-ferrugíneo pulverulentas, venas secundarias de 9-16 pares
..... **Fen. Guianensis**

3'. Ramitas jóvenes y envés de las hojas densamente dorado-ferrugíneo pulverulentas, venas secundarias de 10-21 pares **Fen. Punctata**

4.8.2. Descripciones morfológicas de los fenotipos informalmente reconocidos en este estudio

Fenotipo Glabra

Árbol hasta 21 m de alto, glabro a disperso dorado-ferrugíneo pulverulento en ramitas jóvenes. Hoja, lámina entre 8.13-13.16 × 3.74-5.49 cm, glabra por ambas superficies, ápice acuminado, acumen 0.6-1.5 cm de largo, venas secundarias de 7-8 pares. Pecíolo 1.3-2.14 × 0.12-0.16 cm, glabro a disperso dorado-ferrugíneo pulverulento. Inflorescencia espiga simple, 3.52-6.36 cm de largo, glabra. Fruto, drupa oblongo-elíptico a subgloboso, 1.95-2.57 × 1.65 cm, pedúnculo 3.73 mm de largo, de color verde [inmaduro]. Número de muestras revisadas: 6 (lista de especímenes en Anexo 3).

Fenotipo Guianensis

Árbol hasta 35 m de alto, glabrescente a dorado-ferrugíneo pulverulento en ramitas jóvenes. Hoja, lámina entre 9.88-25.38 × 3.48-9.36 cm, haz glabra, envés glabrescente a disperso dorado-ferrugíneo pulverulento, ápice acuminado, acumen 0.31-2.33 cm de largo, venas secundarias de 9-16 pares. Pecíolo 1.4-3.17 × 0.11-0.22 cm, glabrescente a dorado-ferrugíneo pulverulento. Inflorescencia espiga simple hasta 13.97 cm de largo, glabrescente a dorado-ferrugíneo pulverulento. Fruto drupa oblongo-elíptico, 2.6 × 1.16 cm, pedúnculo 2.9 mm de largo, de color verde amarillento [inmaduro], tornándose negros [al madurar]. Número de muestras revisadas: 65

Fenotipo Punctata

Árbol hasta 32 m de alto, dorado-ferrugíneo pulverulento en ramitas jóvenes. Hoja, lámina entre 14.92-46.33 × 5.19-21.53 cm, haz glabra, envés denso dorado-ferrugíneo pulverulento, ápice acuminado, acumen 0.25-3.64 cm de largo, venas secundarias de 10-21 pares. Pecíolo 2-7.38 × 0.18-0.49 cm, disperso a denso dorado-ferrugíneo pulverulento. Inflorescencia espiga simple a ramificada hasta 17.1 cm de largo, glabrescente a dorado-ferrugíneo pulverulento. Fruto drupa oblongo-elíptico, 1.52-3.23 × 0.91-2.23 cm, pedúnculo 2.36-4.88 mm de largo, de color verde [inmaduro] y rojo vinoso a negro [maduro]. Número de muestras revisadas: 98

Fenotipo Tomentosa

Árbol hasta 23 m de alto, disperso a denso ferrugíneo tomentoso en ramitas jóvenes. Hoja, lámina entre 8.78-19.64 × 4.86-8.81 cm, haz glabra, envés glabrescente a ferrugíneo tomentoso principalmente sobre las venas secundarias, ápice acuminado, acumen 0.34-1.37 cm de largo, venas secundarias de 9-13 pares. Pecíolo 1.37-2.85 × 0.15-0.29 cm, disperso dorado-ferrugíneo a denso ferrugíneo tomentoso. Inflorescencia espiga simple, hasta 6.52 cm de largo, disperso a denso dorado-ferrugíneo tomentoso. Fruto drupa oblongo-elíptico, 2.1 × 1.42 cm, pedúnculo 1.99 mm de largo, de color anaranjado rojizo cuando es inmaduro, tornándose de color negro al madurar. Número de muestras revisadas: 7

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. De los Fenotipos

Los resultados obtenidos en el análisis de agrupamiento (UPGMA) organiza los especímenes dentro de los cuatro fenotipos preestablecidos, a diferencia del PCA y el LDA (para los fenotipos) los cuales separan y colocan a *Glabra* y *Punctata* en los extremos (como los más distintos), teniendo a *Guianensis* y *Tomentosa* como fenotipos intermedios o traslapados con *Punctata*. Esto es debido a que en el primer agrupamiento (análisis jerárquico) se han utilizado las variables morfológicas y morfométricas para realizar el agrupamiento, dentro del cual las variables morfológicas, que son categóricas y ordinales, le dan mayor peso al agrupamiento preestablecido del cual se originaron. Mientras que en los otros análisis (PCA y LDA) solo utilizamos las variables morfométricas (continuas y discretas) y tienen menos influencia de los fenotipos (grupos) establecidos previamente.

El PERMANOVA nos indica que los cuatro grupos morfológicos preestablecidos son significativamente diferentes ($p < 0.01$). Los análisis de PCA y el LDA, especialmente el análisis de LDA valida dos grupos (*Glabra* y *Punctata*), las mismas que son discretamente diferenciados del resto. El Fenotipo *Glabra* es el que más se diferencia de los otros tres fenotipos. Confirmando lo observado por Vásquez⁽¹³⁾, quien reportó tres fenotipos para Loreto, donde el fenotipo “*Glabra*” es muy distinto de los otros dos fenotipos (*Glabrescente* y *Tomentosa*, sensu Vásquez⁽¹³⁾). Los fenotipos “*Glabra*” y *Tomentosa*” de Vásquez⁽¹³⁾ son equivalentes con los de este

estudio. Mientras que el Fenotipo Glabrescente, de acuerdo con la descripción, es más similar al que, en este estudio, se ha denominado Fenotipo Punctata (nombre asignado por su similitud con *Minuartia punctata* (Radl.) Sleumer, Tipo Ruiz & Pavon s.n). Mientras que el Fenotipo Guianensis en este estudio, es similar al descrito por Vásquez⁽¹³⁾ como *Minuartia guianensis sensu stricto*, cabe resaltar que este fenotipo concuerda morfológicamente con el ejemplar tipo de la especie *sensu stricto* Aublet s.n. de 1775.

Analizando la descripción revisada de Sleumer⁽⁵⁾, la cual es mucho más completa que la del protólogo de Aublet⁽⁴⁾, se puede observar que los caracteres morfométricos evaluados en nuestro estudio están dentro de los rangos morfométricos establecidos en la mencionada descripción. Sin embargo, es poco específico con las características relacionadas al indumento, mencionando que las ramas jóvenes son puberulentas con pelos ramificados, las hojas glabras por el haz y puberulentas en las nervaduras secundarias por el envés y las inflorescencias tomentulosas y herrumbrosas (término equivalente a ferrugíneo, ya que hace referencia al óxido de hierro) en todas sus partes. En nuestro estudio hemos identificado cuatro estados (glabro, disperso pulverulento, denso pulverulento y tomentoso⁽³⁶⁾) y dos tipos de indumento (homótrico y heterótrico), similar a lo reportado por Vásquez⁽¹³⁾. Si bien el indumento por sí solo no es un carácter importante para definir una especie, si es combinado con características morfométricas puede ser muy útil para distinguir variedades, formas, cultivares o subespecies⁽¹⁹⁾.

Los fenotipos mejor clasificados en el LDA por fenotipos (con menos del 25% de error) fueron Guianensis y Punctata, debido posiblemente a que fueron los dos fenotipos con mayor número de especímenes asignados; pero no podemos afirmar que exista una influencia directa del número de especímenes sobre la clasificación dentro de los fenotipos. Ya que, mientras las clases estén bien separadas y la distribución de las variables sea aproximadamente normal, así haya un bajo número de observaciones (como en el caso de Glabra y Tomentosa), el LDA será estable⁽⁴³⁾. También puede darse el caso de que, si tenemos una mayor cantidad de datos, estos podrían incrementar el rango de variación de ciertos caracteres y puede hacer que otras, queden subestimadas y afectar los resultados de los análisis morfológicos, por tal motivo la cantidad de datos es tan importante como la calidad de los mismos⁽⁴⁴⁾.

5.2. De los tipos de suelo y Cuenca hidrográfica

Nuestros resultados también mostraron que no es posible discriminar grupos de especímenes por tipo de suelo y cuenca hidrográfica, sus poblaciones no se encuentran aisladas geográficamente, es decir son poblaciones simpátricas. Este resultado sugiere que la variación morfológica observada en los fenotipos, tales como en las hojas (tamaño, venas secundarias y tipo de indumento) no está asociada con las condiciones del suelo en el cual se desarrolla, ni a la cuenca hidrográfica. Dado que los distintos fenotipos están presentes en casi todos los tipos de suelos registrados y en todas las cuencas consideradas. La excepción es

el fenotipo *Glabra* que sólo ha sido reportado sobre suelos de arena blanca en la ciudad de Iquitos. Sin embargo, las colecciones para este fenotipo aún son fragmentarias lo cual dificulta que se la reconozca formalmente como una nueva entidad taxonómica.

