



Received: May 11, 2023 / Accepted: October 10, 2023

Artículo Original

Caracterización morfológica de la colección de germoplasma de caigua (*Cyclanthera spp.*) del Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú

Morphological characterization of the caigua germoplasma collection (*Cyclanthera spp.*) of the National Institute of Agrarian Innovation, Peru

M. Marcelo-Salvador¹ , B. Meza-Quispe¹ , E. Jara-Peña¹ , M. Eguiluz-Moya¹ ,
D. Celestino-Avelino¹ , E. Fernández-Huaytalla^{1,*} 



<https://doi.org/>

Resumen

Objetivo: Caracterizar las accesiones de la colección de germoplasma de caigua (*Cyclanthera spp.*) en la Estación Experimental Agraria Donoso INIA Huaral, Perú. **Metodología:** Se evaluaron 15 descriptores cuantitativos y 45 descriptores cualitativos, de una muestra de tres plantas por cada accesión; luego se procedió a realizar análisis multivariado para el agrupamiento de la información colectada. **Resultados:** Se halló que 5 de las 15 variables cuantitativas y 27 de las 45 variables cualitativas, presentaron un alto comportamiento discriminante. Los análisis de componentes principales y de conglomerados, mostraron que las accesiones se dividían en dos grandes grupos diferenciados, en las cuales se identificaron 14 accesiones pertenecientes a la especie *C. brachybotrys* y 32 accesiones a *C. pedata*. **Conclusión:** La variabilidad encontrada entre y dentro de los grupos mostró el potencial de estos materiales en los programas de mejoramiento genético vegetal para los diferentes rasgos evaluados, proponiendo 12 accesiones de *C. pedata* como promisorias, debido a sus características morfológicas, tanto vegetativas como reproductivas.

Palabras clave: Caigua, *Cyclanthera spp.*, variabilidad, descriptores, germoplasma, Peru.

Abstract

Objective: To characterize the accessions of the germplasm collection of caigua (*Cyclanthera spp.*) at the Agricultural Experiment Station of INIA in Huaral, Peru. **Methodology:** 15 quantitative descriptors and 45 qualitative descriptors were evaluated from a sample of three plants for each accession; then multivariate analysis was performed to group the information collected. Results: It was found that 5 of the 15 quantitative variables and 27 of the 45 qualitative variables presented a high discriminant behaviour. The principal component and cluster analyses showed that the accessions were divided into two large differentiated groups, in which 14 accessions belonging to the species *C. brachybotrys* and 32 accessions to *C. pedata* were identified. **Conclusion:** The variability found between and within groups showed the potential of these materials in plant breeding programs for the different traits evaluated, proposing 12 accessions of *C. pedata* as promising, due to their morphological characteristics, both vegetative and reproductive.

Keywords: Caigua, *Cyclanthera spp.*, variability, descriptors, germplasm, Peru.

¹Instituto Nacional de Innovación Agraria, Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral, Carretera Chancay Huaral Km 5.6 Huaral, Perú.

²Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional Mayor de San Marcos Calle Germán Amezaga Nro 375, Lima (Ciudad Universitaria) Ap. Postal 14-0149 Lima, Perú. E. P. Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

*Autor para la correspondencia: yarevalo@unjfsc.edu.pe

Introducción

Las especies del género *Cyclanthera* spp. (conocidas como caigua) son hortalizas de hábito trepador, con fruto tipo baya y pertenecientes a la familia Cucurbitácea. Son originarias de la región Andina, cultivándose en Costa, Selva alta y en los valles templados del Perú hasta los 3 000 m. snm., principalmente en las regiones de Lima, La Libertad, Lambayeque, Cajamarca, Ancash y Amazonas (Huaman, 2015). Existen tres especies de este género que presentan frutos de interés alimenticio, de las cuales la más estudiada es *Cyclanthera pedata* (L.) Schard, ya que es el cultivo que mayor potencial económico en Centroamérica y América del Sur, mientras que las otras dos son *C. brachystachya* y *C. brachybotrys*, ambas semicultivadas principalmente en la región andina (Meza, 2020; Chuquín, 2009). Los frutos son utilizados exclusivamente para el consumo humano y también son aprovechados por sus propiedades antiinflamatorias e hipocolesterolémicas, ofreciendo soluciones tradicionales para reducir la obesidad y prevenir afecciones cardíacas por la regulación de sus principios activos que reducen la presencia del LDL e incrementan la concentración de HDL (Caires et al., 2014; Macchia et al., 2009).

De acuerdo a Machado et al. (2016) La caracterización morfológica de los recursos filogenéticos permite estudiar la variabilidad genética de una determinada colección de germoplasma; el valor de estas colecciones reside en la utilización que se haga de ellas para producir nuevos cultivares, domesticar nuevas especies y desarrollar nuevos productos (Octavio et al., 2018). Así mismo, ayuda a simplificar las operaciones que tienen que ver con el registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos, evitando el exceso de duplicidades, homonimias o sinonimias (Lutz et al., 2021; Núñez & Escobedo, 2015). En este sentido, es imprescindible conocer las características del germoplasma conservado, puesto que permite estimar la variabilidad genética existente en el genoma de la población de individuos que la conforman (Núñez & Escobedo, 2015). Los caracteres evaluados son un conjunto de descriptores morfológicos tanto cualitativos como cuantitativos, sugeridos para Cucurbitáceas por organismos internacionales como el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) y la Organización internacional de Biodiversidad de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Gotor et al., 2008; Garret & Griffin, 2007; IPGRI, 2003).

La Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología (DRGB) a través de la Sub Dirección de Recursos Genéticos (SDRG) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA),

alberga desde hace varios años una colección de especies nativas andinas, entre ellas las pertenecientes al género *Cyclanthera*. Sin embargo, no existe una lista de descriptores bien definida y soportada estadísticamente que permita identificar las distintas especies de caiguas existentes y conocer la variabilidad entre ellas en un corto tiempo de caracterización (Chuquín, 2009). Esto se debe en parte a la poca información disponible de este cultivo a nivel de una caracterización morfológica, puesto que la mayoría de los trabajos sobre la caigua se refieren a los beneficios alimenticios de sus frutos para la salud humana (Rivas et al., 2013; Oliveira et al., 2014). En este sentido, resulta relevante recolectar, categorizar y continuar conservando el germoplasma silvestre de *Cyclanthera* spp. presente en el Perú, más aun siendo centro de origen de este cultivo. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las accesiones de la colección de germoplasma del INIA en la Estación Experimental Agraria Donoso en Huaral, mediante el uso de descriptores cuantitativos y cualitativos propuestas por el IPGRI (2003) y adaptados por la Sub Dirección de Recursos Genéticos del INIA para la caigua.

Metodología

Material biológico

La colección de germoplasma de *Cyclanthera* spp. del INIA comprende un total de 46 accesiones (Falconi et al., 2007) y se encuentra conservada en ambientes especiales de la Estación Experimental Agraria Donoso-Huaral (EEA-Donoso) (11° 28' 11" S Longitud Oeste 77° 14' 8" (32. 40° N y 115.2° O), a una altitud media de 188 m. snm.

La evaluación de la colección se realizó en un área de 900 m², con una calle de 2 m, longitud de parcela de 7,5 m, 2 m de distanciamientos entre surcos y 1,5 m entre plantas. Las características fisicoquímicas del suelo fueron evaluadas en el laboratorio de suelos de la EEA-Donoso. Antes de la siembra, las semillas fueron sumergidas en Carboxin (Vitavax 300®) y Carboxin+Thiram (VitavaxFlow®). Posteriormente se colocaron 8 semillas por golpe en cada surco de siembra con 6 réplicas por accesión. Este proceso se realizó entre agosto y diciembre del 2018.

Caracterización morfológica

Las accesiones fueron evaluadas usando una lista de 60 descriptores morfológicos, los cuales han sido propuestos para cucurbitáceas (IPGRI 2003) y adaptados por la Sub Dirección de Recursos Genéticos del INIA para caigua (Tabla 1). Se evaluaron 16 descriptores cuantitativos y 44 cualitativos. Se calificó cada descriptor cualitativo, observando tres plantas por accesión y tomando una planta como modelo, y para los descriptores cuantitativos, se tomó el valor promedio de tres mediciones realizadas a las tres plantas disponibles por accesión.

Tabla 1

Lista de descriptores cualitativos y cuantitativos de Cyclanthera spp. utilizados en el Banco de Germoplasma de INIA

Cuantitativos	Cualitativos
Número de semillas por fruto	Velocidad de aparición de cotiledones
Espesor de la pulpa del fruto (cm)	Días a la floración
Diámetro mayor del fruto (cm)	Días a la maduración
Diámetro menor del fruto (cm)	Aptitud trepadora
Número de espinas por fruto	Habito de crecimiento
Longitud de entrenudos	Índice de ramificación
Longitud del zarcillo	Pubescencia del tallo
Largo de la hoja	Tipo de tallo
Ancho de la hoja	Color del tallo
Número de lóbulos de la hoja	Posición del zarcillo
Número de bifurcaciones del lóbulo de la hoja	Tipo de zarcillo
Longitud del peciolo	Forma del cotiledón
Número de inflorescencia por planta	Primeras yemas axilares
Longitud de la inflorescencia	Contorno general de la hoja
Longitud del fruto	Pubescencia de la hoja (haz)
Peso individual del fruto	Pubescencia de la hoja (envés)
	Color de la hoja
	Tipo de lóbulos de la hoja
	Borde del lóbulo de la hoja
	Forma de los lóbulos centrales de la hoja
	Bifurcación de lóbulos de la hoja
	Partición de los lóbulos inferiores de la hoja
	Forma de la sección del peciolo
	Posición de la base del peciolo
	Curvatura a la base del peciolo
	Nervaduras prominentes
	Tipo de inflorescencia
	Color de la flor
	Forma del fruto
	Tamaño del fruto
	Presencia de espinas en el fruto
	Color del fruto
	Curvatura del fruto
	Color de la pulpa
	Color de la semilla (fresco)
	Color de la semilla (seco)
	Forma de la semilla (seco)
	Aspecto de la semilla
	Forma del borde de la semilla
	Placenta
	Forma de la placenta
	Número de Zarcillos por planta
	Nervaduras longitudinales en el fruto
	Longitud del tallo

