Bioagro 38(1): 481-494. 2026 doi: http://www.doi.org/10.51372/bioagro381.8

CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DEL ALGODÓN DE COSTA (*Gossypium barbadense* L.–*G. hirsutum* L.) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIA, PERÚ

Mercedes T. Oyola Medina[1], Sandra Mendez-Farroñan[1], Miguel Chapoñan-Vásquez[1], Ysabel Bustamante-Carrasco[1] y David Lindo-Seminario[1]

RESUMEN

En Perú y el sur de Ecuador se cultiva principalmente *Gossypium barbadense* L., o algodón nativo, del cual provienen las variedades Pima, Tangüis y Áspero. Se caracterizaron morfológica y agronómicamente 82 accesiones de este algodón del banco de germoplasma de Lambayeque. Se emplearon 37 descriptores (20 fueron cuantitativos y 17 cualitativos) durante 3 años. El análisis de conglomerados agrupó las accesiones en seis grupos. El análisis de varianza reveló que el número de bellotas por planta (NBELPL) y el peso de algodón en rama por planta (ALGRAM) fueron determinantes en la agrupación, con diferencias altamente significativas (p=0,001). El Grupo 4 presentó el mayor rendimiento (0,853±0,199 kg de algodón en rama y 224,0±40,7 bellotas por planta), mientras que los grupos 1 y 6 mostraron los valores más bajos. El análisis de correspondencia múltiple de los descriptores cualitativos mostró que las características de la flor explicaron el 62,4 % de la variabilidad total, destacándose como el factor más influyente. Estos resultados confirman la utilidad de la caracterización morfológica y fenotípica para identificar accesiones nativas con potencial de mejoramiento genético y aplicación en la industria textil peruana.
Palabras clave adicionales: Algodón nativo, fenotípicamente, mejoramiento genético, variabilidad

ABSTRACT

Agromorphological characterisation of coastal cotton (*Gossypium barbadense* L.-*G. hirsutum* L.) from the INIA Germplasm Bank, Peru

In Peru and southern Ecuador, *Gossypium barbadense* L., or native cotton, is mainly cultivated, from which the Pima, Tangüis, and Áspero varieties originate. Eighty-two accessions of this cotton from the Lambayeque germplasm bank were characterized morphologically and agronomically. Thirty-seven descriptors (20 quantitative and 17 qualitative) were used over a period of 3 years. Cluster analysis grouped the accessions into six groups. Analysis of variance revealed that the number of bolls per plant (NBELPL) and the weight of raw cotton per plant (ALGRAM) were decisive in the grouping, with highly significant differences (p=0,001). Group 4 had the highest yield (0,853±0,199 kg of raw cotton and 224,0±40,7 acorns per plant), while groups 1 and 6 had the lowest values. Multiple correspondence analysis of the qualitative descriptors showed that flower characteristics explained 62,4 % of the total variability, standing out as the most influential factor. These results confirm the usefulness of morphological and phenotypic characterization to identify native accessions with potential for genetic improvement and application in the Peruvian textile industry.
Additional keywords: Breeding, genetic improvement, native cotton, phenotypically, variability

Editor Asociado: Prof. María Elena Sanabria Chópite

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se han identificado diversos tipos de Algodón Nativo (AN), entre los que destacan *Gossypium arboreum* L., originaria de la India, *G. herbaceum* L., del norte de África, y el *G. hirsutum* L., nativo del sur de México y Guatemala. Este último, constituye la base genética para la obtención de las variedades más cultivadas en el mundo, debido a su alta capacidad de resistencia a las lluvias. Sin embargo, en Perú la especie más cultivada es *G. barbadense* L., cuyo nombre científico hace referencia a la longitud de su fibra, relacionándola con las barbas humanas. Esta especie es oriunda del norte del Perú y el sur del Ecuador; de ella se derivan las

Recibido: Junio 6, 2025 Aceptado: Octubre 27, 2025
[1]Estación Experimental Agraria Vista Florida. Subdirección de Recursos Genéticos de la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lambayeque, Perú.
e-mail: mercedesoyola20@gmail.com; sandrajmfar@gmail.com; miguelchaponanvasquez@gmail.com; lybustamante1901122@gmail.com; delindoseminari@gmail.com (autor de correspondencia).

reconocidas variedades Pima, Tangüis y Áspero (MINAM, 2020, Párraga *et al.*, 2023).

En el Perú, el AN ha sido escasamente difundido ya sea en el mercado nacional como en el internacional, aun cuando presenta valiosas cualidades en la fibra. Entre éstas reside que no requiere ser teñido debido a que su color es netamente natural. Se ha documentado la existencia de diferentes tonalidades de colores como el marrón, anaranjado, pardo, verde oliva, lila o fifo, crema, beige y blanco luminoso (Cortijo y Cancio, 2012; Rojas *et al.*, 2013; Párraga *et al.*, 2023).

El Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) alberga una colección de algodón nativo peruano, caracterizada por más de catorce tonalidades que van desde el blanco hasta el marrón rojizo (MINAM, 2015), una gran variedad en cuanto a finura, longitud (Lizárraga y Caldas, 2020), resistencia y micronaire (Ali *et al*., 2020, Hernández *et al*., 2022). Esta riqueza genética sin precedentes lo posiciona como un recurso invaluable para el desarrollo de nuevas y mejoradas futuras variedades de algodón (López *et al*., 2020).

La presente investigación se integra a un conjunto creciente de estudios que profundiza en la fascinante riqueza genética de especies nativas y silvestres peruanas. Entre ellos se encuentran los trabajos de Vásquez *et al*. (2022) en cacao (*Theobroma cacao* L.), Dadther *et al*. (2023) en pallar (*Phaseolus lunatus* L.), Coral y Escobar (2021) en mango (*Mangifera indica*), Correa *et al*. (2011) en camu camu (*Myrciaria dubia*), León *et al*. (2021) en olivo (*Olea europaea*) y Corazón *et al*. (2009) en sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Así mismo, existe información clave sobre la historia y diversidad del algodón peruano. El silvestre (*G. raimondii*) ha sido identificado como el antecesor de las variedades nativas y comerciales del país (López *et al*., 2020). La variabilidad de poblaciones de *Gossypium* spp. en comunidades nativas amazónicas de la provincia de La Convención, Cusco, fue evaluada recientemente evidenciando su riqueza genética (Morales *et al*., 2023). Además, se analizaron investigaciones desarrolladas en algodón peruano entre 2008 y 2018 en las Estaciones Experimentales Agrarias "El Porvenir" (San Martín) y "Vista Florida" (Chiclayo), permitiendo complementar la información disponible sobre la diversidad y el potencial de este cultivo en el país (Manco *et al*., 2022).

Debido al interés del AN en el Perú, especialmente en la costa norte del país, este estudio se centró en la caracterización morfológica (cualitativa) y agronómica (cuantitativa) de 82 accesiones de algodón de costa incorporadas al Banco de Germoplasma del INIA en 2021. Para ello, se emplearon 17 parámetros cualitativos y 20 cuantitativos con el fin de identificar características relevantes, establecer agrupamientos por similitud genética y evaluar su productividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y lugar de estudio. El Banco de Germoplasma del INIA alberga 82 accesiones de algodón de costa (*G. barbadense* L.–*G. hirsutum* L.) desde 2012 en la Estación Experimental Agraria Vista Florida (Lambayeque, 30 msnm, coordenadas 6°43'40,16" S y 79°47'27,95" O; temperaturas 18-32 °C, humedad 60-95 % - SENAMHI, 2021). Estas accesiones se recolectaron de once provincias en Piura, Cajamarca, La Libertad y Lambayeque, siendo esta última, el centro de mayor diversidad genética, aportando el 90 % de las accesiones (Cuadro 1).