La variación morfológica es una respuesta que expresan las plantas en condiciones limitantes a cambios medioambientales, con el objetivo de adaptarse para alcanzar un óptimo desarrollo⁽⁴⁵⁾. Esta variación es algo común en algunas especies de amplia distribución como por ejemplo *Guatteria blepharophylla* Mart., cuya distribución abarca toda la zona amazónica desde Colombia y Venezuela hasta el norte de Bolivia y tiene una morfología muy variable, que va de hojas verruculosas a muy densamente verruculosas y base largamente atenuada hasta obtusa, así mismo su rango de variación en la base también fue observado en zonas geográficas más pequeñas (como por ejemplo, bosques de Jenaro Herrera)⁽⁴⁶⁾.

En el caso de nuestros fenotipos, si bien los factores ecológicos estudiados no parecen influir en la variación morfológica presente (a excepción del fenotipo *Glabra*), es posible que esta variación pueda estar asociada a otros factores tales como, las variaciones nutricionales del suelo, de humedad, de intensidad lumínica, temperatura, edad de la hoja, etc., lo cuales están más relacionados con procesos de adaptación⁽⁴⁵⁾.

Otra explicación de la poca influencia de los factores ecológicos considerados en este estudio, en la discriminación de los fenotipos es el hecho de que estamos tratando con poblaciones simpátricas, las cuales podrían tratarse de entidades (especies) distintas, cuyas poblaciones ocupan áreas geográficas similares; pero que los caracteres incluidos en este estudio no son suficientes para discriminarlos.

Estos cuatro fenotipos, a pesar de ser estadística y significativamente diferentes, en este estudio, no se las propone formalmente en ninguna categoría taxonómica. Se espera próximamente integrar otros tipos de información tales como características de las flores y los frutos, datos moleculares y ecológicos que analizados en conjunto podrían contribuir a corroborar de manera robusta su delimitación ya sea específica o infraespecífica.

CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos en el LDA y PERMANOVA, concluimos que existen diferencias morfológicas significativas entre los fenotipos de *Minquartia guianensis* Aubl.
- Se discriminó efectivamente dos fenotipos de *Minquartia guianensis* (Glabra y Punctata) en la Amazonía Peruana, en base a características morfológicas y morfométricas de las hojas.
- Los cuatro fenotipos preestablecidos son relativamente distantes entre ellos, siendo el fenotipo Glabra el que más distancia (disimilaridad) posee entre los fenotipos.
- El tipo de suelo y la cuenca hidrográfica no lograron discriminar los especímenes de *Minquartia guianensis*, debido posiblemente a la poca preferencia por algún tipo de suelo y cuenca hidrográfica en particular. Sin embargo, aún se está explorando otros análisis para ver si es posible realizarlo o se requiere de más datos adicionales y/o complementarios.
- El fenotipo Glabra es el único fenotipo con una preferencia por un tipo de suelo (arenoso) y cuenca hidrográfica (río Nanay); pero se requiere un estudio más específico y con mayor cantidad de especímenes para corroborarlo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda incorporar datos morfológicos de flores y frutos para tener una mayor cantidad de variables para reforzar los análisis.
- Realizar un seguimiento fenológico de los individuos previamente identificados en el campo, con la finalidad de obtener datos de floración y fructificación, así como especímenes fértiles.
- Complementar el análisis morfométrico con estudios filogenéticos basados en datos moleculares y datos ecológicos para poder responder con mayor claridad si estamos frente a un proceso de variabilidad fenotípica de una especie ampliamente distribuida o está constituida por más de una entidad taxonómica.
- Realizar un estudio sobre factores medioambientales que influyen en la variabilidad morfológica de *Minquartia guianensis* Aubl.

FUENTES DE INFORMACIÓN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tieghem PELv. Sur les Phanérogames sans graines, formant la division des Inséminées. Bull. Soc. Bot. France. 1897; 44: 99-139.
2. Nickrent DL, Malécot V, Vidal-Russel R, Der JP. A revised classification of Santalales. Taxon. 2010; 59(2) 538-558.
3. Stevens PF. Angiosperm Phylogeny Website, Ver. 14 (last updated 10/01/2022). [internet]. [consultado 29 abr 2022]. Disponible en: <http://mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
4. Aublet JBCF. Histoire des plantes de la Guiane Française Vol 2. London & Paris; 1775. p. 4-6.
5. Sleumer HO. Olacaceae, Flora Neotropica Monograph. 1984; 38: 1-158.
6. Ducke A. Plant es nouvelles ou peu connues de la region amazonienne VIII, Arch. Inst. Biol. Veg. 1935; 2: 27-73.
7. Sleumer HO. Vermischte Diagnosen III, Repert.Spec.Nov.Regni.Veg. 1936; 39(XXIII): 274-282.

8. Radlkofer L. Neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktierten Blättern und systematische Übersicht solcher, Sitzungsber. math.-phys. Classe Akad. Wissenseh. 1886; 16: S299-344.
9. Smith AC. *Plantae Krukovianae V*, Brittonia. 1936; 2: 145-164.
10. López CR., Cárdenas LD. Manual de identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia Colombiana. Ministerio del Medio Ambiente de Colombia y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2002. 100 pp.
11. Acosta SM. La Selva Noroccidente Ecuatoriano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas. 1970; 13(52) 499-533
12. Nebel G. *Minquartia guianensis* Aubl. Uso, Ecología y manejo en forestería y agroforestería. Folia Amazónica. 2000; 10(1-2) 201-223.
13. Vásquez R. Flórula de las Reservas biológicas de Iquitos, Perú: Allpahuayo-Mishana, Explornapo Camp, Explorama Lodge, 1997. 1046 p. (Rudas LIA, Taylor CM, editores. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden, Vol. 63).
14. Danila JS, Alejandro GJD. Leaf geometric morphometric analyses of *Callicarpa* and *Geunsia* (Lamiaceae) in the Malesian region, Biodiversitas. 2021; 22(10) 4379-4390.

15. Ávila DD, Ramírez-A VM, Pérez-L RD. Variación espacial de la morfología foliar en manglares de La Habana, Cuba, *Revista de Biología Tropical*. 2020, 68(2): 466-478.
16. De Morais DV, Nunes LA, da Mata VP, Costa MAP de C, Sodré G da S, de Carvalho CAL. Leaf geometric morphometrics among populations of *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub., *Bioscience Journal*. 2019; 35(6): 1789-1798.
17. Ticse JAT. Relación de la morfología foliar de *Polylepis rodolfovasquezii* Valenzuela & Villalba y *Polylepis incana* Kunth con la altitud y el número cromosómico en la región Junín, Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental, Huancayo. 2018; 159 p.
18. Liu Y, Li Y, Song J, Zhang R, Yan Y, Wang Y, Du FK. Geometric morphometric analyses of leaf shapes in two sympatric Chinese oaks: *Quercus dentata* Thunberg and *Quercus aliena* Blume (Fagaceae). *Annals of Forest Science*. 2018; 75: 90-12 p.
19. Bianco RL, Mirabella F. Use of leaf and fruit morphometric análisis to identify and classify white mulberry (*Morus alba* L.) Genotypes, *Agriculture* 2018; 8: 157-9 p.

20. Del Castillo-Batista AP, Ponce-Saavedra J, Montero-Castro JC. Análisis morfométrico de *Cestrum guatemalense*, *C. mexicanum* y *C. pacayense* (Solanaceae), Revista Mexicana de Biodiversidad. 2017; 88: 56-64.
21. Aguirre-Zárate R. Morfometría y taxonomía del complejo *Dahlia coccinea* Cav. (Asteraceae) en el estado de Hidalgo, México, Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias en biodiversidad y conservación. 2017; 64 p.
22. Aldana DR, García-Dávila CR, Hidalgo CG, Flores GR, Del Castillo D, Reynel C, Pariente E, Honorio EN. Análisis morfométrico de las especies de *Dipteryx* en la Amazonía Peruana, Folia Amazónica. 2016; 25(2): 101-118.
23. Mirouze E, Staquet A, Vezy R. Morphometric and morphological analyses of leaves in two species of Araceae: *Montrichardia linifera* and *Montrichardia arborescens* among different French Guiana populations, Journal of Ecofog. 2012; 3: 1-15
24. Fernandes E do N. Taxonomia e Morfometria foliar de *Tapura amazonica* Poepp. & Endl. (Dichapetalaceae), dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em botânica, Brasília-DF. 2012; 77 p.

25. Burns SL, Cellini JM, Lencinas MV, Pastur GJM, Rivera SM.
Descripción de posibles híbridos naturales entre *Nothofagus pumilio* y *N. antártica* en Patagonia Sur (Argentina), Bosque. 2010; 31(1): 9-16.
26. Macbride JF. Flora of Perú, Additions and corrections. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 1938; 13(2/3): 1126-1136.
27. Brako L, Zarucchi JL. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. c1993; 1286 p. (Crosby MR, editor. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden; Vol. 45).
28. Henderson A. Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics. Botanical Journal of the Linnean Society. 2006; 151: 103-111.
29. Alvarado R. Sistemática, Taxonomía, Clasificación y nomenclatura. COL-PA. 1966; 9: 3-8.
30. Zachos FE. Species Concepts in Biology, Historical Development, Theoretical Foundations and Practical Relevance. 2016, Springer International Publishing, Switzerland. 220 pp.
31. De Queiroz K. Species concepts and species delimitation. Systematic Biology. 2007; 56, 879-886.

