



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS GENÉTICOS MENCIÓN RECURSOS FITOGENÉTICOS Y DE MICROORGANISMOS ASOCIADOS

“EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA DIVERSIDAD DE LA HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PRESENTE EN LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR”

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Recursos Genéticos, Mención Recursos Fitogenéticos y de Microorganismos Asociados

DIRECTORA

MSc. Doris Salomé Chalampunte Flores

AUTOR

Néstor Vicente Vélez Meza

IBARRA - ECUADOR

2021

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directora del Trabajo de Investigación con el tema: “**EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA DIVERSIDAD DE LA HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PRESENTE EN LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR**”, de autoría de **Néstor Vicente Vélez Meza**, para obtener por el Título de Magíster en Biodiversidad y Recursos Genéticos; mención Recursos Genéticos, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a su presentación y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 17 días del mes de abril del 2021

Lo certifico:

(Firma)



M.Sc. Doris Chálampunte

CI: 100261053-1

DIRECTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

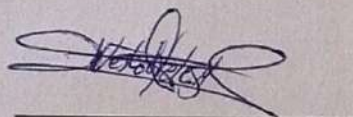
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1719332445		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Néstor Vicente Vélez Meza		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Av. Carchi 1180, Barrio los Molinos.		
EMAIL:	nestorvelez87@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062652930	TELÉFONO MÓVIL:	0981958572
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA DIVERSIDAD DE LA HIGUERILLA (<i>Ricinus communis</i> L.) PRESENTE EN LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR”		
AUTOR:	Vélez Meza Néstor Vicente		
FECHA:	2021/04/17		
PROGRAMA:	PREGRADO <input type="checkbox"/>	POSGRADO <input checked="" type="checkbox"/>	
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Biodiversidad y Recursos Genéticos		
DIRECTOR /ASESOR:	MSc. Doris Chalampunte / Ph.D. César Tapia		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de abril del 2021

EL AUTOR



Néstor Vicente Vélez Meza

CI: 1719332445

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: POSGRADO - UTN

Fecha: Ibarra, 17 de abril del 2021

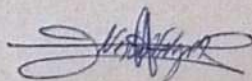
Néstor Vicente Vélez Meza: "EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA DIVERSIDAD DE LA HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PRESENTE EN LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR" / Trabajo de Grado de Magister en Biodiversidad y Recursos Genéticos.

DIRECTORA: MSc. Doris Salomé Chalampunte Flores

El principal objetivo de esta investigación fue evaluar la variabilidad morfoagronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.) presente en la zona centro sur del Ecuador. Los objetivos específicos fueron: - Caracterizar la variabilidad de la higuera (*Ricinus communis* L.) a través del uso de descriptores morfoagronómicos para la identificación de la diversidad presente en la zona centro sur del Ecuador. - Identificar materiales promisorios con base a criterios agronómicos en la colección de higuera (*Ricinus communis* L.) para su potencialización en Ecuador. - Proponer líneas de trabajo con base al uso de la higuera (*Ricinus communis* L.) como eje estratégico al aporte de la política pública del Ecuador.

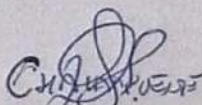
Fecha: Ibarra, 17 de abril del 2021

(Firma)



Néstor Vicente Vélez Meza
AUTOR

(Firma)



MSc. Doris Salomé Chalampunte Flores
DIRECTORA

DEDICATORIA

“Los desafíos son los que hacen la vida interesante, y superarlos es lo que hace la vida significativa”. J. J. Marino

Este trabajo simboliza el esfuerzo, dedicación y compromiso en cada uno de los momentos transcurridos para conseguirlos. Quiero dedicar este trabajo con profundo cariño a mi familia, maestros y amigos.

A mi familia, padres y hermanos, de quienes he aprendido a luchar incansablemente para conquistar los objetivos y son el motor fundamental que me impulsa a ser una persona íntegra en lo personal y profesional. Gracias por la mejor herencia que un hijo puede recibir, la formación con principios y valores.

A mis apreciados maestros y amigos, quienes han acompañado este proceso de formación. Gracias por su amistad, tiempo y guía permanente a lo largo de la carrera.

Néstor Vicente Vélez Meza

AGRADECIMIENTO

“Siempre hay que encontrar el tiempo para agradecer a las personas que hacen una diferencia en nuestras vidas”. J. F. Kennedy

Al haber finalizado este trabajo, quiero expresar mi profundo y sincero agradecimiento a todos quienes hicieron posible cristalizar este sueño.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, representada por sus autoridades y todos quienes forman parte de ella, por haberme abierto las puertas para formarme profesionalmente y contribuir proactivamente a la transformación de la sociedad.