Diseño experimental. El diseño bloques completamente al azar incluyó 10 plantas por accesión de algodón de costa, espaciadas a 1 m entre plantas y 5 m entre hileras. La colección se estableció el 23 de junio de 2012 y las evaluaciones de caracterización se efectuaron de julio a febrero entre 2021 y 2024.

Descriptores morfológicos. Para la caracterización fenotípica se utilizaron 37 descriptores, de los cuales 20 fueron cuantitativos y 17 cualitativos, relacionados con tallo, hoja, flor, fruto, semilla y fibra (Cuadros 2 y 3).

Los descriptores se definieron de acuerdo con las guías de caracterización de la Junta Internacional para los Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1985), la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2018) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (Manco *et al*., 2022). Los Cuadros 2 y 3 presentan los descriptores cualitativos y cuantitativos con sus respectivas abreviaturas, indicadores y unidades.

Cuadro 1. Procedencia geográfica de las accesiones de algodón de costa del Banco de Germoplasma del INIA.

N° de accesión	Código Nacional	Latitud	Longitud	N° de accesión	Código Nacional	Latitud	Longitud
1	PER1003092	6°32'15"	80°4'25"	**42**	PER1003138	6°32'15"	80°4'25"
2	PER1003093	6°32'45"	80°4'25"	**43**	PER1003144	6°32'15"	80°4'25"
3	PER1003094	6°34'24"	79°47'21"	**44**	PER1000371	8°6'42,1"	79°2'17,7"
4	PER1003095	6°38'47"	79°44'39"	**45**	PER1000372	8°8'28,7"	79°0'7,7"
5	PER1003097	0°0'0"	0°0'0"	**46**	PER1000373	6°30'48,6"	79°50'51,6"
6	PER1003098	5°33'24"	80°49'19"	**47**	PER1000374	6°41'20,2"	79°27'38,2"
7	PER1003099	6°32'15"	80°4'25"	**48**	PER1000375	6°52'26,7"	79°52'1,7"
8	PER1003100	6°32'15"	80°4'25"	**49**	PER1000376	5°36'39,2"	79°53'35,3"
9	PER1003101	6°32'15"	80°4'25"	**50**	PER1000377	5°10'15,4"	80°11'4"
10	PER1003102	6°38'47"	79°44'39"	**51**	PER1000378	5°19'22,7"	79°55'52"
11	PER1003103	6°38'47"	79°44'39"	**52**	PER1000379	5°25'14,1"	79°40'21,5"
12	PER1003104	6°38'47"	79°44'39"	**53**	PER1000380	5°24'59,2"	79°39'27,9"
13	PER1003105	6°32'15"	80°5'25"	**54**	PER1000381	5°24'59,2"	79°39'27,9"
14	PER1003106	6°32'15"	80°5'25"	**55**	PER1000382	6°2'15,6"	78°54'47,6"
15	PER1003107	6°32'15"	80°5'25"	**56**	PER1003599	6°38'16,4"	79°56'42"
16	PER1003108	6°32'15"	80°5'25"	**57**	PER1003600	6°28'45,4"	79°41'05,7"
17	PER1003109	6°34'24"	79°47'21"	**58**	PER1003602	6°28'45,4"	79°41'05,7"
18	PER1003110	6°32'15"	80°4'25"	**59**	PER1003603	6°28'45,4"	79°41'05,7"
19	PER1003111	6°32'15"	80°4'25"	**60**	PER1003604	6°32'48,7"	79°58'49"
20	PER1003112	6°32'15"	80°4'25"	**61**	PER1003605	6°32'48,7"	79°58'49"
21	PER1003114	6°32'15"	80°4'25"	**62**	PER1003606	6°32'48,7"	79°58'49"
22	PER1003115	6°32'15"	80°4'25"	**63**	PER1003607	6°26'48,2"	79°48'35,5"
23	PER1003116	6°32'15"	80°4'25"	**64**	PER1003608	6°26'48,2"	79°48'35,5"
24	PER1003117	6°32'15"	80°4'25"	**65**	PER1003609	6°26'48,2"	79°48'35,5"
25	PER1003119	0°0'0"	0°0'0"	**66**	PER1003610	6°26'48,2"	79°48'35,5"
26	PER1003120	6°28'25"	80°4'25"	**67**	PER1003611	6°26'48,2"	79°48'35,5"
27	PER1003121	6°29'57"	79°49'43"	**68**	PER1003612	6°26'48,2"	79°48'35,5"
28	PER1003122	6°32'15"	80°4'25"	**69**	PER1003613	6°26'09,2"	79°48'12,6"
29	PER1003123	6°32'15"	80°5'25"	**70**	PER1003614	6°26'09,2"	79°48'12,6"
30	PER1003124	6°32'15"	80°4'25"	**71**	PER1003616	6°26'09,2"	79°48'12,6"
31	PER1003125	6°32'15"	80°5'25"	**72**	PER1003617	6°32'13,85"	79°58'40,9"
32	PER1003126	6°32'15"	80°5'25"	**73**	PER1003618	6°32'13,85"	79°58'40,9"
33	PER1003127	6°32'15"	80°5'25"	**74**	PER1003619	6°32'13,85"	79°58'40,9"
34	PER1003128	6°29'25"	79°4'43"	**75**	PER1003620	6°32'13,85"	79°58'40,9"
35	PER1003129	6°38'47"	79°44'39"	**76**	PER1003622	6°32'13,85"	79°58'40,9"
36	PER1003130	6°32'15"	80°4'25"	**77**	PER1003623	6°30'54,22"	79°50'49,94"
37	PER1003131	6°32'15"	80°4'25"	**78**	PER1003624	6°30'54,22"	79°50'49,94"
38	PER1003132	6°32'15"	80°4'25"	**79**	PER1003625	6°30'54,22"	79°50'49,94"
39	PER1003133	6°32'15"	80°4'25"	**80**	PER1003626	6°30'54,22"	79°50'49,94"
40	PER1003136	0°0'0"	0°0'0"	**81**	PER1003627	6°30'54,22"	79°50'49,94"
41	PER1003137	6°32'15"	80°4'25"	**82**	PER1003628	6°30'54,22"	79°50'49,94"

Cuadro 2. Descriptores cualitativos de *G. barbadense* L. y *G. hirsutum* L. utilizados en la caracterización morfológica y agronómica.