32. de Sousa-Paula LC, Pessoa FAC, Otranto D, Dantas-Torres F. Beyond taxonomy: species complexes in New World phlebotomine sand flies. *Medical and Veterinary Entomology*. 2021; 35: 267-283.
33. Braby MF, Eastwood R, Murray N. The subspecies concept in butterflies: has its application in taxonomy and conservation biology outlived its usefulness? *Biological Journal of the Linnean Society*. 2021; 106: 699-716.
34. Gómez-Lopera N, López-Gallego C. Estimación de heredabilidad y correlaciones genéticas en caracteres morfológicos y fisiológicos para una población de *Zamia obliqua* A. Br. (Zamiaceae: Cycadales). *Actualidades Biológicas*. 2014; 36(101): 137-148.
35. NHGRI. Talking Glossary of Genomic and Genetic Terms [Internet]. [consultado 29 abr 2022]. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary>
36. Font Quer P. *Diccionario de Botánica*. 2da edición. Barcelona: 2000; 1244p.
37. Beentje H. *The Kew Plant Glossary, an Illustrated dictionary of plant terms*. 2da edición. Kew Publishing: 2016; 200 p.

38. Gonzales AM. Image J: una herramienta indispensable para medir el mundo biológico. FOLIUM Relatos botánicos. 2018; 1: 6-17.
39. GeoGPSPerú, Mapa de Suelos del Perú – ONERN 2015. [Internet]. [consultado 1 mar 2023]. Disponible en:
<https://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-suelos-onern.html>
40. The R Foundation. The R Project for Statistical Computing. [Internet]. [consultado 1 mar 2023]. Disponible en: <https://www.r-project.org>
41. Posit Software. RStudio IDE. [Internet]. [consultado 1 mar 2023]. Disponible en: <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>
42. Gower JC. A General Coefficient of Similarity and some of its Properties. Biometrics 1971; 27(4): 857-871.
43. Li T, Zhu S, Ogihara M. Using discriminant análisis for multi-class classification: an experimental investigation. Knowledge and Information Systems. 2006; 10(4): 453-472.
44. Rojas RR, Mora WV, Lozano EP, Herrera ERT, Heymann EW, Bodmer R. Ontogenetic skull variation in an Amazonian population of lowland tapir, *Tapirus terrestres* (Mammalia: Perissodactyla) in the departamento of Loreto, Peru. Acta Amazonica. 2021; 51(4): 311-322.

45. Navarro Ruiz P. Variación en la morfología foliar de especies mediterráneas procedentes de sitios con diferente disponibilidad de suelo y agua. *Naturzale* 2004; 18: 169-193.

46. Maas PJM, Westra LYT, Arias-Guerrero S, Lobão AQ, Scharf U, Zamora NA, Erkens RHJ. Confronting a morphological nightmare: revision of the Neotropical genus *Guatteria* (Annonaceae). *Blumea* 2015; 60: 1-219.

ANEXOS

Anexo 1. Estadística complementaria

Tabla 1. Matriz de predicciones del LDA por Fenotipos

| Fenotipo Inicial | Fenotipo Predicho | | | | Total inicial | % Efectividad |
|-----------------------|-------------------|-----------|-----------|----------|---------------|---------------|
| | Glab | Guia | Punc | Tom e | | |
| Glabra | 5 | 5 | 0 | 0 | 10 | 50% |
| Guianensis | 1 | 46 | 9 | 2 | 58 | 79.3% |
| Punctata | 0 | 9 | 83 | 0 | 92 | 90.2% |
| Tomentosa | 0 | 5 | 6 | 5 | 16 | 37.2% |
| Total predicho | 6 | 65 | 98 | 7 | 176 | |

Error de predicción = 21.02 % (Efectividad 78.98%)

Tabla 2. Varianza de las variables en cada componente del LDA por Fenotipos

| Variables | LD1 | LD2 | LD3 |
|------------|-------------------|------------------|------------------|
| AH | -1.3101258 | -3.211 | 0.5534333 |
| Lac | 0.3073546 | 4.022262 | 0.5859121 |
| LP | -1.9939702 | 6.014581 | 5.7251616 |
| AP | -4.2039411 | -8.324865 | 3.8706173 |
| VS | -2.1282651 | 0.578171 | -2.9016542 |

Leyenda: Los valores en negrita indican las varianzas más altas en cada componente (AH: ancho de la hoja, Lac: Long. del acumen, LP: Long. del peciolo, AP: ancho del peciolo, VS: número de venas secundarias).

Tabla 3. Matriz de predicciones del LDA por tipos de suelo

| Suelo inicial | Suelo predicho | | | | | | Total Inicial | % Efectividad |
|-----------------------|----------------|----------|------------|-------------|------------|-----------|---------------|---------------|
| | Aluv. | Arci. | Arc.-aluv. | Aren. blan. | Fran.-are. | Roc. | | |
| Aluvial | 60 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6 | 68 | 88.2% |
| Arcilloso | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 27 | 0% |
| Arc.-aluvial | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 10 | 10% |
| Arena blanca | 7 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 13 | 46% |
| Franco-arenoso | 7 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 15 | 20% |
| Rocoso | 31 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 42 | 21.4% |
| Total Predicho | 134 | 0 | 1 | 11 | 6 | 23 | 175 | |

Error de predicción = 54.86 % (Efectividad 45.14%)

Tabla 4. Varianza de las variables en cada componente del LDA por Tipos de suelo

| Variables | LD1 | LD2 | LD3 | LD4 | LD5 |
|-----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| AH | -0.5248448 | -8.7531108 | -6.7566767 | -6.660006 | -6.2161646 |
| Lac | -1.2407086 | 1.1961609 | 3.9286278 | -0.5808062 | -2.9914905 |
| LP | -1.9965932 | -0.8624722 | -1.1201582 | 11.7120137 | -0.8679667 |
| AP | 5.8454272 | 19.3816379 | 1.9322865 | -4.133454 | 1.1231574 |
| VS | -2.563601 | 0.4422814 | 0.7082689 | -0.6160313 | 2.2087915 |

Tabla 5. Matriz de predicciones del LDA por cuenca hidrográfica

| Cuenca inicial | Cuenca predicha | | | | | Total inicial | % Efectividad | |
|-----------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|-----------|---------------|---------------|--------------|
| | Amaz. | M. Dios | Mara. | Nanay | ríos men. | | | Ucay. |
| Amazonas | 4 | 4 | 0 | 4 | 5 | 6 | 23 | 17.4% |
| Madre de Dios | 1 | 9 | 1 | 4 | 5 | 8 | 28 | 32.1% |
| Marañón | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 13 | 21 | 9.5% |
| Nanay | 2 | 3 | 0 | 13 | 3 | 8 | 29 | 44.8% |
| ríos menores | 0 | 3 | 0 | 3 | 11 | 13 | 30 | 36.7% |
| Ucayali | 0 | 5 | 1 | 7 | 5 | 26 | 44 | 59.1% |
| Total predicho | 9 | 26 | 4 | 32 | 30 | 74 | 175 | |

Error de predicción = 62.86% (Efectividad 37.14%)

Tabla 6. Varianza de las variables en cada componente del LDA por cuenca hidrográfica

| Variables | LD1 | LD2 | LD3 | LD4 | LD5 |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| AH | -0.4642461 | -0.4808396 | 7.979286 | 6.056938 | -10.1828369 |
| Lac | -1.4007061 | 2.8495236 | 1.002923 | -4.151306 | -0.479507 |
| LP | -4.8691047 | -1.7276301 | 4.082385 | 1.921642 | 9.9108842 |
| AP | 3.3927317 | 13.5948351 | -15.372005 | -1.812658 | 2.2562914 |
| VS | -1.4165232 | -2.0911114 | -2.078393 | -1.24475 | -0.4594727 |