Análisis estadístico

Se estructuró una matriz básica de datos con 60 descriptores, tanto cualitativos como cuantitativos. Para la identificación de los descriptores cuantitativos de mayor variabilidad o altamente discriminatorios, se calcularon los valores de media, desviación estándar, coeficiente de variación, mínimos y máximos. Para los descriptores cualitativos se calcularon las frecuencias absolutas y relativas. Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales, para examinar la asociación entre rasgos y mostrar la similitud entre las accesiones. En este procedimiento, primero se calculó una matriz de similitud para calcular los valores propios y puntajes para las accesiones. Las accesiones se trazaron en dos dimensiones (Biplot) utilizando los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2). Adicionalmente se unieron todos los descriptores

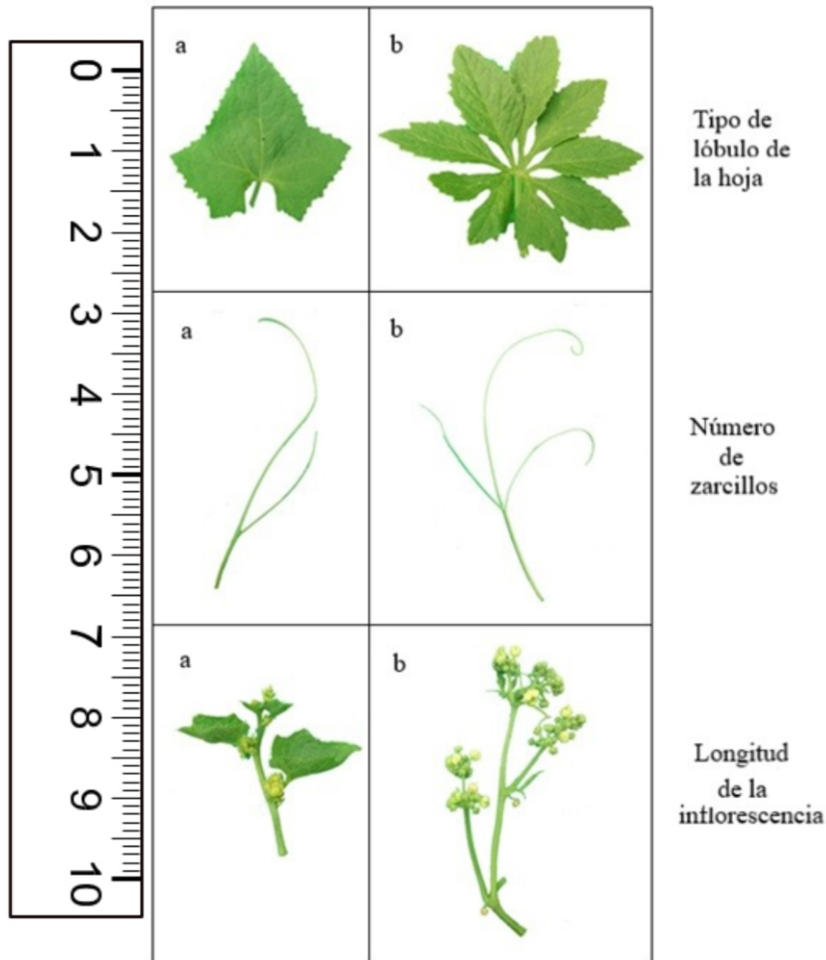
variables para construir la matriz de distancia que sirvió de base para el análisis de conglomerados. Se identificaron diferentes clusters y líneas promisorias usando el agrupamiento jerárquico de Ward basado en el cálculo de la distancia de Manhattan. Todos los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa R-Studio 1.4.1103, R Project 4.1.1 e InfoStat versión 2017 (Di Rienzo et al., 2008).

Resultados

Al inicio de la germinación, se observaron dos grupos entre las accesiones separados por la forma de los lóbulos centrales de las hojas, unas de forma triangular y otras lanceoladas. Luego de 45 días, cuando se fueron colectando los datos del conjunto de descriptores cuantitativos y cualitativos, se evidenció que las accesiones de caigua presentaron una mayor variación morfológica (Figura 1).

Figura 1

Características morfológicas de las accesiones de Cyclanthera spp. presentes en la colección de germoplasma del INIA. a) C. brachybotrys, b) C. pedata



Análisis de variabilidad entre caracteres

De un total de 60 descriptores evaluados, 11 descriptores cuantitativos y 17 cualitativos fueron descartados por presentar poca o ninguna variación entre las accesiones. Se observó que 5 descriptores cuantitativos (31,25%) mostraron la mayor variabilidad (coeficiente de variación ≥ 50

%) entre las accesiones: peso del fruto (PF), longitud del fruto (LF), longitud de la inflorescencia (LI), números de espinas por fruto (NE) y longitud del peciolo (LP), siendo los descriptores correspondientes a NE, LP, PF, LI y LF los que tuvieron los valores más altos de coeficiente de variación: 113,92, 84,28, 63,51, 62,06 y 54,05%, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2

Descriptores cuantitativos evaluados en 46 accesiones de Cyclanthera spp. de la colección de germoplasma del INIA