Descriptor	Abreviatura	Indicador
Tallo		
Color de tallo	COLTAL	(1) Verde, (2) Verde rojizo, (3) Morado claro, (4) Morado oscuro
Hoja		
Nectarios en las hojas	NECHO	(1) Presente en la nervadura central, (2) Presente en la nervadura central y lateral, (3) Ausente
Flor		
Color de la corola	COLCOR	(1) Crema, (2) Amarillo, (3) Amarillo claro, (4) Amarillo oscuro, (5) Verde amarillo claro, (6) Verde amarillo pálido.
Color de polen	COLPOL	(1) Crema, (3) Amarillo claro, (5) Amarillo, (7) Amarillo oscuro, (9) Anaranjado, (11) Amarillo vivo, (13) Amarillo pálido.
Forma del estigma	FORESTIG	(1) Entero, (2) Bífido, (3) Trífido, (4) Cuadrífido
Mancha en el pétalo	MANPET	(1) Ausente, (2) Presente.
Nectarios en la base de las brácteas	NECBRAC	(1) Ausente, (2) Presente
Posición del estigma	POSEST	(1) Debajo, (3) Al mismo nivel, (5) Encima
Número de dientes en las brácteas	NDBRACT	(1) Menos de siete, (2) De siete a doce, (3) Más de doce
Fruto		
Forma de bellota	FORBEL	(1) Redonda, (2) Elíptica, (3) Ovalada (4) Cónica
Forma del ápice de la bellota	FORMAPBEL	(1) Redondeada, (2) Obtusa, (3) Aguda, (4) Punteaguda
Superficie de bellota	SUPBEL	(1) Lisa, (2) Áspera
Semilla		
Color de semilla	COLSEM	(1) Marrón, (2) Marrón claro, (3) Marrón oscuro, (4) Negro
Color del linter o pelusa	COLLINT	(0) Ausente, (1) Blanco, (2) Blanco cremoso, (3) Blanco opaco, (4) Crema, (5) Lila, (6) Pardo, (7) Pardo canela, (8) Pardo claro, (9) Pardo oscuro, (10) Pardo rojizo, (11) Verde
Intensidad del brillo de la semilla	INBRSEM	(1) Opaco, (2) Semibrillante, (3) Brillante
Presencia y ausencia del linter o pelusa de la semilla	PLINTSEM	(0) Desnuda, (1) Pelusa apical, (2) Pelusa basal, (3) Pelusa apical y basal, (4), Pelusa escasa, (5) Medianamente poblada, (6) Completamente cubierta
Fibra		
Color de fibra	CFIBR	(1) Blanco, (2) Blanco brillante, (3) Blanco cremoso, (4) Blanco opaco, (5) Crema, (6) Lila, (7) Pardo, (8) Pardo anaranjado, (9) Pardo claro, (10) Pardo oscuro, (11) Pardo rojizo, (12) Pardo rojizo oscuro, (13), Rosado claro, (14) Verde

Cuadro 3. Descriptores cuantitativos de *G. barbadense* L. y *G. hirsutum* L. utilizados en la caracterización morfológica y agronómica.

Descriptor	Abreviatura	Unidad
Hoja		
Largo de la hoja	LARHO	cm
Ancho de la hoja	ANHO	cm
Largo del peciolo	LARPEC	cm
Flor		
Días a la floración	DIFLOR	días
Días al inicio de la aparición del botón floral	DAPBFLOR	días
Largo del pedúnculo floral	LARPEFLO	mm
Largo de corola	LARCOR	mm
Fruto		
Días a la apertura de bellotas	DAPBEL	días
Largo de la bellota	LGBEL	mm
Ancho de la bellota	ANCBEL	mm
Número de bellotas por planta	NBELPL	
Número de semillas por bellota	NSEMBEL	
Peso de bellotas	PBEL	g
Peso de algodón en rama	ALGRAM	g
Días a la cosecha	DIAC	días
Semilla		
Ancho de semilla	ANSEM	mm
Largo de semilla	LARSEM	mm
Peso de 100 semillas	P100SEM	g
Fibra		
Porcentaje fibra	PORFIB	%
Acude	AC	kg

Análisis datos. Los datos fueron procesados con tres aplicaciones específicas (Agricolae, Factoextra y FactoMineR) dentro del programa de licencia libre Rstudio (versión 3.11) para Windows (Kassambara y Mundt, 2020; Morillo *et al*., 2021), de acuerdo con la metodología de procesamiento de datos descrita por Vásquez *et al*. (2022), con modificaciones en el análisis de varianza con Test-Tukey.

RESULTADOS

Agrupamiento de accesiones según características del germoplasma. La caracterización se realizó mediante análisis de conglomerados con distancia euclidiana, considerando los descriptores de tallo, hoja, flor, fruto, semilla y fibra. Este análisis identificó seis grupos de algodón de costa (Figura 1).

El análisis de varianza reveló diferencias estadísticas significativas para la mayoría de las variables evaluadas. Las variables ALGRAM (peso de algodón en rama por planta) y NBELPL (número de bellotas por planta) presentaron diferencias altamente significativas (p=0.001), por lo que fueron determinantes en la formación de los seis grupos (Cuadro 4).

El análisis de agrupamiento (Figura 1) confirmó la existencia de seis grupos fenotípicos con perfiles diferenciados, descritos en el Cuadro

4, lo que reflejó la variabilidad presente en las accesiones estudiadas.

El Grupo 4 presentó el mayor rendimiento. Dentro de este grupo se observaron seis accesiones con 177 - 213 de NBELPL y 0,56–0,76 kg de ALGRAM, y cuatro accesiones con 260 - 289 NBELPL y 0,85 – 1,2 kg de ALGRAM. En promedio, el Grupo 4 produjo 0,853 ± 0,199 kg de ALGRAM y 224,0± 40,7 NBELPL (Figura 1, Cuadro 4). En contraste, los Grupos 2 y 5 mostraron valores intermedios (0,453 ± 0,121 kg y 0,591 ± 0,157 kg, con 113,0 ± 24,1 y 113,0 ± 26,8 NBELPL, respectivamente); mientras que los valores más bajos se registraron en los Grupo 1 y 6 (0,353 ± 0,126 kg y 0,324 ± 0,12 kg, con 114,0 ± 30,7 y 83,3 ± 9,07 NBELPL, respectivamente).

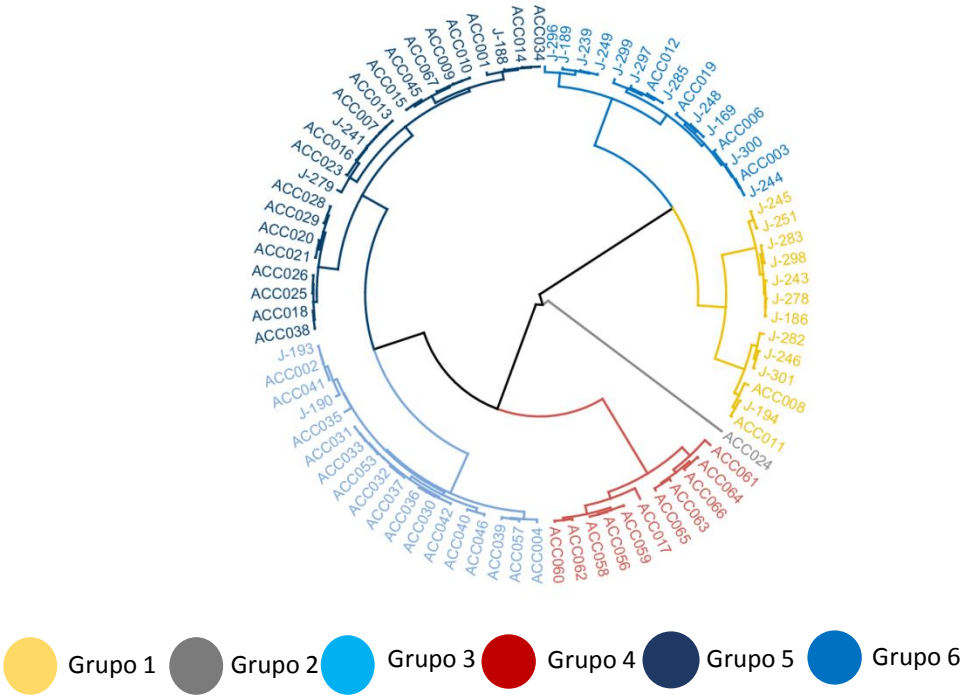

Figura 1. Dendograma generado por análisis de conglomerados, utilizando la distancia euclidiana, con base en características morfológicas y agronómicas de 82 accesiones de algodón de costa.