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 1. Lista de variables morfológicas cuantitativas y cualitativas y sus abreviaciones

| N° | Carácter morfológico cuantitativo | Abreviaturas | Unidades | Uso |
|----|--|--------------|----------|-------------|
| 1 | Largo de la lámina foliar | LH | cm | Análisis |
| 2 | Ancho de la lámina foliar | AH | cm | Análisis |
| 3 | Longitud del ácumen | Lac | cm | Análisis |
| 4 | Número de venas secundarias | VS | | Análisis |
| 5 | Largo del peciolo | LP | cm | Análisis |
| 6 | Ancho (parte media) del peciolo | AP | cm | Análisis |
| 7 | ángulo de las VS en relación con la VM | ang.VS | grados | descripción |
| 8 | Longitud de la inflorescencia | Linf. | cm | descripción |
| 9 | Longitud del pedúnculo | Lpd | mm | descripción |
| 10 | Número de flores por fascículo | fxf | | descripción |
| 11 | Cáliz (largo) | LK | mm | descripción |
| 12 | Cáliz (ancho) | AK | mm | descripción |
| 13 | Número de dientes (cáliz) | #dK | | descripción |
| 14 | Pétalos (long. del tubo) | LtC | mm | descripción |
| 15 | Pétalos (número de lóbulos) | #lbC | | descripción |
| 16 | Pétalos (long. del lóbulo) | LlbC | mm | descripción |
| 17 | Número de estambres alternipétalos | Eap | | descripción |
| 18 | Número de estambres epipétalos | Eep | | descripción |
| 19 | Diámetro de la Antera | Dant | mm | descripción |
| 20 | Longitud del estilo | Lsty | mm | descripción |
| 21 | Número de lóbulos del estigma | #lbstg | | descripción |
| 22 | Largo del fruto | LFr | cm | descripción |
| 23 | ancho del fruto | Afr | cm | descripción |
| 24 | Longitud del pedúnculo del fruto | LpdFr | mm | descripción |
| 25 | Espesor del endocarpio | Gend | mm | descripción |
| 26 | Número de surcos en la semilla | #sSEM | | descripción |
| N° | Carácter morfológico cualitativo | Abreviaturas | Unidades | Uso |
| 27 | Tipo de ápice | Ápc | | descripción |
| 28 | Tipo de base | Bas | | descripción |
| 29 | Tipo de indumento - Ramas jóvenes | Ind.ram. | | descripción |
| 30 | Tipo de indumento - hojas (haz) | Ind.Hh | | descripción |
| 31 | Tipo de indumento - hojas (envés) | Ind.Henv | | descripción |
| 32 | Tipo de indumento - Peciolo | Ind.P | | descripción |
| 33 | Tipo de indumento - inflorescencia | Ind.inf | | descripción |

| | | | |
|----|---|--------|-------------|
| 34 | Tipo de indumento - Pétalos de la flor | Ind.Cf | descripción |
| 35 | Tipo de venación | VEN | descripción |
| 36 | Perfil de la vena media (haz) | PVMh | descripción |
| 37 | Perfil de la vena media (envés) | PVMenv | descripción |
| 38 | Perfil de las venas secundarias (haz) | PVSh | descripción |
| 39 | Perfil de las venas secundarias (envés) | PVSenv | descripción |
| 40 | Disposición y visibilidad de venas terciarias (haz) | VTh | descripción |
| 41 | Disposición y visibilidad de venas terciarias (envés) | Vtenv | descripción |
| 42 | Estructura de la inflorescencia (simple o ramif.) | INFL | descripción |
| 43 | forma del ovario | OVA | descripción |
| 44 | forma del fruto | Fr | descripción |

Tabla 3. Lista de especímenes de *Minquartia guianensis* s. l.

| N° | Espécimen | FENOTIPO FINAL | Colector | País | Región | Provincia | Distrito | Localidad | Hábitat | suelo | Cuenca Hidrográfica. | Coord. S | Coord. E |
|----|-----------|----------------|--------------|--------|------------|------------------|------------|---|--|----------------|----------------------|-----------|------------|
| 1 | BK6914 | Glabra | B.A. Krukoff | Brasil | Amazonas | Humayta | Livramento | Cerca de Livramento, río Livramento | bosque de tierra firme | NA | NA | NA | NA |
| 2 | MR4037 | Glabra | M. Rimachi | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Carr. Picuruyacu, río Nanay, trail of granja Almirante Grau | bosque de tierra firme | franco-arenoso | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 3 | MR4529 | Glabra | M. Rimachi | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Carr. Picuruyacu, río Nanay | bosque de tierra firme | franco-arenoso | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 4 | MR8126 | Glabra | M. Rimachi | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Carr. Zungarococha, cerca a quebrada Shushuna | | arena blanca | Nanay | -3.827331 | -73.363023 |
| 5 | RV18169 | Glabra | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Allpahuayo, Estación Biol. IAP, parcela de 25 ha. | | arena blanca | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 6 | RV4041 | Glabra | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | | Mishana, río Nanay, transecto 11 y 12 | bosque primario | arena blanca | Nanay | -3.916667 | -73.583333 |
| 7 | AG25528 | Guianensis | A. Gentry | Perú | San Martín | Mariscal Cáceres | Tocache | Carr. Tocache nuevo río arriba del valle del Huallaga, cerca de Limón | bosque maduro y disturbado y borde de bosque | rocoso | Huallaga | -8.166667 | -76.533333 |
| 8 | AG25534 | Guianensis | A. Gentry | Perú | San Martín | Mariscal Cáceres | Tocache | Carr. Tocache nuevo río arriba del valle del Huallaga, cerca de Limón | bosque maduro y disturbado y borde de bosque | rocoso | Huallaga | -8.166667 | -76.533333 |
| 9 | AG25906 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Loreto | Maynas | | Comunidad Mishana, río Nanay entre | bosque de tierra firme | arena blanca | Nanay | -3.833333 | -73.5 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|------------|---------------|------|---------------|-----------|------------|---|-------------------------------------|-------------------|---------------|------------|------------|
| | | | | | | | | Iquitos y Santa María de Nanay | | | | | |
| 10 | AG26071 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Loreto | Maynas | | Comunidad Mishana, río Nanay entre Iquitos y Santa María de Nanay | bosque de tierra firme | arena blanca | Nanay | -3.833333 | -73.5 |
| 11 | AG39442 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Loreto | Maynas | | Comunidad Mishana, río Nanay entre Iquitos y Santa María de Nanay | bosque de tierra firme | arena blanca | Nanay | -3.866667 | -73.5 |
| 12 | AG46167 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | | bosque de tierra firme | arcilloso | Madre de Dios | -12.816667 | -69.3 |
| 13 | AG51082 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Camp. Turístico Tambopata, entre río Tambopata y La Torre | bosque de tierra firme | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.816667 | -69.716667 |
| 14 | AG61951 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | RNAP, 39km SO de Iquitos carr. a Nauta | | arcilloso | Nanay | -3.833333 | -73.416667 |
| 15 | AG63357A | Guianensis | A. Gentry | Perú | Pasco | | | Shiringamazu, ca 20 km S de Iscozacín, Valle del río Palcazu | bosque húmedo | arcilloso | Palcazu | -10.333333 | -75.166667 |
| 16 | AG76537 | Guianensis | A. Gentry | Perú | Loreto | Maynas | Tamshiyacu | Constancia, Quebrada Tamshiyacu | bosque alto | arcilloso | Amazonas | -4.25 | -72.75 |
| 17 | AM14329 | Guianensis | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Estación biológica Paujil | bosque primario muy húmedo tropical | rocoso | Palcazu | -10.340556 | -75.253056 |
| 18 | AM14397 | Guianensis | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, | bosque primario muy húmedo tropical | rocoso | Palcazu | -10.340556 | -75.253056 |