Descriptor	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación %	Mínimo	Máximo
NE	37,04	42,19	113,92*	0,0	195,3
LP	7,90	6,66	84,28*	1,6	45,3
PF	46,97	29,83	63,51*	4,8	109,9
LI	21,05	13,06	62,06*	0,7	43,3
LF	13,87	7,50	54,05*	2,4	26,1
DMa	4,56	1,89	41,45	0,8	7,5
DMe	2,83	0,96	33,91	0,7	4,7
LE	12,09	3,37	27,88	6,2	17,1
NBL	1,70	0,47	27,44	1,0	2,0
AH	12,85	3,46	26,89	6,8	17,7
EP	0,33	0,09	26,82	0,2	0,5
NI	178,46	47,74	26,75	93,7	306,3
LH	9,12	2,28	24,99	5,5	14,4
LbH	4,35	0,95	21,8	3,0	5,0
SF	12,29	2,11	17,2	8,7	17,3
LZ	35,13	4,35	12,38	25,3	43,8

*Valores más altos del coeficiente de variabilidad. NE: número de espinas del fruto, LP: longitud del peciolo, PF: peso del fruto, LI: longitud de la inflorescencia, LF: longitud del fruto, DMA: diámetro mayor del fruto, DMe: diámetro menor del fruto, LE: longitud del entrenudo, NBL: número de bifurcaciones por lóbulo de la hoja, AH: ancho de la hoja, EP: espesor de la pulpa del fruto, NI: número de inflorescencia por planta, LH: largo de la hoja, LbH: número de lóbulos de la hoja, SF: semillas por fruto, LZ: longitud del zarcillo.

De los 44 descriptores cualitativos, 27 de ellos (61,37%) mostraron gran variabilidad en sus valores: velocidad de aparición de cotiledones (VC), días a la floración (VF), días a la maduración (VM), aptitud trepadora (AT), longitud del tallo (LT), índice de ramificación (IR), tipo de zarcillo (TZ), contorno general de la hoja (CH), tipo de lóbulo de la hoja (TL), borde del lóbulo de la hoja (BoL), forma de los lóbulos centrales de la hoja (FL), bifurcación de los lóbulos de la hoja (BiL), particiones de los lóbulos inferiores de la hoja (PL), posición de la base del peciolo (PP), curvatura de la base del

peciolo (CP), nervadura prominente (NP), número de zarcillos por planta (ZP), nervaduras longitudinales en el fruto (NF), color de la flor (CF), presencia de espinas en el fruto (PE), forma del fruto (FF), tamaño del fruto (TF), color del fruto (CF), curvatura del fruto (CuF), forma del borde de la semilla (FS), placenta (P), forma de la placenta (FP). De este conjunto, fueron los de crecimiento vegetativo los que mostraron mayor variación, además de ser los más numerosos en comparación con los de crecimiento reproductivo (Tabla 3).

Tabla 3

Descriptoros cualitativos que mostraron variabilidad en 46 accesiones de Cyclanthera spp. de la colección de germoplasma del INIA Huaral

Descriptoros de crecimiento vegetativo				Descriptoros de crecimiento reproductivo			
Descriptor	Categoría	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Descriptor	Categoría	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
VC	Lento	28	0,61	NF	Abundante	31	0,67
	Muy lento	18	0,39		Mediana	15	0,33
VF	Rápido	38	0,82	CF	Amarillo	32	0,70
	Lenta	8	0,18		Otros	14	0,30
VM	Lento	15	0,33	PE	Abundante	14	0,30
	Muy lento	25	0,54		Mediana	5	0,11
	Rápido	6	0,13		Escasa	17	0,37
AT	Buena	31	0,67	FF	Lisa	10	0,22
	Regular	15	0,33		Alargado	20	0,44
LT	Corto	14	0,30	TF	Otros	14	0,30
	Mediano	32	0,70		Ovalado	12	0,26
IR	Muy ramificado	30	0,65	TF	Grande	8	0,17
	Poco ramificado	16	0,35		Mediano	24	0,52
TZ	Ramificado	41	0,89	CF	Pequeño	14	0,30
	Simple	5	0,11		Verde normal	31	0,67
CH	Lobulada	32	0,70	CuF	Verde pálido	10	0,22
	Triangulr	14	0,30		Verde oscuro	5	0,11
TL	Ligeramente lobulado	14	0,30	FS	Ligero	20	0,43
	Profundam. lobulado	32	0,70		Pronunciado	14	0,30
	Aserrada	32	0,70		Recto	12	0,26
BoL	Ondulada	3	0,60	P	Aserrada	27	0,59
	Otros	11	0,24		Lisa	19	0,41
FL	Lanceolada	32	0,70	FP	Abundante	32	0,70
	Triangular	14	0,30		Escasa	14	0,30
BiL	Centrales	33	0,72	FP	Bifurcado	30	0,65
	Laterales	13	0,28		Longitudinal	16	0,35
PL	Ligera	13	0,28	PP	Inclinado	7	0,15
	Profunda	33	0,72		Recto	39	0,85
ZP	Abundante	33	0,72	CP	Abundante	33	0,72
	Escasa	13	0,28		Escasa	13	0,28
NP	Escasa	9	0,20	NP	Escasa	9	0,20
	Ligera	35	0,74		Ligera	35	0,74
	Ninguna	3	0,06		Ninguna	3	0,06
NP	Ausente	14	0,30	NP	Ausente	14	0,30
	Presente	32	0,70		Presente	32	0,70