En cuanto al desempeño por grupos (Figura 1, Cuadro 4), el Grupo 1 (n = 13) se caracterizó por presentar los promedios más altos en días al inicio de la aparición del botón floral (DAPBFLOR) con 74,5 ± 3,90, días a la floración (DIFLOR) con 140,0 ± 13,4), días a la apertura de bellotas (DAPBEL) con 236,0 ± 9,67, largo del peciolo (LARPEC) con 130,0 ± 25,2, largo de la hoja (LARHO) con 134,0 ± 17,4, ancho de la hoja (ANHO) con 17,0 ± 17,5 y días a la cosecha (DIAC) con 264,0 ± 6,59. El grupo 2 (n = 23) mostró valores máximos en largo de corola (LARCOR) con 68,1 ± 5,32 y porcentaje de fibra (PORFIB) con 48,0 ± 2,82%. El grupo 3 (n = 19) destacó por el mayor promedio en ancho de semilla (ANSEM) con 5,25 ± 0,660 mm. El grupo 4 (n = 10) presentó los valores más altos en NBELPL con 226,0 ± 40,6) y ALGRAM con 0,853 ± 0,199 kg, confirmando su superioridad productiva frente al resto. El grupo 5 (n = 16) se distinguió por los promedios más elevados en largo de semilla (LARSEM) con 9,86 ± 0,466, P100SEM con 11,4 ± 0,975), peso de bellota (PBEL) con 5,29 ± 0,399, largo de bellota (LGBEL) con 47,4 ± 3,45 y largo del pedúnculo floral (LARPEFLO) con 28,3 ± 4,20 mm. Finalmente, el grupo 6 (n=1) mostró los valores más altos en ancho de bellota (ANCBEL) con 31,3 ± 1,9 mm, NSEMBEL (31,2 ± 4,7) y acude (AC) con 3,32 ± 2,03 kg, al incluir una sola accesión, su representatividad debe discutirse con cautela.

Cuadro 4. Análisis de varianza con prueba de Tukey para descriptores cuantitativos de las accesiones de algodón de costa.

Descriptor		Grupos					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Hoja	LARPEC ***	130,0 a	115,0 a	95,7 b	93,4 b	94,4 b	84,4 ab
	LARHO ***	134,0 a	131,0 ab	116,0 c	118,0 abc	119,0 bc	92,4 bc
	ANHO ***	117,0, a	110,0 ab	97,9 c	113,0 ab	101,0 bc	93,7 abc
Flor	DAPBFLOR***	74,5 a	72,2 a	70,8 ab	66,0 c	67,6 bc	64,7 abc
	DIFLOR***	140,0 a	134,0 a	124,0 b	115,0 b	123,0 b	104 b
	LARPEFLO ***	22,8 a	28,1 a	25,0 ab	25,4 ab	28,3 a	23,4 ab
	LARCOR***	59,6 bc	68,1 a	60,8 bc	66,3 a	64,1 ab	47,3 c
Fruto	DAPBEL ***	236,0 a	229,0 ab	223,0 bc	214,0 cd	213,0 d	212 abcd
	LGBEL**	37,9 c	44,4 ab	44,6 ab	40,8 bc	47,4 a	41,8 abc
	ANCBEL*	25,1 c	28,5 b	28,4 b	28,0 b	30,0 a	31,3 ab
	NSEMBEL**	21,4 c	23,9 b	23,4 bc	24,5 b	28,1 a	31,2 a
	NBELPL***	114,0 b	113,0 b	104,0 b	224,0 a	113,0 b	83,3 b
	PBEL ***	3,13 c	4,09 b	4,00 b	3,68 b	5,29 a	3,94 bc
	ALGRAM ***	0,353 c	0,453 c	0,428 c	0,853 a	0,591 b	0,324 bc
	DIAC***	264,0 a	260,0 ab	256,0 bc	254,0 bc	250,0 c	255 abc
Semilla	ANSEM**	5,01 a	5,18 a	5,25 a	4,92 a	5,15 a	5,20 a
	LARSEM**	8,60 c	9,45 ab	9,46 ab	9,10 bc	9,86 a	9,17 abc
	P100SEM***	8,93 c	10,7 ab	10,9 a	9,49 bc	11,4 a	10,1 abc
Fibra	PORFIB***	45,2 ab	48,0 a	42,2 bc	39,7 c	46,6 a	46,3 abc
	AC***	2,31 c	2,23 c	2,66 b	2,72 ab	2,25 c	3,32 a

***: Altamente significativo; ** Medianamente significativo; *: Significativo; ns: No significativo.

Variabilidad en características cualitativas. Mediante tablas de contingencia (Cuadro 5) se evaluó la relación entre los descriptores cualitativos de tallo, la hoja, la flor, el fruto, la semilla y la fibra. De los 17 descriptores cualitativos, 13 mostraron diferencias estadísticamente significativas, mientras que 4 no lo hicieron: nectarios en la base de las brácteas (NECBRAC), posición del estigma (POSEST), número de dientes en las brácteas (NDBRACT) y forma del ápice de la bellota (FORMAPBEL). La significancia de los 13 descriptores restantes fue crucial para la separación de los seis grupos de accesiones, confirmando la amplia variabilidad genética de las características de hoja, flor, fruto, semilla y fibra (Cuadro 5).

Para profundizar en las asociaciones, se realizaron análisis de correspondencias múltiples (ACM) independientes para los descriptores de tallo, hoja, flor, fruto, semilla y fibra. Los resultados se presentan a continuación.

ACM para descriptores de tallo. El ACM reveló que los dos primeros ejes explicaron el 38,1% de la variación total. Los grupos 1 y 2 se asociaron con tallos de color morado oscuro, los grupos 4 y 5 con tallos de color morado claro, y el grupo 3 con tallos de color verde rojizo. El grupo 6 se ubicó de manera diferenciada, también en relación con el morado claro (Figura 2)

Cuadro 5. Tabla de contingencia para la asociatividad de los descriptores morfológicos en la formación de los grupos.

Descriptores					
Tallo **(%)**	Hoja (%)	Flor (%)	Fruto (%)	Semilla (%)	Fibra (%)
COLTAL***	NECHO*	COLCOR***	FORBEL*	COLSEM**	CFIBR***
		COLPOL**	FORMAPBEL^{ns}	COLLINT***	
		FORESTIG***	SUPBEL***	INBRSEM*	
		MANPET***		PLINTSEM***	
		NECBRAC^{ns}			
		POSEST^{ns}			
		NDBRACT^{ns}			

***: Altamente significativo; ** Medianamente significativo; *: Significativo; ns: No significativo.

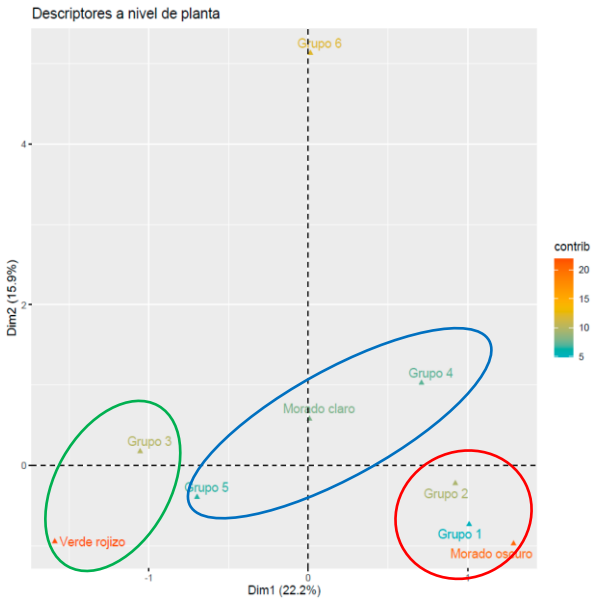

Figura 2. Análisis de correspondencias múltiples (ACM) para el descriptor de tallo (COLTAL: verde, verde rojizo, morado claro y morado oscuro).