A la Maestría en Biodiversidad y Recursos Genéticos, representada por sus directivos, maestros y apreciados compañeros, por el apoyo y dirección permanente para culminar este trabajo de investigación.

Deseo expresar especial gratitud a mi Directora MSc. Doris Chalampunte por su esmerada dedicación, guía y predisposición personal y profesional en cada una de las etapas del presente estudio. Así mismo, a mi Asesor Dr. César Tapia por sus efectivos consejos y apoyo continuo para lograr culminar con éxito esta meta.

Finalmente, a mi familia por su apoyo incondicional y motivación permanente para concluir esta obra.

Néstor Vicente Vélez Meza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3 Preguntas de investigación.....	4
1.4 Justificación	4
CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Origen y distribución	8
2.3. Descripción taxonómica.....	8
2.4. Descripción botánica.....	9
2.4.1 Características de la planta.....	9
2.4.2 Tallo y ramas	9
2.4.3 Hojas.....	9
2.4.4 Raíz.....	10
2.4.5 Inflorescencia	10
2.4.6 Fruto	10
2.4.7 Semilla.....	10
2.5. Requerimientos agroecológicos	11
2.6. Requerimientos edáficos	11
2.7. Plagas y enfermedades	11
2.8. Manejo del cultivo	11
2.8.1 Poda y fertilización.....	12
2.8.2 Cosecha y postcosecha	12
2.9. Composición química de la semilla	12
2.10. Importancia ambiental, económica y social	13
2.11. Usos.....	13
2.12. Recursos fitogenéticos de la higuera.....	16
2.12.1 Variabilidad morfológica de la higuera	17
2.12.2 Variedades	17
2.12.3 Erosión genética	18
2.13. Caracterización de la higuera.....	18
2.13.1 Descriptores.....	18
2.14. Estrategias de conservación.....	18
2.15. Marco legal.....	19
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1. Descripción del área de estudio	21
3.2. Diseño y tipo de investigación	22
3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	22

3.4.	Población y muestra.....	23
3.5.	Procedimiento de investigación	23
3.5.1.	Fase 1. Caracterización de la variabilidad morfoagronómica de la higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.).....	25
3.5.2.	Fase 2. Identificación de materiales promisorios relacionados con variables agronómicas de la higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	41
3.5.3.	Fase 3. Propuesta de líneas de trabajo con base al uso de la higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	41
3.6.	Consideraciones bioéticas.....	42
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		43
4.1.	Caracterización de la variabilidad morfoagronómica de la higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	43
4.1.1.	Análisis de conglomerados.....	43
4.1.2.	Análisis de variabilidad de datos cuantitativos y cualitativos	47
4.1.2.1.	Caracteres cuantitativos significativos para la diferenciación entre grupos.....	48
4.1.2.2.	Caracteres cualitativos significativos para la diferenciación entre grupos.....	52
4.1.2.3.	Variabilidad morfológica caracteres cuantitativos no significativos.....	63
4.1.2.4.	Variabilidad morfológica caracteres cualitativos no significativos.....	66
4.1.3.	Identificación de morfotipos por grupos	70
4.2.	Identificación de materiales promisorios relacionados con variables agronómicas de la higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.).....	73
4.3.	Propuesta de líneas de trabajo con base al uso de la higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.).....	75
4.3.1.	Eje social	76
4.3.2.	Eje económico	77
4.3.3.	Eje ambiental.....	79
4.3.4.	Eje cultural	80
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		82
5.1.	Conclusiones.....	82
5.2.	Recomendaciones	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		84
ANEXOS.....		93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición semilla de higuierilla	12
Tabla 2.	Contenido nutricional de la harina de higuierilla.....	15
Tabla 3.	Tipos de conservación: ventajas y desventajas.....	19
Tabla 4.	Resumen de métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....	23
Tabla 5.	Características específicas del experimento	24
Tabla 6.	Descriptores morfológicos y agronómicos	24
Tabla 7.	Valores promedios para caracteres cuantitativos de higuierilla.....	48
Tabla 8.	Parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de las 111 accesiones de higuierilla.....	52
Tabla 9.	Evaluación del descriptor número de lóbulos hoja joven.....	64