* Velocidad de aparición de cotiledones (VC), Días a la floración (VF), velocidad de la maduración (VM), aptitud trepadora (AT), longitud del tallo (LT), índice de ramificación (IR), tipo de zarcillo (TZ), contorno general de la hoja (CH), tipo de lóbulo de la hoja (TL), borde del lóbulo de la hoja (BoL), forma de los lóbulos centrales de la hoja (FL), bifurcación de los lóbulos de la hoja (BiL), particiones de los lóbulos inferiores de la hoja (PL), posición de la base del peciolo (PP), curvatura de la base del peciolo (CP), nervadura prominente (NP), número de zarcillos por planta (ZP), nervaduras longitudinales en el fruto (NF), color de la flor (CF), presencia de espinas en el fruto (PE), forma del fruto (FF), tamaño del fruto (TF), color del fruto (CF), curvatura del fruto (CuF), forma del borde de la semilla (FS), placentas (P), forma de la placentas (FP).

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales se realizó para identificar las variables que más contribuyeron a la varianza en cada uno de los tres componentes seleccionados y para determinar su grado de discriminación o importancia. En el caso de los descriptores cuantitativos, el análisis permitió reducir el número total de descriptores a tres componentes principales, que explicaban en conjunto casi un 70 % de la varianza total. El primer componente, peso del fruto explicó un 61%, el segundo componente, la longitud del fruto contribuyó con 7% de la variabilidad total (Figura 2).

En el caso de los descriptores cualitativos, se presentan cuatro componentes principales

correspondientes a la velocidad de aparición de los cotiledones (18,47%), días a floración (1,92%), días a la maduración (1,14%) y aptitud trepadora (1,05%) Esto ocurrió posiblemente debido a que los descriptores cualitativos presentan datos de naturaleza inferencial y con rangos, a diferencia de los cuantitativos (Octavio et al. 2018).

Sin embargo, se mantuvieron los dos componentes principales, VC y VF, por ser los que más aportaron a explicar la variabilidad (Shivwanshi & Babbar 2017, Nikolic et al. 2010). La representación gráfica de los componentes principales para cada conjunto de descriptores muestra la aparición de dos grandes grupos (Figuras 2 y 3).

Figura 2

Análisis de componentes principales cuantitativos que describen las relaciones entre las accesiones

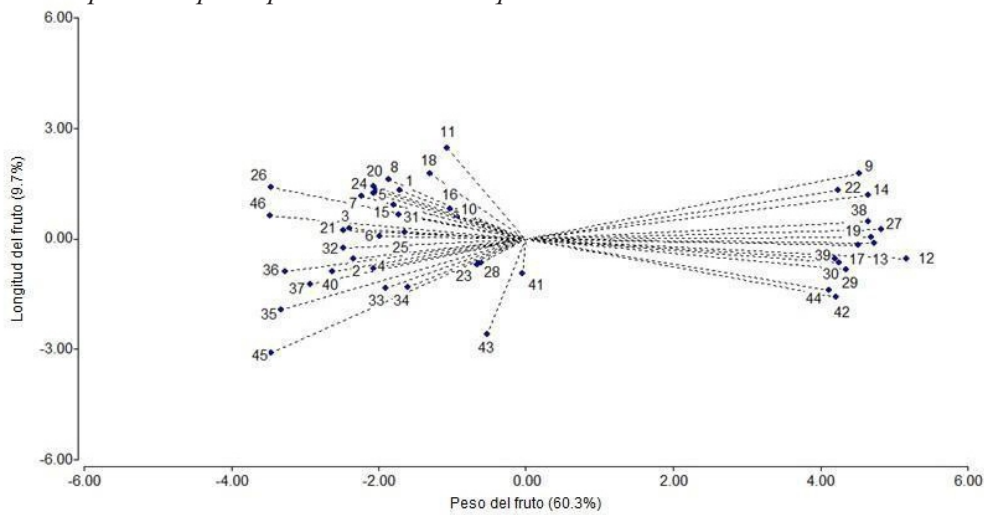
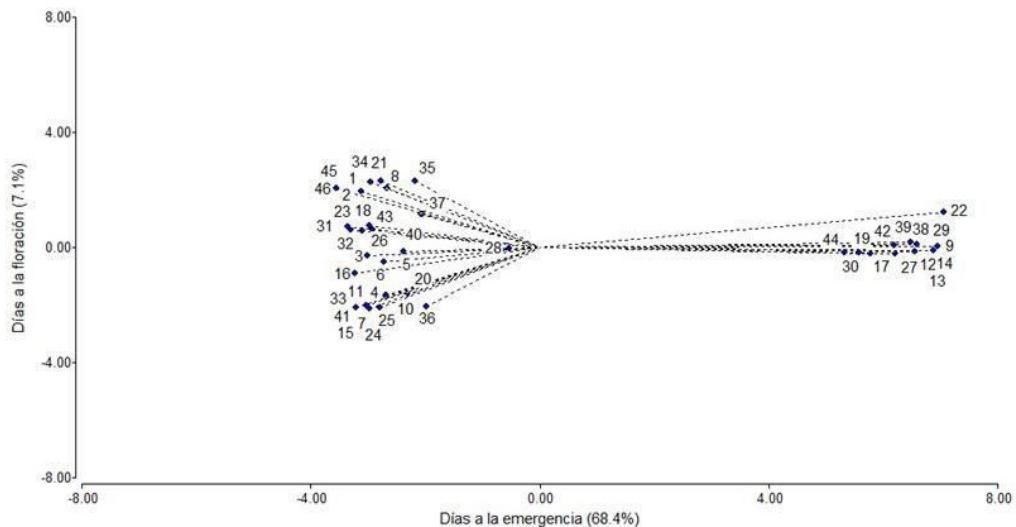