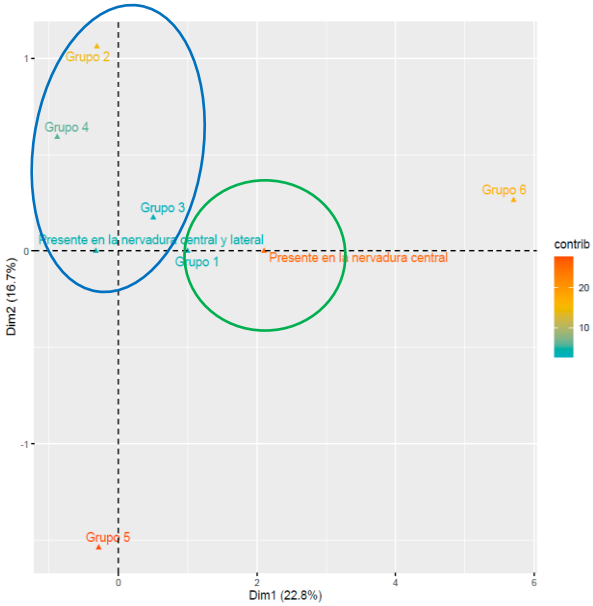

Figura 3. Análisis de correspondencia múltiple (ACM) para el descriptor de hoja (NECHO: presente en la nervadura central, presente en la nervadura central y lateral y ausente).

ACM para descriptores de hoja. El ACM indicó que los dos primeros ejes explicaban el 39,5% de la variación total. Los Grupos 2, 3 y 4 se distinguieron por nectarios en la nervadura central y lateral del envés foliar, mientras que el Grupo 1 se caracterizó por presentar los nectarios solo en la nervadura central del envés (Figura 3).

Descriptor de flor. Los dos primeros ejes del ACM capturaron el 62,4 % de la variabilidad total. Los grupos 1, 2, 3 y 5 se asociaron con la presencia de mancha en el pétalo, estigmas trífidos, flores verde amarillo claro y polen amarillo vivo. El grupo 4, se distinguió por corolas verde amarillo pálido; mientras que el grupo 6, mostró rasgos opuestos: ausencia de

mancha en el pétalo, estigma cuadrífido y polen amarillo pálido (Figura 4).

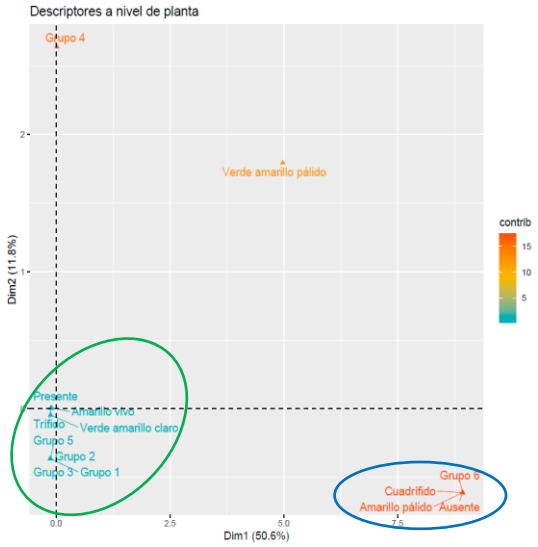

Figura 4. Análisis de correspondencias múltiples (ACM) para el descriptor floral (COLCOR: crema, amarillo, amarillo claro y amarillo oscuro, verde amarillo claro, verde amarillo pálido; COLPOL: crema, amarillo claro, amarillo, amarillo oscuro, anaranjado, amarillo vivo, amarillo pálido; MANPET: presente, ausente; FORESTIG: entero, bífido, trífido y cuadrífido).

Descriptor de fruto. El ACM mostró que los dos primeros ejes explicaron el 39,9 % de la variación total. Los grupos 2, 3, 4 y 5 se asociaron principalmente con frutos ovalados y superficie áspera. El grupo 1 se caracterizó por frutos elípticos, mientras que el grupo 6 se relacionó con frutos redondeados y superficie lisa (Figura 5).

Descriptor de semilla. El ACM mostró que los dos primeros ejes capturaron el 19,2% de la variación total (Figura 6). El grupo 1 se caracterizó por semillas desnudas y sin linter. El grupo 3 presentó semillas con linter completamente desarrollado, de color pardo a crema, y principalmente brillante. El grupo 4 se distinguió por semillas con linter apical y basal, de color pardo oscuro. Las accesiones del grupo 5 se caracterizaron por semillas con linter pardo claro y apical, semillas de color marrón e intensidad del brillo opaco. Finalmente, el grupo 6 se asoció con semillas de color verde a pardo canela.

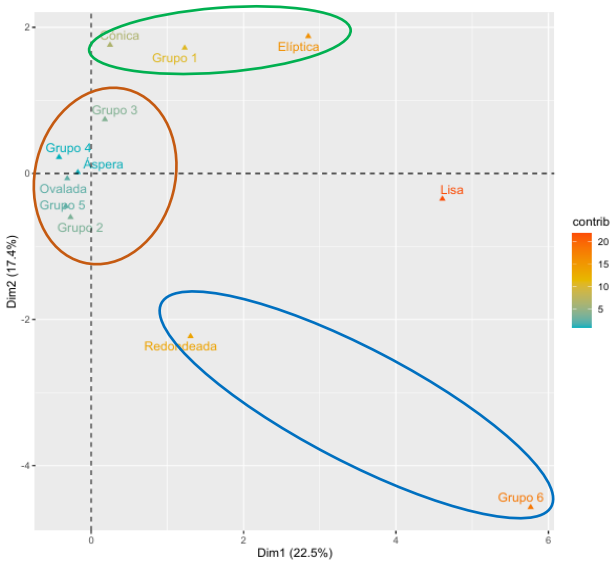

Figura 5. Análisis de correspondencias múltiples (ACM) para el descriptor de fruto (FORBEL: redondeada, elíptica, ovalada y cónica; SUPBEL: áspera y lisa).

En general, el grupo 1 presentó maduración tardía y se caracterizó por fibras de color rosado claro (CFIBR), bellotas elípticas (FORBEL) y semillas sin línter (PLINTSEM: desnuda; COLLINT: ausente). Su rendimiento fue bajo, con NBELPL de 117 ± 37,9 y ALGRAM de 0,339 ± 0,156 kg (Cuadro 6).

El grupo 2 combinó atributos morfológicos y productivos. Presentó tallos morado oscuro (COLTAL), hojas con nectarios en nervadura central y lateral (NECHO), flores verde amarillo claro con manchas en el pétalo (MANPET), polen amarillo vivo (COLPOL) y estigmas trífidos (FORESTIG). Los frutos fueron redondeados y de superficie áspera (FORBEL, SUPBEL). Las semillas presentaron linter apical (PLINTSEM) de color pardo claro (COLLINT) y aspecto semibrillante (INBRSEM). Las fibras fueron crema (CFBIR), con NBELPL promedio de 112 ± 19,7 y ALGRAM promedio de 0,421 ± 0,109 kg (Cuadro 6).