Tabla 10. Evaluación del descriptor longitud del peciolo	64
Tabla 11. Evaluación del descriptor longitud del racimo	64
Tabla 12. Evaluación del descriptor número de semillas por racimo	65
Tabla 13. Evaluación inicio de floración femenina	66
Tabla 14. Materiales promisorios identificados.....	73
Tabla 15. Resumen de instrumentos de política pública que orientan las propuestas	76
Tabla 16. Eje social: Líneas de trabajo con base al uso de higuera.....	76
Tabla 17. Eje económico: Líneas de trabajo con base al uso de higuera	77
Tabla 18. Eje ambiental: Líneas de trabajo con base al uso de higuera	79
Tabla 19. Eje cultural: Líneas de trabajo con base al uso de higuera.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	21
Figura 2. Esquema de unidades experimentales	22
Figura 3. Hábitos de crecimiento.....	25
Figura 4. Color hoja madura.....	26
Figura 5. Color hoja joven.....	26
Figura 6. Color nervadura de la hoja	27
Figura 7. Color de peciolo	27
Figura 8. Presencia de cera en peciolo	28
Figura 9. Margen del lóbulo	28
Figura 10. Traslape de lóbulo de la hoja	29
Figura 11. Color de tallo.....	29
Figura 12. Presencia de cera en tallo	30
Figura 13. Forma del racimo	30
Figura 14. Color de fruto	31
Figura 15. Forma del racimo	31
Figura 16. Color de semilla	32
Figura 17. Altura de planta.....	32
Figura 18. Longitud de hoja	33
Figura 19. Ancho de hoja	33
Figura 20. Lóbulo hoja joven	34
Figura 21. Medición de peciolo.....	34
Figura 22. Diámetro del tallo	35
Figura 23. Número de ramificaciones	35
Figura 24. Longitud del racimo	36
Figura 25. Número de semillas por racimo	36
Figura 26. Longitud de cápsula	37
Figura 27. Ancho de cápsula	37
Figura 28. Longitud de semilla.....	38
Figura 29. Ancho de semilla.....	38
Figura 30. Espesor de semilla.....	38
Figura 31. Peso 100 semillas	39

Figura 32. Inicio de floración	39
Figura 33. Inicio floración masculina.....	40
Figura 34. Inicio de floración femenina	40
Figura 35. Análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 111 accesiones de higuera.....	44
Figura 36. Accesiones que conforma el Grupo 1	45
Figura 37. Accesiones que conforma el Grupo 2	46
Figura 38. Accesiones que conforma el Grupo 3	47
Figura 39. Porcentaje hábitos de crecimiento en grupos conformados	53
Figura 40. Hábitos de crecimiento.....	53
Figura 41. Porcentaje color hoja joven en grupos conformados	54
Figura 42. Estado de colores para el caracter color hoja joven	54
Figura 43. Porcentaje color nervadura de hoja en grupos conformados	55
Figura 44. Estado de colores para el caracter nervadura de la hoja.....	56
Figura 45. Porcentaje color peciolo en grupos conformados	57
Figura 46. Estado de colores para el caracter peciolo	57
Figura 47. Porcentaje de cera en peciolo en grupos conformados	58
Figura 48. Cera en peciolo.....	58
Figura 49. Porcentaje de margen de lóbulo en grupos conformados	59
Figura 50. Margen del lóbulo	59
Figura 51. Porcentaje de color de tallo en grupos conformados	60
Figura 52. Estado de colores para el caracter tallo	60
Figura 53. Porcentaje cera en tallo en grupos conformados.....	61
Figura 54. Cera en tallo	61
Figura 55. Porcentaje color de fruto en grupos conformados	62
Figura 56. Estado de colores para el caracter fruto	62
Figura 57. Frecuencia relativa color de hoja madura	67
Figura 58. Frecuencia relativa traslape del lóbulo de hoja	68
Figura 59. Frecuencia relativa forma del racimo.....	68
Figura 60. Frecuencia relativa forma de la cápsula.....	69
Figura 61. Frecuencia relativa color de semilla.....	70
Figura 62. Morfotipos grupo 1	71
Figura 63. Morfotipos grupo 2	72
Figura 64. Morfotipos grupo 3	73

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSTGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS
GENÉTICOS: MENCIÓN RECURSOS FITOGENÉTICOS Y DE
MICROORGANISMOS ASOCIADOS**

“EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA DIVERSIDAD DE LA HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PRESENTE EN LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR”

Autor: Néstor Vicente Vélez Meza Ing.
Tutor: Doris Salomé Chalampunte Flores MSc.
Año: 2021