Figura 3

Análisis de componentes principales de caracteres cualitativos que describen las relaciones entre las accesiones



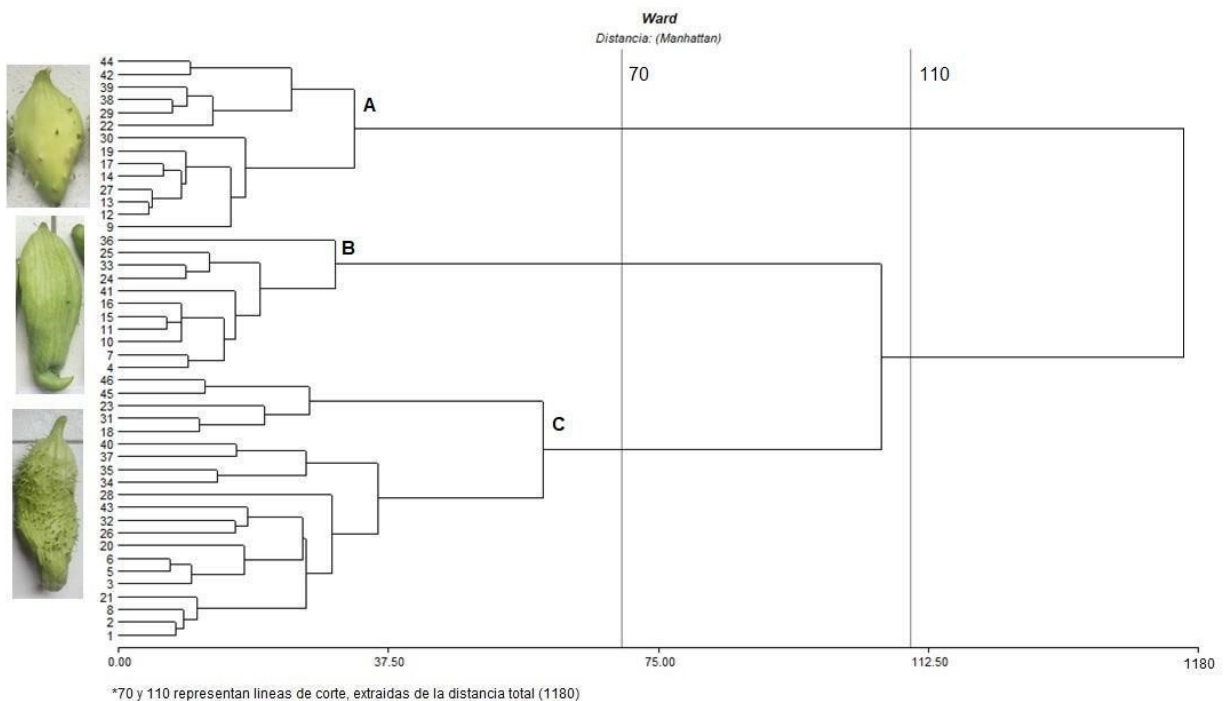
Asimismo, estos resultados fueron corroborados por el análisis de conglomerados usando el agrupamiento jerárquico de Ward, representado en el dendrograma (Figura 4). En este último aparece un grupo adicional cuando la distancia de Manhattan se acorta a 70 en lugar de usar el valor de 110. El grupo A contiene 14 accesiones: PER007089, PER007088, PER007085, PER007084, PER007075, PER007068, PER007076, PER007065, PER007063, PER007060, PER007073, PER007059, PER007058 y PER007055, y el resto de las accesiones están divididas entre los grupos B y C. El grupo A presentó mucha espinosidad y frutos irregulares, mientras que el grupo B presentó nula a escasas espinas y un fruto moderadamente regular; el grupo C presentó espinas y fruto regular.

El análisis detallado de todos los descriptores junto con el análisis de componentes principales

y de conglomerados, permitió advertir la presencia de al menos dos especies dentro de la colección de germoplasma del INIA. Una correspondiente a *C. brachybotrys*, representada por las accesiones del grupo A y la otra a *Cyclanthera pedata*, representada por las accesiones del grupo B y C. En base a esta nueva clasificación, se evaluaron a los descriptores informativos dentro de cada grupo, mostrando características marcadamente diferentes. Las accesiones de *C. pedata* mostraron valores mayores de peso del fruto, longitud del fruto, longitud de la inflorescencia y longitud del peciolo, en comparación con *C. brachybotrys*. El número de espinas fue variable dentro de la misma especie de *C. pedata*, puesto que el grupo B mostró muy pocas, mientras que el grupo C mostró mayor cantidad, aunque siempre el valor fue menor en comparación con *C. brachybotrys* (Figura 4).

Figura 4

Dendrograma de la diversidad morfológica entre las accesiones de *Cyclanthera* spp. mediante 32 descriptores morfológicos. La figura muestra los valores de distancia de Manhattan.