Descriptor de fibra. El ACM reveló que los dos primeros ejes capturaron el 21,6% de la variabilidad total de las accesiones de algodón (Figura 7). Los grupos 2, 3, 4 y 5 mostraron una alta prevalencia de accesiones con colores pardo,

pardo anaranjado, crema, blanco cremoso, blanco brillante y pardo claro. En el grupo 1 predominaron fibras de color lila y rosado claro. Por su parte, el grupo 6 se caracterizó por tener una única accesión verde.

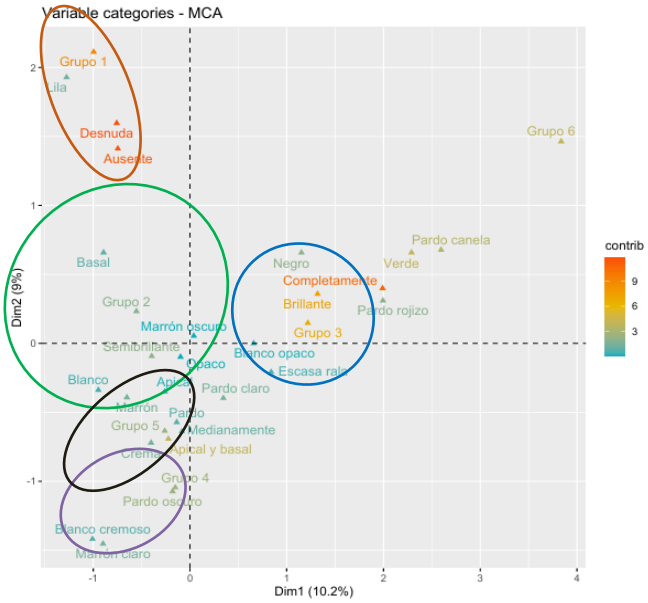

Figura 6. Análisis de correspondencia múltiple (ACM) para el descriptor de semilla (COLSEM: marrón, marrón claro, marrón oscuro y negro; COLLINT: ausente, blanco, blanco cremoso, blanco opaco, crema, lila, pardo, pardo canela, pardo claro, pardo oscuro, pardo rojizo y verde; INBRSEM: semi-brillante, brillante y opaco; PLINTSEM: desnuda, pelusa apical, pelusa basal, pelusa apical y basal, peluda escasa, medianamente poblada y completamente cubierta).

El grupo 3 mostró tallos morado claro (COLTAL), hojas con nectarios sólo en la nervadura central (NECHO), bellotas cónicas (FORBEL), semillas con linter completo (PLINTSEM) de color pardo (COLLINT) y marrón oscuro brillante (COLSEM, INBRSEM), y fibras pardo claro (CFIBR). Su rendimiento promedio de NBELPL fue de 99,8 ± 20 bellotas por planta y ALGRAM de 0,411 ± 0,110 kg (Cuadro 6).

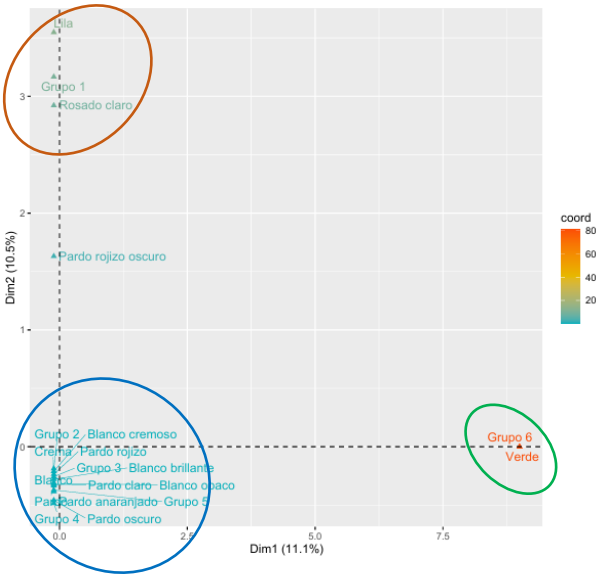

Figura 7. Análisis de correspondencia múltiple (ACM) para el descriptor de fibra (CFIBR: blanco, blanco brillante, blanco cremoso, blanco opaco, crema, lila, pardo, pardo anaranjado, pardo claro, pardo oscuro, pardo rojizo, pardo rojizo oscuro, rosado claro y verde).

El grupo 4 se distinguió semillas con línter escaso (PLINTSEM) y de color pardo oscuro (COLLINT). Destacó por su mayor productividad, con NBELPL de 226 ± 40,6 y ALGRAM de 0,853 ± 0,199 kg con fibras también pardo oscuro (CFIBR) (Cuadro 6).

El Grupo 5 presentó tallos verdes rojizo (COLTAL) y bellotas ovaladas (FORBEL). Sus semillas mostraron linter apical y basal (PLINTSEM) de color crema (COLLINT), tegumento marrón opaco (COLSEM, INBRSEM) y fibras pardas (CFIBR). La producción alcanzó NBELPL con 118,0 ± 30,6 y ALGRAM de 0,579 ± 0,152 kg (Cuadro 6).

Por último, el Grupo 6 mostró atributos singulares: flores con corola verde amarillo pálido (COLCOR), ausencia de mancha en el pétalo (MANPET), estigmas cuadrífidos (FORESTIG), polen amarillo pálido (COLPOL), bellotas lisas (SUPBEL), semillas negras (COLSEM) con linter verde (COLLINT, PLINTSEM) y fibras verdes (CFIBR). Fue el grupo menos productivo, con NBELPL promedio de 83,3 ± 9,07 y ALGRAM promedio de 0,324 ± 0,12 kg (Cuadro 6).

Cuadro 6. Identificación de características agromorfológicas distintivas de 82 accesiones de algodón de costa agrupadas mediante ACM.

Variables	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
COLTAL		Morado oscuro	Morado claro		Verde rojizo	
NECHO		Presente en la nervadura central y lateral	Presente en la nervadura central			
COLCOR		Verde amarillo claro				Verde amarillo pálido
MANPET		Presente				Ausente
COLPOL		Amarillo vivo				Amarillo pálido
FORESTIG		Trífido				Cuadrífido
FORBEL	Elíptica	Redondeada	Cónica		Ovalada	
SUPBEL		Áspera				Lisa
PLINTSEM	Desnuda	Apical	Completamente cubierto	Escasa rala	Apical y basal	
COLLINT	Ausente	Pardo claro	Pardo	Pardo oscuro	Crema	Verde
COLSEM			Marrón oscuro		Marrón	Negro
INBRSEM		Semibrillante	Brillante		Opaco	
CFIBR	Rosado claro	Crema	Pardo claro	Pardo oscuro	Pardo	Verde
NBELPL	117,0 ± 37,9 b	112,0 ± 19,7 b	99,8 ± 20,0 b	226 ±40.6 a	118 ± 30,6 b	83,3 ± 9,07 b
ALGRAM	0.34 ± 0.16 c	0.42 ± 0.11c	0,41 ± 0,11 c	0,85 ± 0,199 a	0,58 ± 0,15 b	0,33 ± 0,12 bc

DISCUSIÓN

Este estudio clasificó las accesiones de algodón nativo peruano conservadas en el banco de germoplasma del INIA en seis grupos genéticamente diferenciados, lo que evidenció la amplia variabilidad genética presente. Los resultados refuerzan la consideración del Perú como un centro clave de diversidad del algodón en Sudamérica, constituyendo un reservorio valioso para programas de mejoramiento (Serquen e Iglesias, 2019).