| | | | | | | | | Estación biológica Paujil | | | | | |
|----|---------|------------|---------------|------|---------------|------------------|----------------|--|--|-------------------|---------------|------------|-------------|
| 19 | AM14733 | Guianensis | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Estación biológica Paujil | bosque primario muy húmedo tropical | rocoso | Palcazu | -10.340556 | -75.253056 |
| 20 | AM29871 | Guianensis | A. Monteagudo | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Tambopata | RN. Tambopata, Parcela TAM-07 | bosque de tierra firme | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.816667 | -69.261056 |
| 21 | AM5339 | Guianensis | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, frente a la estación biológica Paujil | bosque primario | rocoso | Palcazu | -10.316667 | -75.25 |
| 22 | AM9062 | Guianensis | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Parcela permanente 0.1 ha | bosque primario muy húmedo tropical | rocoso | Palcazu | -10.310417 | -75.288556 |
| 23 | CG4482 | Guianensis | C. Grández | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Arboretum CI Forestal UNAP, Puerto Almendras | bosque primario no inundable | franco-arenoso | Nanay | -3.8 | -73.416667 |
| 24 | EA12951 | Guianensis | E. Asplund | Perú | Huánuco | Huánuco | Tingo María | | bosque | rocoso | Ucayali | -9.299638 | -75.957688 |
| 25 | FC69 | Guianensis | F. Chavez | Perú | Ucayali | Coronel Portillo | Campo Verde | km 36, carr. Federico Basadre | purma de 10 años | arcilloso | Ucayali | -8.484138 | -74.830895 |
| 26 | GFL3363 | Guianensis | G. Flores | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Iricahua, a 16.9 km al NO de Jenaro Herrera | bosque inundable estacional (tahuampa) | aluvial | Ucayali | -4.81757 | -73.7962875 |
| 27 | GFL4030 | Guianensis | G. Flores | Perú | San Martín | Mariscal Cáceres | Huicungo | PN Río Abiseo a 0.45 km al NO del PCV El Churo | bosque de tierra firme | rocoso | Huallaga | -7.44552 | -76.89757 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|------------|----------------|------|--------|----------|----------------|---|-------------------------------|-----------|----------|------------|------------|
| 28 | GFL5899 | Guianensis | G. Flores | Perú | Loreto | Ucayali | Pampa Hermosa | Río Cushabatay a 9.97 km al NOO del PCV Pauya | bosque de tierra firme | arcilloso | Ucayali | -7.27225 | -75.67431 |
| 29 | GFL5987 | Guianensis | G. Flores | Perú | Loreto | Ucayali | Pampa Hermosa | Río Cushabatay a 9.97 km al NOO del PCV Pauya | bosque de tierra firme | arcilloso | Ucayali | -7.27225 | -75.67431 |
| 30 | GK1159 | Guianensis | G. Klug | Perú | Loreto | Maynas | | Mishuyacu | bosque | arcilloso | Amazonas | -3.712407 | -73.258751 |
| 31 | IH11015 | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Sector Paujil-quebrada Venado. Parcela RAINFOR 3 | bosque de tierra firme | rocoso | Palcazu | -10.346389 | -75.259167 |
| 32 | IH11839 | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Sector Paujil-quebrada Venado. Parcela RAINFOR 3 | bosque de tierra firme | rocoso | Palcazu | -10.346389 | -75.259167 |
| 33 | IH11954 | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, sector Paujil | bosque de tierra firme | rocoso | Palcazu | -10.346389 | -75.259167 |
| 34 | IH5300 | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Estación Experimental Jenaro Herrera IIAP | bosque primario, terraza alta | aluvial | Ucayali | -4.878611 | -73.629639 |
| 35 | IH5300A | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Centro de Investigaciones Jenaro Herrera IIAP | terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.91772 | -73.65708 |
| 36 | IH5370 | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Estación Experimental Jenaro Herrera IIAP | bosque primario, terraza alta | aluvial | Ucayali | -4.878611 | -73.629639 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------|------------|-------------------|------|------------------|---------------------|---------------------|---|--|-----------------------|------------------|----------------|------------|
| 37 | IH5464 | Guianensis | I. Huamantup a | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Estación Experimental Jenaro Herrera IIAP | bosque primario, terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.878611 | -73.629639 |
| 38 | JR30 | Guianensis | J. Ruiz | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Puerto Almendras | bosque primario no inundable | franco- arenoso | Nanay | -3.8 | -73.416667 |
| 39 | JS3922 | Guianensis | J. Schunke | Perú | San Martín | Mariscal Cáceres | Tocache Nuevo | Quebrada de Shichimi (Fundo Retiro) | bosque alto | rocoso | Huallaga | -8.166667 | -76.533333 |
| 40 | JS7455 | Guianensis | J. Schunke | Perú | San Martín | Mariscal Cáceres | Tocache Nuevo | Fundo Melodía (camino a Shunté, margen derecha del río Tocache) | bosque alto | rocoso | Huallaga | -8.166667 | -76.533333 |
| 41 | JS8296 | Guianensis | J. Schunke | Perú | San Martín | Mariscal Cáceres | Tocache Nuevo | Fundo Jeroglífico del Sr. Luis Ludeña, quebrada Ishichimi. | bosque alto | rocoso | Huallaga | -8.166667 | -76.533333 |
| 42 | JV808-6I | Guianensis | J. Valcarcel | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 43 | JV99-4G | Guianensis | J. Valcarcel | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 44 | LV2190 | Guianensis | L. Valenzuela | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Puerto Maldonado | Cuzco amazonico | bosque primario | aluvial | Madre de Dios | - 12.533333 | -69.05 |
| 45 | LV28325 | Guianensis | L. Valenzuela | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | PNYCh | bosque primario cerca a quebrada | rocoso | Palcazu | - 10.346389 | -75.259167 |
| 46 | MA602 | Guianensis | M. Aguilar | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Santuario Nacional Pampas del Heath, Quebrada Patuyacu | bosque de terrazza | arcilloso- aluvial | Madre de Dios | - 12.953031 | -68.910109 |
| 47 | MA636 | Guianensis | M. Aguilar | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Santuario Nacional Pampas | bosque de ribera | arcilloso- aluvial | Madre de Dios | - 12.953031 | -68.910109 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|------------|-------------|------|------------------|-----------|-------------------|--|---------------------------|--------------------|------------------|----------------|------------|
| | | | | | | | | del Heath, Quebrada Palma Real Grande | | | | | |
| 48 | MR3662 | Guianensis | M. Rimachi | Perú | Loreto | Requena | Saquena | Trail of quebrada Aucayacu, río Ucayali | bosque tierra firme | aluvial | Ucayali | -4.916667 | -73.75 |
| 49 | MR4196 | Guianensis | M. Rimachi | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Carr. Zungarococha, cerca a quebrada Shushuna | bosque de tierra firme | arena blanca | Nanay | -3.827331 | -73.363023 |
| 50 | MR8265 | Guianensis | M. Rimachi | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Carr. Iquitos- Nauta, km 3. | monte alto | franco- arenoso | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 51 | MRP1026 | Guianensis | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terrazza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 52 | MT3326 | Guianensis | M. Timaná | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Las Piedras | Cuzco amazónico, Zona 1, plot U. | | aluvial | Madre de Dios | - 12.483333 | -69.05 |
| 53 | NP8154 | Guianensis | N. Pitman | Perú | Loreto | Napo | Napo | On a low hill behind the brigada de Infantería de la Selva 29, junction of the Curaray and Napo rivers | bosque de tierra firme | aluvial | Napo | -2.378694 | -74.091472 |
| 54 | OP201 | Guianensis | O. Phillips | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Zona Reservada Tambopata, Hartshorn Plot, 1 km main trail. | bosque tierra firme | arcilloso | Madre de Dios | - 12.833333 | -69.283333 |
| 55 | PN10674 | Guianensis | P. Nuñez | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Cuzco amazónico, Lodge Camp site 1, plot E | | aluvial | Madre de Dios | - 12.483333 | -69.05 |
| 56 | PN11464 | Guianensis | P. Nuñez | Perú | Madre de Dios | Manu | | Estación Biológica Cocha Cashu cerca del Parque Nacional Manu | bosque inundable | aluvial | Madre de Dios | - 11.833333 | -71.416667 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|------------|--------------|------|---------------|-----------|----------------|---|-----------------------------------|-------------------|---------------|------------|-------------|
| 57 | RK1241 | Guianensis | R. Kayap | Perú | Amazonas | | | Quebrada Sasa | monte | rocoso | Marañon | -3.910199 | -78.425021 |
| 58 | RR118 | Guianensis | R. Ramírez | Perú | Loreto | Maynas | Alto Nanay | Mishana, río Nanay | | arena blanca | Nanay | -3.833333 | -73.5 |
| 59 | RT11862 | Guianensis | R. Tupayachi | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Explorer Inn, parcela TAM3 | | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.8305 | -69.2705 |
| 60 | RT7867 | Guianensis | R. Tupayachi | Perú | Madre de Dios | Manu | Laberinto | CICRA, Los Amigos, trocha plataforma 758m | bosque terraza alta | aluvial | Madre de Dios | -12.5612 | -70.1068 |
| 61 | RV15670 | Guianensis | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Estación Exp. Del IIAP Allpahuayo | bosque primario | arena blanca | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 62 | RV15712 | Guianensis | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Estación Exp. Del IIAP Allpahuayo | bosque primario | arena blanca | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 63 | RV15763 | Guianensis | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Estación Exp. Del IIAP Allpahuayo | bosque primario | arena blanca | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 64 | RV2279 | Guianensis | R. Vásquez | Perú | Loreto | Loreto | | San José de Parinari (río Marañón) | bosque primario (aguajal) | aluvial | Marañon | -4.533333° | -74.500000° |
| 65 | RV391 | Guianensis | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | | Sanangal, margen derecha del río Itaya, a 1 hora en deslizador de Iquitos cerca de Yanayaco | margen de bosque primario | aluvial | Amazonas | -4.166667 | -73.35 |
| 66 | RV41873 | Guianensis | R. Vásquez | Perú | Loreto | Ucayali | Pampa Hermosa | PN Cordillera Azul, sector Shanshuico, Transecto Gentry Modif. E | bosque primario en colinas medias | rocoso | Ucayali | -7.355278 | -76.006944 |
| 67 | SC_sn | Guianensis | Sin colector | Perú | Pasco | | | Huancabamba-Izcozacin | | rocoso | Izcozacin | -10.423651 | -75.250117 |
| 68 | SC4/171 | Guianensis | Sin colector | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum | terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.916667 | -73.666667 |
| 69 | SC4/95 | Guianensis | Sin colector | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum | terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.916667 | -73.666667 |
| 70 | SC7/171 | Guianensis | Sin colector | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum | terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.916667 | -73.666667 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|------------|--------------|------|---------------|---------------|------------|---|---|-------------------|---------------|------------|------------|
| 71 | WL11750 | Guianensis | W.H. Lewis | Perú | Loreto | Alto Amazonas | | Washintsa and vicinity, río Huasaga | low secondary and primary rainforest, terra firma and flooded river banks | arcilloso | Marañon | -3.333333 | -76.333333 |
| 72 | AG166 | Punctata | A. Gutierrez | Perú | Loreto | Maynas | Alto Nanay | Santa María, río Nanay | bosque húmedo tropical | arcilloso | Nanay | -3.882324 | -73.492672 |
| 73 | AG178 | Punctata | A. Gutierrez | Perú | Loreto | Maynas | Mazan | Fundo Libertad, río Mazan | bosque húmedo tropical | aluvial | Amazonas | -3.503247 | -73.098104 |
| 74 | AG38110 | Punctata | A. Gentry | Perú | Loreto | Loreto | | Flor de Yarina, río Samiria | bosque de restinga | arcilloso | Ucayali | -5.033333 | -74.5 |
| 75 | AG41665 | Punctata | A. Gentry | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Cabeza de mono, río Izcozacín, valle del Palcazú | sandy rivers terraces | rocoso | Palcazú | -10.333333 | -75.3 |
| 76 | AG43697 | Punctata | A. Gentry | Perú | Madre de Dios | Manu | | Estación Biológica Cocha Cashu cerca del Parque Nacional Manu | bosque inundable | aluvial | Madre de Dios | -11.833333 | -71.416667 |
| 77 | AG45892 | Punctata | A. Gentry | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | río Tambopata | bosque aluvial | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.816667 | -69.3 |