Discusión

La variabilidad genética es esencial para tener éxito en los programas de fitomejoramiento, especialmente en hortalizas, debido a las altas exigencias en cuanto a características agronómicas de los cultivos (Rimieri, 2017;

Núñez & Escobedo, 2015). El banco de germoplasma del INIA Huaral posee una colección de caigua con características variables en razón a sus frutos, pero también con respecto a su adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas y características del suelo de todas las localidades donde crece este cultivo.

Los descriptores cuantitativos empleados en este trabajo mostraron variabilidad en las accesiones; de un total de 16 descriptores evaluados, 5 de ellos fueron altamente variables. La mayoría estaban relacionados a características del fruto (peso, longitud y número de espinas). Esto concuerda con los estudios realizados en otras cucurbitáceas, como sandía y pepino, donde la mayor diversidad se encuentra en los caracteres del fruto, especialmente en la forma, el color de la corteza y el color de la pulpa (Gichimu et al., 2009). Los resultados también coinciden con los hallazgos de Chuquín (2009), quien informó que las cucurbitáceas son muy similares en el desarrollo sobre el suelo, pero tienen una gran diversidad genética para la forma y otras características del fruto. Además, se encontró variación en la longitud del peciolo y de la inflorescencia, características reportadas como constantes en otras especies de cucurbitáceas (Gichimu et al., 2009; Huamán, 2015). Para obtener una discriminación morfológica más significativa, los descriptores cuantitativos deben combinarse con rasgos cualitativos (Fandohan et al., 2011; Bramardi et al., 2018). Las accesiones de caigua presentaron una considerable variación, lo cual se vio reflejado en el mayor número de descriptores cualitativos identificados en la investigación.

Todo el conjunto de descriptores permitió diferenciar al menos dos especies presentes en la colección de germoplasma, correspondientes a *C. pedata* y *C. brachybotrys*. Cada una de las características descritas para ambas especies divididas en los tres grupos jerárquicos, concuerda con estudios previos reportados sobre la taxonomía de ambas especies en Ecuador (Chuquín, 2009), ya que en ese trabajo se realizó una comparación de los caracteres morfológicos y agronómicos (Singh et al., 2015). La diferenciación entre las accesiones estuvo determinada principalmente por las variables cuantitativas peso y longitud del fruto, así como las variables cualitativas velocidad de aparición de los cotiledones de la floración y de la maduración (Chuquín, 2009; Huamán, 2015). En el dendrograma se observa que son estos dos descriptores del fruto, así como el número de espinas los determinantes para la agrupación de las accesiones, siendo los del grupo B correspondiente a *C. pedata*, denominadas líneas promisorias (Rimieri, 2017; Núñez & Escobedo, 2015). Estos genotipos presentaron las características que el mercado demanda, como

tamaño grande del fruto y pocas espinas.

El mantenimiento de esta colección es crítico, ya que la alta variabilidad almacenada en ella no se conserva en otras colecciones alrededor del mundo y constituye una valiosa fuente de genes de interés para los programas de mejoramiento en caigua (Chuquín, 2009; Rimieri, 2017). En tal sentido, nuestra investigación propone el uso de estos descriptores con alto valor discriminante para caracterizar en el futuro los materiales con un alto potencial para el mercado (Casas et al., 2016). Sin embargo, deben de ser complementados con análisis genético usando marcadores moleculares (Macchia et al., 2009).

Conclusión

Las accesiones de caigua del Banco de Germoplasma de INIA en Huaral (Perú) se dividen en dos grandes grupos diferenciados, en los que se identificaron 14 accesiones pertenecientes a la especie *C. brachybotrys* y 32 accesiones a *C. pedata*. La variabilidad encontrada entre y dentro de los grupos mostró el potencial de estos materiales para los programas de mejoramiento genético vegetal respecto a los diferentes rasgos evaluados, proponiendo 12 accesiones de *C. pedata* como promisorias, debido a sus características morfológicas, tanto vegetativas como reproductivas.

Referencias

- Caires, A., Silva, V., Correia, D., Duarte, R., Santos, A., & Costa, S. L. (2014). Determination of the mineral composition of Caigua (*Cyclanthera pedata*) and evaluation using multivariate analysis. *Food Chemistry*, 152, 619-623. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.022>
- Chuquín, M. M. (2009). *Caracterización morfológica de la variedad genética de Achogcha (Cyclanthera pedata) en el catón Cotacachi* [Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional U T N . <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/732/1/03%20AGP%20112%20TESI%20S.pdf>
- Casas, A., Torres, J., & Parra, F. (2016). Erosión genética. En A. Casas, D. Velázquez, (Eds.), *Domesticación en el continente americano* (Vol. 2, pp. 77-95), Ediagraria.