La agrupación permitió clasificar catorce tonalidades de algodón nativo, revelando características distintivas de color de fibra y rendimiento, crucial para su conservación y aprovechamiento sostenible. Dillehay (2007) destaca que *G. barbadense* fue ampliamente utilizada por las culturas preincaicas de la costa norte del Perú, como la Mochica, quienes valoraban la diversidad de colores en la producción textil.

La clasificación en grupos permitió identificar características distintivas de color de fibra y días a la apertura de la bellota. Los grupos 1 (fibras rosas claro) y 2 (fibras crema) mostraron una maduración tardía, con un ciclo de cultivo de 234 y 233 días, respectivamente, hasta la apertura de la bellota. Seguido del grupo 3 (fibras pardo claro) que tuvo una maduración intermedia con 224 días. Por último, los grupos 4 (pardo oscuro), 5 (pardo) y 6 (verde) presentaron una maduración temprana con ciclos de cultivo más cortos, de aproximadamente 212, 214 y 215 días.

Estos hallazgos contrastaron con los reportes del MINAM (2015), que describieron variedades marrones oscuras como más tardías (hasta 11 meses), mientras que las fibras blancas, crema y lila se consideraron más precoces (7 meses). Además, Gil y López (2017) informaron un ciclo de 207 días en *G. raimondii* Ulbrich, incluso más corto que el del grupo 6 de este estudio, lo que sugirió que el color de la fibra podría ser un indicador fiable del ciclo de cultivo.

En cuanto al rendimiento, la capacidad productiva de cada grupo se evaluó midiendo el número de bellotas por planta y el peso de algodón en rama/planta. Los grupos 4 y 5, que tienen fibras de colores claros, obtuvieron los mejores resultados, con rendimientos de 0,579 a 0,853 kg por planta y entre 118,0 y 226,0 bellotas por planta, respectivamente. Estos hallazgos concordaron con los de Acuña (2009), quien identificó que los ecotipos de algodón nativo de colores claros de Lambayeque, como Anaranjado y Blanco, son los más productivos, con rendimientos de 1,24 a 2,90 kg por planta.

En contraste, los grupos 1 y 2, con fibras de colores más oscuros, mostraron rendimientos más bajos, de 0,339 a 0,421 kg de algodón en rama por planta y de 112,0 a 117,0 bellotas por planta. Esta observación también coincidió con lo señalado por Acuña (2009), quien encontró que los ecotipos de colores oscuros como Lila y Crema son los que tienen los rendimientos más bajos, de 0,38 a 0,64 kg por planta.

La asociación entre el color de la fibra y la productividad puede explicarse por la presencia de metabolitos secundarios como las proantocianidinas (Xiao *et al*., 2007; Li *et al*., 2013), más abundantes en fibras oscuras. Estas moléculas afectaron la deposición de celulosa (Hua *et al*., 2007) y redujeron la longitud de la fibra, disminuyendo su aptitud industrial (Liu *et al*., 2018). En contraste, las fibras claras del algodón americano (*G. hirsutum*), que constituyeron cerca del 95 % de la producción mundial, se destinan principalmente al uso textil (Zhang *et al*., 2008; Liu *et al*., 2020).

El grupo 6, correspondiente a *G. hirsutum*, también presentó promedios de rendimiento bajos (0,324 kg/planta), con un peso de bellota de 3,94 g y un promedio de 83,3 bellotas por planta. Este grupo tuvo un promedio de 31,2 semillas por bellota, 4 lóculos por bellota, longitud de bellota de 41,8 mm, ancho de bellota de 31,3 mm y ancho de semilla de 5,20 mm. Estos resultados coinciden con los rangos de 4-5 lóculos descritos para *G. hirsutum* por Gutiérrez *et al*. (2009) y MINAM (2015).

Por su parte, los grupos de la especie *G. barbadense* mostraron características superiores a las reportadas por López *et al*. (2018) quienes encontraron en sus colectas, bellotas de 4,26 cm de largo, 2,11 g de peso y semillas de 0,784 cm de largo y 0,488 cm de ancho, típicas de algodones nativos de fibra parda. Estas características también difirieron del ecotipo silvestre *G. raimondii*, que según López *et al*. (2020) presentó frutos diminutos (<2,14 × 1,46 cm) y semillas pequeñas (<5,74 × 3,25 mm).

Asimismo, los grupos 1, 3 y 6 mostraron mejores valores que los reportados por Gil y López (2015) para algodones nativos de fibra verde, lila y marrón de San Benito (Cajamarca). Esta diferencia sugiere que el manejo agronómico aplicado en el banco de germoplasma fue efectivo, permitiendo que estas especies nativas expresaran sus mejores características agromorfológicas. En este mismo orden de ideas, Matarrita (1989) señaló que los algodones nativos y silvestres suelen presentar cuatro y cinco lóculos por fruto, a diferencia de los algodones comerciales, que generalmente tuvieron sólo tres lóculos por fruto.

Finalmente, la amplia variabilidad genética del algodón nativo peruano se traduce en ventajas adaptativas. Este recurso presenta resistencia natural a plagas y enfermedades reduciendo la dependencia de pesticidas químicos (Vreeland *et al*., 1985; Fernández *et al*., 2003). Además, al producir fibras de colores naturales, elimina la necesidad de tintes sintéticos, preserva técnicas textiles ancestrales y un importante legado cultural (López *et al*., 2018; MINAM, 2020). La naturaleza xerofítica y eficiencia en el uso de agua también lo hacen apto para suelos áridos y salinos, consolidándolo como una alternativa sostenible frente a variedades tradicionales como Pima, Tangüis y Del Cerro (Lizárraga y Caldas, 2020).

CONCLUSIONES

El análisis de conglomerados permitió clasificar 82 accesiones de algodón nativo en seis grupos genéticos, lo que confirmó la alta variabilidad genética del banco de germoplasma del INIA. El Grupo 4 se identificó como el más prometedor para el mejoramiento genético debido a su precocidad y alto rendimiento. Estos resultados evidenciaron que la caracterización morfológica y agronómica es fundamental para desarrollar variedades más eficientes y resilientes. Esta información es clave para la conservación y el aprovechamiento sostenible de esta agrobiodiversidad, beneficiando tanto a la industria como al medio ambiente.