| 78 | AG57853 | Punctata | A. Gentry | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Camp. Turístico Tambopata, entre río Tambopata y La Torre | transecto pantanoso | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.833333 | -69.283333 |
| 79 | AG68800 | Punctata | A. Gentry | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | 15 km al ENE de Puerto Maldonado | | aluvial | Madre de Dios | -12.583333 | -69.083333 |
| 80 | AG76472 | Punctata | A. Gentry | Perú | Loreto | Maynas | Tamshiyacu | Constancia, Quebrada Tamshiyacu | bosque alto | arcilloso | Amazonas | -4.25 | -72.75 |
| 81 | AG77054 | Punctata | A. Gentry | Perú | Puno | | | Río Candamo fila at mouth of río Guacamayo | bosque de pendiente nuboso | rocoso | Candamo | -13.5 | -69.833333 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|----------|---------------|------|---------------|-----------|-------------|--|-------------------------------------|---------|---------------|------------|------------|
| 82 | AM14654 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Parcela Paujil, cruzando el río Iscozacín | bosque primario muy humedo tropical | rocoso | Palcazu | -10.340556 | -75.253056 |
| 83 | AM14886 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Estación biológica Paujil | bosque primario muy humedo tropical | rocoso | Palcazu | -10.340556 | -75.253056 |
| 84 | AM23502 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Madre de Dios | Manu | Fitzcarrald | PN del Manu, a 5 min. del río Manu. Parcela permanente de 1.06 ha, cruzando el río Manu a unos 10 min. en bote del puerto de la Estación Biol. Cocha Cashu | Bosque primario de terraza | aluvial | Madre de Dios | -11.898611 | -71.424389 |
| 85 | AM28339 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Loreto | Maynas | | ACTS Field Station, río Sucusari | bosque de tierra firme | aluvial | Napo | -3.249639 | -72.903944 |
| 86 | AM30033 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Tambopata | Zona de Amortiguamiento de la RN Tambopata, Reserva Ecológica Inkaterra, Parcela CUZ-01 | bosque inundable | aluvial | Madre de Dios | -12.539333 | -69.061611 |
| 87 | AM4069 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, cerca al río Paujil e Iscozacín | Bosque ribereño | rocoso | Palcazu | -10.316667 | -75.25 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|----------|---------------|------|------------|--------------|----------|--|------------------------------|----------------|----------|------------|-------------|
| 88 | AM5459 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, trocha de la estación biológica Paujil | bosque primario | rocoso | Palcazu | -10.323333 | -75.263611 |
| 89 | AM9991 | Punctata | A. Monteagudo | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Reserva Comunal Yanesha CCNN San Pedro de Pichanaz, sector Azulis | Bosque primario de altura | rocoso | Palcazu | -10.492778 | -75.108333 |
| 90 | BB717 | Punctata | B. Brent | Perú | Amazonas | Condorcanqui | | S of Huampami across Cenepa river from mouth of quebrada | bosque primario | rocoso | Marañon | -4.472485 | -78.153732 |
| 91 | CD7336 | Punctata | C. Díaz | Perú | Amazonas | Bagua | Imaza | Comunidad Aguaruna de Kampaentza (PUJAIM) | bosque de colinas altas | rocoso | Marañon | -5.0746379 | -78.3299564 |
| 92 | CD7613 | Punctata | C. Díaz | Perú | Amazonas | Bagua | Imaza | Comunidad Aguaruma Yamayakat | | rocoso | Marañon | -5.0746379 | -78.3299564 |
| 93 | CG3610 | Punctata | C. Grández | Perú | Loreto | Maynas | | Sucusari | bosque primario | aluvial | Napo | -3.249639 | -72.903944 |
| 94 | CG3730 | Punctata | C. Grández | Perú | Loreto | Maynas | Indiana | Explorama Inn, Parcela 20x500 | bosque primario no inundable | aluvial | Amazonas | -3.5 | -72.966667 |
| 95 | CG503 | Punctata | C. Grández | Perú | Loreto | Requena | | Cocha Yarina | bosque primario inundable | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 96 | CG637 | Punctata | C. Grández | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Allpahuayo | bosque primario | franco-arenoso | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 97 | GFL1230 | Punctata | G. Flores | Perú | San Martín | | | ACR Cerro Escalera km 16.6 carr. Tarapoto-Yurimaguas, Asoc. De Conservación y Protección Ecológica | bosque de tierra firme | rocoso | Huallaga | -6.452095 | -76.300135 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|----------|-------------------|------|----------|--------------|----------------|---|--|----------------|----------|-----------|-------------|
| | | | | | | | | Cordillera Escalera Alto Ahuashiyacu, a 7.7 km a SSW de Tarapoto | | | | | |
| 98 | GFL3060 | Punctata | G. Flores | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Iricahua, a 16.9 km al NO de Jenaro Herrera | bosque inundable estacional (tahuampa) | aluvial | Ucayali | -4.81757 | -73.7962875 |
| 99 | GFL3981 | Punctata | G. Flores | Perú | Loreto | Loreto | Tigre | Río Tigre a 4.6 km al NNO de la Comunidad Piura | bosque de palmeras de aguas negras | aluvial | Marañón | -4.074215 | -74.419025 |
| 100 | GG14 | Punctata | G. Gonzales | Perú | Loreto | Maynas | Punchana | Centro Fuerte | vegetación primaria | arena blanca | Amazonas | -3.712407 | -73.258751 |
| 101 | GH5058 | Punctata | G. Haxaire | Perú | Loreto | Putumayo | | Territorio Secoya | Bosque secundario | arcilloso | Putumayo | -2.585017 | -71.486094 |
| 102 | HB1232 | Punctata | H. Beltrán | Perú | Amazonas | Condorcanqui | | Cordillera del Condor, PV 3 Alfonso Ugarte, cabeceras del río Comainas, tributario al O del río Cenepa, subiendo cuchillo al O del Campamento | bosque heterogeneo | rocoso | Marañón | -3.910199 | -78.425021 |
| 103 | IH14027 | Punctata | I. Huamantup a | Perú | Loreto | Maynas | Putumayo | Camp. 1 Choro, quebrada Lupuna, tributario N del medio Yaguas | bosque de colinas bajas | arcilloso | Putumayo | -2.585017 | -71.486094 |
| 104 | JAP2199 | Punctata | J. del Aguila | Perú | Loreto | Loreto | | Quebrada Pucate a 37 km al SO de Nauta | bosque de palmeras de aguas negras | arcilloso | Marañón | -4.71707 | -73.84499 |
| 105 | JCO273 | Punctata | Jimmy Cordova | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | ACUARED-IIAP | Bosque secundario | franco-arenoso | Nanay | -3.815884 | -73.321613 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|----------|--------------|------|--------|---------|----------------|--|---------------------------------|----------------|----------|-----------|------------|
| 106 | JP13677 | Punctata | J. Pipoly | Perú | Loreto | Maynas | | ExplorNapo Camp, cerca de Sucusari, río Napo | bosque de tierra firme | aluvial | Napo | -3.333333 | -72.916667 |
| 107 | JP13844 | Punctata | J. Pipoly | Perú | Loreto | Maynas | | ExplorNapo Camp, cerca de Sucusari, río Napo | bosque de tierra firme | aluvial | Napo | -3.333333 | -72.916667 |
| 108 | JR210223 | Punctata | J. Ruiz | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, restinga alta | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 109 | JR524 | Punctata | J. Ruiz | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Carr. Iquitos-Nauta, km 25, Allpahuayo | bosque primario | franco-arenoso | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 110 | JT149 | Punctata | J. Treacy | Perú | Loreto | | Pebas | Comunidad Nativa Bora de Brillo Nuevo, río Yaguasyacu (afluente del río Ampiyacu), 150 km ENE de Iquitos | | arcilloso | Amazonas | -3 | -72.083333 |
| 111 | JV427-1I | Punctata | J. Valcarcel | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 112 | JV520-3F | Punctata | J. Valcarcel | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 113 | JV778-6G | Punctata | J. Valcarcel | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 114 | JV89-4C | Punctata | J. Valcarcel | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 115 | KAP103 | Punctata | K. Arevalo | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Centro de Investigaciones | bosque secundario adulto | aluvial | Ucayali | -4.91772 | -73.65708 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------|----------|---------------|------|---------------|-----------|-----------------|---|--------------------------|-------------------|---------------|------------|------------|
| | | | | | | | | Jenaro Herrera IIAP | | | | | |
| 116 | LB4-95 | Punctata | L. Bernardi | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum Jenaro Herrera | | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 117 | LCTAO3147 | Punctata | L. Cecilio | Perú | San Martín | Moyobamba | Moyobamba | Pampa Hermosa | | rocoso | Huallaga | -6.033333 | -76.966667 |
| 118 | LIW249 | Punctata | Ll. Williams | Perú | Loreto | | | Río Itaya | | aluvial | Amazonas | -4.166667 | -73.35 |
| 119 | LTM4146 | Punctata | Luis Torres | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | ACUARED-IIAP | Bosque secundario | franco-arenoso | Nanay | -3.815884 | -73.321613 |
| 120 | LV12026 | Punctata | L. Valenzuela | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Ataz camino al convento | bosque humedo secundario | arcilloso | Palcazu | -10.104167 | -75.326111 |
| 121 | LV13302 | Punctata | L. Valenzuela | Perú | Pasco | Oxapampa | Puerto Bermudez | Ocopa, río Pichis | bosque intervenido | arcilloso | Palcazu | -10.059722 | -75.001944 |
| 122 | MA110 | Punctata | M. Alexiades | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Zona Reservada de Tambopata, Hermosa chica, Comunidad nativa de Infierno, Parcela 1 | bosque primario | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.953031 | -68.910109 |
| 123 | MA166 | Punctata | M. Alexiades | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Zona Reservada de Tambopata, Hermosa chica, Comunidad nativa de Infierno, Parcela 1 | bosque primario | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.953031 | -68.910109 |
| 124 | MD1218 | Punctata | M. Dillon | Perú | Puno | | | Below San Gabon on río San Gabon | | rocoso | San Gabon | -13.532166 | -70.390033 |
| 125 | MRP1021 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 126 | MRP1023 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 127 | MRP1024 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------|----------|-------------|------|---------------|-----------|----------------|--|--|-------------------|---------------|------------|------------|
| 128 | MRP1025 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 129 | MRP1027 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 130 | MRP1028 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 131 | MRP4-790 | Punctata | María Rojas | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | CIJH | bosque de terraza | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 132 | MT1312 | Punctata | M. Timaná | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Las Piedras | Cuzco amazónico, Transecto E de la zona 1 | bosque primario, levemente perturbado | aluvial | Madre de Dios | -12.483333 | -69.05 |
| 133 | MT3412 | Punctata | M. Timaná | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Las Piedras | Cuzco amazónico, Zona 2, plot U. | bosque de tierra firme | aluvial | Madre de Dios | -12.483333 | -69.05 |
| 134 | MT3535 | Punctata | M. Timaná | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Las Piedras | Cuzco amazónico, Zona 1, plot E. | | aluvial | Madre de Dios | -12.483333 | -69.05 |
| 135 | OP313 | Punctata | O. Phillips | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Zona Reservada Tambopata, Hartshorn Plot, 1 km main trail. | Borde de vegetación de la Laguna Cocococha | arcilloso-aluvial | Madre de Dios | -12.833333 | -69.283333 |
| 136 | PN11048 | Punctata | P. Nuñez | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Cuzco amazónico, Lodge Camp site 1, plot E | | aluvial | Madre de Dios | -12.483333 | -69.05 |
| 137 | RH160 | Punctata | R. Hahn | Perú | Loreto | Putumayo | Yaguas | San Alberto | Bosque secundario | arcilloso | Putumayo | -2.585017 | -71.486094 |
| 138 | RR4633 | Punctata | R. Rojas | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Camino de Alto Lagarto hacia Alto Comuñiz | bosque primario | rocoso | Palcazu | -10.104167 | -75.550278 |
| 139 | RR4658 | Punctata | R. Rojas | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Camino de Puente Victoria hacia Alto Lagarto | bosque primario | rocoso | Palcazu | -10.1 | -75.433333 |
| 140 | RR4793 | Punctata | R. Rojas | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Alto Lagarto | bosque primario | arcilloso | Palcazu | -10.199167 | -75.356389 |