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzales, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2008). *InfoStat, versión 2008*. Grup InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, https://www.researchgate.net/publication/233842986_InfoSat_Version_2011
- Fandohan, B., Assogbadjo, A. E., Glèlè Kakaï, R., Kyndt T., & Sinsin, B. (2011). Quantitative morphological descriptors confirm traditionally classified morphotypes of *Tamarindus indica* L. fruits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58, 299–309. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9575-3>
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria [INIEA]. (2007). *Catálogo de las accesiones nacionales*. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/129>
- Gichimu, B. M., Owuor, B. O., Mwai, G. N., & Dida, M. (2009). Morphological characterization of some wild and cultivated watermelon (*Citrullus* sp.) accessions in Kenya. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*, 4(2), 10–18. https://www.researchgate.net/publication/238677931_MORPHOLOGICAL_CHARACTERIZATION_OF_SOME_WILD_AND_CULTIVATED_WATERMELON_Citrullus_sp_ACCESSIONS_IN_KENYA
- Gotor, E., Alercia, A., Rao, V., Watts, J., & Caracciolo, F. (2008). The scientific information activity of Biodiversity International: the descriptor list. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(5), 757–772. <https://doi.org/10.1007/s10722-008-x>
- Huaman, Y. J. (2015). *Caracterización botánica y evaluación agronómica de dos ecotipos de caihua (Cyclanthera pedata L. Schard) en Marcapata-Quispicanchi-Cusco* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC, https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3878/253T20150224_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI]. (2003). *Descriptors for Melon (Cucumis melo L.)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. <https://qendraeresursegjenetike.file.wordpress.com/2015/02/descriptor-for-melon-2003.pdf>
- Lutz, B. E., Alzer, F. C., Gomes-Klein, V. L., L., Barbieri, C., & Goncalvez –Esteves, V. (2021). Pollen morphology of selected species of Cucurbitaceae Juss. from the Cerrado. *Brazilian Journal of Botany* 44 ,449-456. <https://doi.org/10.1007/s40415-021-00697-w>
- Machado, L. C., Oliveira, V. C., Paraventi, M. D., Cardoso, R. N. R., Martins, D. S., & Ambrosio, C. E. (2016). Maintenance of Brazilian Biodiversity by germplasm bank. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(1), 62 <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000100010>
- Macchia, M., Montoro, P., Ceccarini, L., Molfetta, I., (2009) Agronomic and phytochemical characterization of *Cyclanthera pedata* Schrad. cultivated in central Italy. *African Journal of Microbiology Research*, 3 (8) , 4 3 4 - 4 3 8 . https://www.researchgate.net/publication/228354153_Agronomic_and_Phytochemical_characterization_of_Cyclanthera_pedata_Schrad_cultivated_in_central_Italy
- Meza, B. S. (2020). *Caracterización morfológica de las accesiones de dos especies del género Cyclanthera de las colecciones del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)*. [Tesis pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. https://cibertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15449/Meza_qb.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nikolic, D., Rakonjac, V., Milatovic, D., & Fotiric, M. (2010). Multivariate analysis of vineyard peach [*Prunus persica* (L.) Bastch] germplasm collection. *Euphytica*, 171, 227–234. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-0032-3>
- Núñez, C. A. & Escobedo-López, D. (2015). Caracterización de germoplasma vegetal: la piedra angular en el estudio de los recursos fitogenéticos. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1) 1 - 6 . <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/1/2>
- Octavio, P., García, M., Galván-Hernández, D.

- M., García-Montes, M. A., & Sánchez, A. (2018). Conservación de los recursos fitogenéticos: uso inteligente de la biodiversidad. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxan*, 6(2), 2064-2073. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v6i2.Especial.230>
- Oliveira, A. C., dos Santos, V.S., Silva, V., Correia, D., Sales, R. Santos, A., & Costa, S L. (2014). Determination of the mineral composition of caigua (*Cyclanthera pedata*) and evaluation using multivariate analysis. *Food Chemistry*, 152, 619–623. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.022>
- Rimieri, P. (2017). La diversidad genética y la variabilidad genética: dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. *Journal of Basic and Applied Genetics* (Online) 28(2), 7 - 13 . <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1089030>
- Rivas, M., Vignale, N., Ordoñez, R. M., Zampini, I. C., Alberto, M. R., Sayago, J. E., & Isla, M. I. (2013). Nutritional, Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of *Cyclanthera pedata*, an Andinean Fruit and Products Derived from Them. *Food and Nutrition Sciences*, 4 (8 A) , 55 - 61 . <https://dx.doi.org/10.4236/fns.2013.48A007>
- Singh, N., Singh, B., Singh, G., Singh, G., & Thakur, A. K. (2015). Genus *Cyclanthera* Schrad. (Cucurbitaceae) in India with notes on distribution of *Cyclanthera brachystachya* (Ser.) Cogn. in Himachal Pradesh, India. *Phytodiversity*, 2(1), 51-55. https://www.researchgate.net/publication/309175547_Genus_Cyclanthera_Schrad_Cucurbitaceae_in_India_with_notes_on_distribution_of_Cyclanthera_brachystachya_Ser_Cong_in_Himachal_Pradesh_India
- Shivwanshi, R. & Babbar, A. (2017). Principal component Analysis of Chickpea (*Cicer arietium* L.) Germplasm. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(10):166-173. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.20.2017.610.021>
- Zuliani, P., Defacio, R., Lavalle, A., & Bramardi, S. (2018). Comparación de Técnicas de Análisis Multivariado Mediante Simulación para Caracterización de Recursos Fitogenéticos en Función de Caracteres Susceptibles a Interacción Genotipo-Ambiente. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, 17 (1) , 75 – 86 . <https://doi.org/10.14409/fa.v17i1.7651>