LITERATURA CITADA

1. Acuña, B. 2009. Evaluación fitosanitaria y potencial de rendimiento de algodones nativos de color en Lambayeque-Perú. Tesis Magister Universidad Federal de Pelotas. Programa de Pós Graduacao em Ciencia e Tecnología de Sementes. Rio Grande do Sul. Brasil.
2. Ali, M.A., F. Ilyas, F.S. Danish, G. Mustafa, N. Ahmed, S. Hussain *et al* 2020. Soil Management and Tillage Practices for Growing Cotton Crop. En S. Ahmad y M. Hasanuzzaman (Eds.), Cotton Production and Uses. Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies pp. 9-30.
3. Coral, L.LT. y H.A. Escobar-Garcia. 2021. Characterization of fruits of varieties of mango (*Mangifera indica*) conserved in Peru. Revista Brasileira de Fruticultura 43(2): e-710.
4. Corazón-Guivin, M.A., D. Castro-Ruiz, W. Chota-Macuyama, Á.M. Rodríguez-DelCastillo, D. Cachique, E. Manco *et al*. 2009. Caracterización genética de accesiones sanmartinenses del banco nacional de germoplasma de Sacha inchi *Plukenetia volubilis* L. (EE El Porvenir-INIA). Folia Amazónica 18(1-2): 23-31.
5. Correa, S.I., S.P. Freyreand y M.M. Aldano. 2011. Caracterización morfológica y evaluación de la colección nacional de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, del INIA Loreto-Perú. Scientia Agropecuaria 2(4): 189-201.
6. Cortijo-de-Arbildo D. y R.S. Cancio-Iparraguirre. 2012. Innovación tecnológica para recuperar el algodón nativo de color. Ingeniería Industrial (030): 225-245.
7. Dadther-Huaman, H., R. Zamata-Guzman y V.H. Casa-Coila. 2023. Agro-morphological characterization of pallar accessions (*Phaseolus lunatus*) from the national germplasm bank of INIA, Peru. Bioagro 35(1): 59-68.
8. Fernández, A., E. Rodríguez y O. Westengen. 2003. Biología y etnobotánica del algodón nativo peruano (*Gossypium barbadense* L., Malvaceae). Arnaldoa 10(2): 93-108.
9. Gil Rivero, A.E. y S.E López Medina. 2017. Principales plagas y controladores biológicos de *Gossypium hirsutum* L." algodón nativo" de fibra verde en relación a su ciclo fenológico. Arnaldoa 24(1): 359-368.
10. Gil Rivero, A. y E. López Medina. 2015. Características germinativas de semillas del algodón nativo, *Gossypium* sp., de fibra verde, lila y marrón. Rebiol 35(2): 39-46.
11. Gutiérrez, M., B. Trujillo, D. Pérez, A. Márques y W. Pacheco. 2009. Colecta y rescate del conocimiento local de algodones nativos en las costas de los estados Falcón y Aragua, Venezuela. Agronomía Tropical 59(1): 59-71.
12. Hernández-Leal E., I.F. Gaytán, J.M. Buendía y A.R. González. 2022. Determinación de la calidad de fibra del cultivo de algodón. Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental la Laguna 978-607-37-1476-1.
13. Hua, S., X. Wang, S. Yuan, M. Shao, X. Zhao, S. Zhu y L. Jiang. 2007. Characterization of pigmentation and cellulose synthesis in colored cotton fibers. CropScience 47(4): 1540-1546.
14. IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). 1985. Cotton descriptors (Revised), Rome, Italy.
15. Kassambara, A. y F. Mundt. 2020. Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.factoextra
16. León Mendoza, L., D. Casanova Pavel, J. Palma Quispe y J. González Cabeza. 2021. Caracterización agromorfológica de plantas madre del banco de germoplasma de "olivo "*Olea europaea* (Oleaceae) en la región Tacna. Arnaldoa 28(3): 593-612.
17. Li, Y.J., X.Y. Zhang, F.X. Wang, C.L. Yang, F. Liu, F. Xia *et al*. 2013. A comparative proteomic analysis provides insights into pigment biosynthesis in brown color fiber. Journal of Proteomics 78: 374-388.
18. Liu, H.F., C. Luo, C. Song, H. Shen, G. Li, Z. He *et al*. 2018. Flavonoid biosynthesis controls fiber color in naturally colored cotton. PeerJ 6: e4537.
19. Liu, W., C. Song, Z. Ren, Z. Zhang, X. Pei, Y. Liu *et al*. 2020. Genome-wide association study reveals the genetic basis of fiber quality traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). BMC Plant Biology 20(1): 395.

20. Lizárraga-Travaglini, A. y J.F. Caldas Cueva. 2020. Guía Técnica para el cultivo de Algodón en la Costa del Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria-NIA, 978-9972-44-054-0.
21. López, A., E. López, E. Gil, M. Caicedo y M. Mendoza. 2018. Caracterización de frutos, semillas y fibras de *Gossypium barbadense* "algodón Pardo". Sciendo 21(3): 301-304.
22. López-Medina, E. y A.E. Gil-Rivero. 2017. Fenología de *Gossypium raimondii* Ulbrich" algodón nativo" de fibra de color verde. Scientia Agropecuaria 8(3): 267-271.
23. López-Medina, S.E., J. Mostacero-León, C.H. Quijano-Jara, A.E. Gil-Rivero y M.F. Rabanal Che Leon. 2020. Caracterización del fruto semilla y fibra de *Gossypium raimondii* Ulbrich, ecotipo algodón silvestre. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 21(1): 11-18.
24. Manco, E., J. Chanamé, G. Arévalo, W. Mamani, L. Hinostroza, N. Garay *et al*. 2022. Descriptores para algodón peruano (*Gossypium barbadense* L.). Instituto Nacional de Innovación Agraria.
25. Matarrita, A. 1989. Cultivo de algodón. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia (Eds)
26. MINAM. 2015. Identificación de las alternativas a los OVM de algodón y maíz a partir de los recursos genéticos nativos. Informe final de la consultoría. Lima: Ministerio del Ambiente-Dirección General de Diversidad Biológica. 209 pp.
27. MINAM. 2020. Línea de base de la diversidad del algodón peruano con fines de bioseguridad. Primera edición-noviembre de 2020.
28. Morales-Aranibar, L., F.E.Y. Yucra, C.G.M. Aranibar, M.C. Sáenz, H.H.S. Gonzales, J.G. Aguilera *et al*. 2023. First report on the genetic diversity of populations of *Gossypium barbadense* L. and *Gossypium hirsutun* L. in the Amazonian Native Communities, Cusco-Peru. Plants 12(4): 865.
29. Morillo-Coronado, A.C., E.H. Manjarres Hernández y L. Forero-Mancipe. 2021. Phenotypic diversity of morphological characteristics of pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) germplasm in Colombia. Plants 10(11): 2255.
30. Párraga Navarrete, J., M. Rodríguez Guale, E. Cañarte Bermúdez, S. Montero Cedeño y F. Sánchez Mora. 2023. Respuesta adaptativa de diez accesiones de algodón de colores *Gossypium barbadense* en las condiciones del valle del río Portoviejo. Memorias VI Convención Científica de la Universidad Técnica de Manabí. p 190. Disponible en https://n9.cl/i0efh.
31. Rojas-Idrogo, C., C. Cuzquén-Cabrejos, y G.E. Delgado-Paredes. 2013. Propagación clonal *in vitro* y enraizamiento de estacas de algodón nativo (*Gossypium barbadense* L.). Acta Agronómica 62(4): 312-320.
32. Serquen-López, L.M. y S. Iglesias-Osores. 2019. Caracterización molecular de las variedades de algodón nativo de color en la costa norte del Perú. Scientia Agropecuaria 10(2): 167-168.
33. UPOV (Unión internacional para la protección de obtenciones vegetales). 2018. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.
34. Vásquez-García, J., J.C. Santos-Pelaez, R. Malqui-Ramos, C.N. Vigo y L.G. Bobadilla. 2022. Agromorphological characterization of cacao (*Theobroma cacao* L.) accessions from the germplasm bank of the National Institute of Agrarian Innovation, Peru. Heliyon 8(10).
35. Vreeland, J.M. 1985. El proyecto de investigación del algodón "del país". Un estudio de la tecnología tradicional en el ámbito rural norteño. Informe Especial. Algodón "del País" un Cultivo Milenario Norteño. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA) pp. 1-39.
36. Xiao, Y.H., Z.S. Zhang, M.H. Yin, M. Luo, X.B. Li, L. Hou *et al*. 2007. Cotton flavonoid structural genes related to the pigmentation in brown fibers. Biochemical and Biophysical Research Communications 358(1): 73-78.
37. Zhang, H.B., Y. Li, B. Wang y P.W. Chee. 2008. Recent advances in cotton genomics. International Journal of Plant Genomics (1):742304.