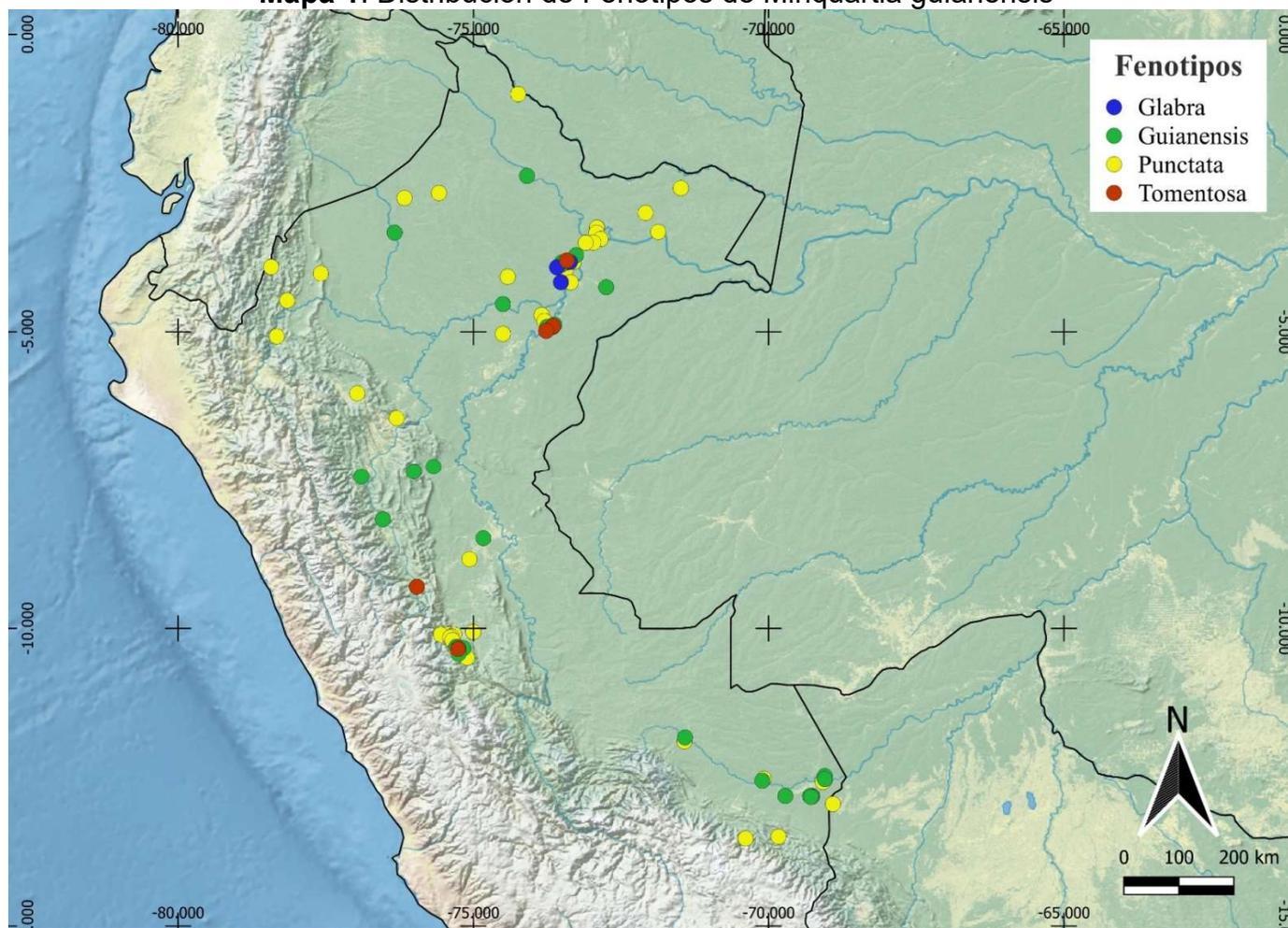
| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|----------|--------------|------|---------------|-----------|------------------|--|--|----------------|---------------|-------------|-------------|
| 141 | RR6076 | Punctata | R. Rojas | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | CCNN Alto Lagarto, Reserva Comunal Yanesha | remanente de bosque primario | arcilloso | Palcazu | -10.134444 | -75.368333 |
| 142 | RR6927 | Punctata | R. Rojas | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | CCNN Alto Lagarto, Reserva Comunal Yanesha | remanente de bosque primario | arcilloso | Palcazu | -10.134444 | -75.368333 |
| 143 | RR7160 | Punctata | R. Rojas | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | CCNN Alto Lagarto, Reserva Comunal Yanesha | remanente de bosque primario | rocoso | Palcazu | -10.151944 | -75.392222 |
| 144 | RS1057 | Punctata | R. Spichiger | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Iricahua, márgen izquierda del río Ucayali | restinga de bosque inundable | aluvial | Ucayali | -4.81757 | -73.7962875 |
| 145 | RT11661 | Punctata | R. Tupayachi | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Allpahuayo, parcela ALP-01 | | franco-arenoso | Nanay | -3.94972 | -73.43414 |
| 146 | RT2588 | Punctata | R. Tupayachi | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Laberinto | PNBS, Trocha Fox 2004 m. | bosque de bajo | aluvial | Madre de Dios | -12.529983 | -70.081818 |
| 147 | RT7466 | Punctata | R. Tupayachi | Perú | Madre de Dios | Tambopata | Puerto Maldonado | INKATERRA, trocha estación | bosque de bajo | aluvial | Madre de Dios | -12.5348 | -69.0489 |
| 148 | RT7568 | Punctata | R. Tupayachi | Perú | Pasco | Oxapampa | Oxapampa | Paujil, PNYCh, trocha Venado | bosque de colina | rocoso | Palcazu | -10.3292 | -75.2581 |
| 149 | RT9943 | Punctata | R. Tupayachi | Perú | Loreto | Maynas | Napo | Sucusari, río Napo, trocha SUC-01 | | aluvial | Amazonas | -3.25014328 | -72.908226 |
| 150 | RV10817 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | | Iquitos, Asoc. Agraria Paujil | bosque primario, no inundable | aluvial | Amazonas | -4.166667 | -73.35 |
| 151 | RV12288 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Sapuena, quebrada Supay | bosque inundable estacional (tahuampa) | aluvial | Ucayali | -4.916667 | -73.75 |
| 152 | RV14811 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Estación Exp. Del IIAP Allpahuayo | bosque primario | arena blanca | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |
| 153 | RV18345 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Allpahuayo Estación Biol. IIAP | bosque primario | franco-arenoso | Nanay | -4.166667 | -73.516667 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|----------|--------------|------|---------------|--------------|----------------|---|-----------------------------------|----------------|---------------|------------|------------|
| 154 | RV25796 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Madre de Dios | Tambopata | | Camp. Turístico Cusco Amazónico, Zona 1, plot U. | | aluvial | Madre de Dios | -12.55 | -69.05 |
| 155 | RV31571 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | PNYCh, Estación Biol. Paujil camino hacia pozo Tigre | bosque primario | rocoso | Palcazu | -10.337778 | -75.251944 |
| 156 | RV41366 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | | bosque primario terraza alta | aluvial | Ucayali | -4.89875 | -73.646333 |
| 157 | RV41469 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Ucayali | Pampa Hermosa | PN Cordillera Azul, sector Shanshuico | bosque primario en colinas medias | rocoso | Ucayali | -7.355278 | -76.006944 |
| 158 | RV5521 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Puerto Almendras | bosque primario | franco-arenoso | Nanay | -3.8 | -73.416667 |
| 159 | RV7945 | Punctata | R. Vásquez | Perú | Loreto | Maynas | | Mishana, río Nanay | bosque primario | franco-arenoso | Nanay | -3.916667 | -73.583333 |
| 160 | SB315 | Punctata | S. Barrier | Perú | Loreto | Maynas | Putumayo | Río Yubineto, afluente del Putumayo | bosque primario | arcilloso | Putumayo | -1.00503 | -74.241199 |
| 161 | SC99 | Punctata | Sin colector | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Cocha Supay | bosque inundable, ribereño | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 162 | TC19060 | Punctata | T. Croat | Perú | Loreto | Maynas | Belen | Ca 6 km up Itaya river from Iquitos | | aluvial | Amazonas | -3.822976 | -73.299794 |
| 163 | TC20678 | Punctata | T. Croat | Perú | Loreto | Maynas | | río Ampiyacu | bosque primario | aluvial | Amazonas | -3.320409 | -71.870545 |
| 164 | VH298 | Punctata | V. Huashikat | Perú | Amazonas | Condorcanqui | | a 700 m. debajo de la comunidad de Caterpiza, banda Este de la quebrada Caterpiza, río Santiago | monte virgen | rocoso | Marañon | -4.020389 | -77.583528 |
| 165 | WL10951 | Punctata | W.H. Lewis | Perú | Loreto | Loreto | | Droissa oil pumping station | bosque tierra firme | arcilloso | Tigre | -2.75 | -76.166667 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-------------------|------|---------|------------------|----------------|---|---|----------------|----------|------------|------------|
| 166 | WL11156 | Punctata | W.H. Lewis | Perú | Loreto | Alto Amazonas | | Washintsa and vicinity, río Huasaga | low secondary and primary rainforest, terra firma and flooded river banks | arcilloso | Marañon | -3.333333 | -76.333333 |
| 167 | WL12854 | Punctata | W.H. Lewis | Perú | Loreto | | | Vista Alegre, río Tigre | rainforest, mostly along river's edge and around village | aluvial | Tigre | -2.666667 | -75.583333 |
| 168 | XT243 | Punctata | X. Tagle | Perú | Loreto | Maynas | Indiana | Explorama Lodge, Yanamono A. | bosque tropical lluvios | aluvial | Amazonas | -3.440111 | -72.846417 |
| 169 | YF258 | Punctata | Y. Flores | Perú | Ucayali | Coronel Portillo | | Anexo Experimental Von Humbolt | | arcilloso | Ucayali | -8.835969 | -75.066742 |
| 170 | CG5097 | Tomentosa | C. Grández | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Arboretum CI Forestal UNAP, Puerto Almendras | bosque primario (varillal) | franco-arenoso | Nanay | -3.8 | -73.416667 |
| 171 | DCD5099 | Tomentosa | D.C. Daly | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum Jenaro Herrera | Bosque secundario | aluvial | Ucayali | -4.899263 | -73.649923 |
| 172 | FA328 | Tomentosa | F. Ayala | Perú | Loreto | Maynas | San Juan | Puerto Almendras | | franco-arenoso | Nanay | -3.8 | -73.416667 |
| 173 | IH11057 | Tomentosa | I. Huamantup a | Perú | Pasco | Oxapampa | Palcazú | Parque Nac. Yanachaga Chemillén, Sector Paujil-quebrada Venado. Parcela RAINFOR 3 | bosque de tierra firme | rocoso | Palcazu | -10.346389 | -75.259167 |
| 174 | JS2519 | Tomentosa | J. Schunke | Perú | Huánuco | Pachitea | Honoría | Isla del Pacanasi a 5km arriba del campamento. | bosque alto | rocoso | Ucayali | -9.299638 | -75.957688 |
| 175 | PL2232 | Tomentosa | P.A. Loizeau | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum Jenaro Herrera | terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.983333 | -73.766667 |
| 176 | SC4/441 | Tomentosa | Sin colector | Perú | Loreto | Requena | Jenaro Herrera | Arboretum | terrazza alta | aluvial | Ucayali | -4.916667 | -73.666667 |

Anexo 3

Mapa 1. Distribución de Fenotipos de *Minuartia guianensis*



Anexo 4. Fenotipos de *Minquartia guianensis* Aubl.

Fenotipo Glabra (*M. Rimachi* 4037)



Fenotipo Guianensis (M. Aguilar & D. Castro, 602)



Fenotipo Punctata (A. Monteagudo et al. 4069)



The Field Museum



Nº 2256053

FIELD MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

PERU

OLACACEAE
Miconia guianensis Aubl.

Det. J. Ricketson (MO), 2004

Pasco: Oxapampa

Distrito Palcazu, Parque Nacional
Yanachaga Chemillén, cerca al río
Paujil e Iscozacin. Bosque ribereño.
10°19'S 75°15'W 440m

Arbol 24 m, flores amarillo-verdosas,
fruto verde inmaduro, maduro rojo
vinoso.

16 Octubre 2002

A.Monteagudo, C.Mates, G.Ortiz. 4069
MISSOURI BOTANICAL GARDEN HERBARIUM (MO)

Fenotipo Tomentosa (Loizeau et al. 677)

Herbarium Universitatis Mosquensis (UW)



HERBARIUM GENAVENSE, G

Convenio CJBG-IC-IIAP
Olacaceae
Miconia guianensis Aublet
Det. J. Méroz, 08.1988

PERU, Loreto, Jenaro Herrera, 04°59'S-073°46'W;
Jenaro Herrera, arboretum de terraza alta. Arbre 4/441.
Forêt dense humide. Terraza alta.
Sol sableux jaune.
Arbre.
"Huacapu".

18-VIII-1988 120 m
Leg. Loizeau, P.-A., J. Méroz, E. Shamir, C. Châtelain & G.
Cuccodoro - N° 677

Miconia guianensis Aublet
J. Méroz
DETERM. ANNO 1988

n°: 2232 - Base de données générale, G

2138b