RESUMEN

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es originaria de África, se caracteriza por su alta capacidad de adaptación, resistencia a la sequía y aprovechamiento del aceite contenido en la semilla a escala industrial. El objetivo de esta investigación fue evaluar la variabilidad morfoagronómica de la higuierilla presente en la zona centro sur del Ecuador, además de identificar materiales promisorios y proponer acciones que fortalezcan la conservación de la especie a través del aporte a la política pública nacional. Se evaluaron 111 accesiones colectadas en nueve provincias de la zona centro sur del Ecuador, con un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro repeticiones. Se emplearon 32 descriptores morfoagronómicos, de los cuales 20 fueron significativos (p-valor <0.05) para la diferenciación entre grupos. El análisis de conglomerados discriminó tres grupos y nueve morfotipos, Grupo 1 presentó altura de planta promedio 147.17 cm, peso 100 semillas 20.05 g, hábito de crecimiento decumbente y fruto verde amarillo. Grupo 2: altura de planta 173.77 cm, peso 100 semillas 35.48 g, hábito de crecimiento matorral y color de fruto verde oliva. El Grupo 3: altura de planta 152.22 cm, peso 100 semillas 23.70 g, hábito de crecimiento erecto y fruto amarillo rojizo. Se obtuvieron nueve materiales promisorios relacionados a variables agronómicas como peso de 100 semillas, longitud de racimo, número de semillas por racimo y altura de planta procedentes de las provincias de Manabí, Chimborazo y Loja. Se propuso estrategias de política pública mediante servicios agroecológicos para la conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad de higuierilla.

Palabras clave: caracterización, variabilidad, descriptores, promisorio.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE INSTITUTO DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y RECURSOS
GENÉTICOS: MENCIÓN RECURSOS FITOGENÉTICOS Y DE
MICROORGANISMOS ASOCIADOS

“MORFOAGRONOMIC EVALUATION OF THE DIVERSITY OF THE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PRESENT IN THE CENTRAL SOUTHERN ZONE OF ECUADOR”

Author: Néstor Vicente Vélez Meza Ing.
Tutor: Doris Salomé Chalampunte Flores M.Sc.
Year: 2021

ABSTRACT

Castor (*Ricinus communis* L.) is native to Africa, it is characterized by its high adaptability, resistance to drought and use of the oil contained in the seed on an industrial scale. The objective of this research was to evaluate the morphoagronomic variability of the castor tree present in the south-central zone of Ecuador, in addition to identifying promising materials and proposing actions that strengthen the conservation of the species by contributing to national public policy. 111 accessions collected in nine provinces of the south central zone of Ecuador were evaluated, with a completely randomized design (DCA) with four repetitions. 32 morphoagronomic descriptors were used, of which 20 were significant (p-value <0.05) for the differentiation between groups. The cluster analysis discriminated three groups and nine morphotypes, Group 1 presented average plant height 147.17 cm, weight 100 seeds 20.05 g, decumbent growth habit and yellow green fruit. Group 2: plant height 173.77 cm, weight 100 seeds 35.48 g, scrub growth habit and olive green fruit color. Group 3: plant height 152.22 cm, weight 100 seeds 23.70g, erect growth habit and reddish yellow fruit. Nine promising materials related to agronomic variables such as weight of 100 seeds, bunch length, number of seeds per bunch and plant height were obtained from the provinces of Manabí, Chimborazo and Loja. Public policy strategies were proposed through agroecological services for the conservation, management and use of the agrobiodiversity of castor.

Keywords: characterization, variability, descriptors, promising

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Bravo (2019) señala que Ecuador es considerado un país con mayor diversidad en el planeta, posee mayor número de especies por unidad de área y variedad de ecosistemas. De acuerdo con Jorgensen y León (1999) en el país se han catalogado 16 087 plantas vasculares, que incluyen 595 especies exóticas, de las cuales 346 son cultivadas u ornamentales y 249 se han introducido de manera accidental. Además, se han registrado 15 306 especies nativas, de las cuales 4 173 son endémicas, representando el 27.30 % del total de especies nativas en el planeta.

La diversidad genética de especies silvestres y cultivadas a nivel mundial, ha permitido el desarrollo agropecuario brindando mejores cosechas, carne, leche y lana. A su vez, la relación de parentesco entre especies, ha permitido desarrollar variedades con características de resistencia, tolerancia y adaptación a cambios drásticos de climas, erosión genética y plagas (Estrella, Manosalvas, Mariaca y Ribadeneira, 2005).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) al ser Ecuador parte contratante del Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA) establecido en 2004, y que es un instrumento internacional que está orientado a la conservación de los RFAA de la cual depende la seguridad alimentaria mundial es trascendente estudios orientados a aportar sobre la variabilidad morfoagronómica de especies como la higuierilla para su potencial uso y mejoramiento genético (FAO, 2009).

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es una especie oleaginosa que pertenece a la familia Euphorbiaceae, su centro de origen se localiza en la Republica de Yemen al norte de África y en el cercano medio oriente (Purseglove, 1974; Vavilov, 1992). Actualmente se cultiva en distintas partes del mundo, especialmente en zonas áridas.

En 2008 se sembró ricino proveniente de América en cerca de 900 000 hectáreas en el mundo, distribuidas en 760 000 ha en Asia, 120 000 ha en África y 20 000 ha en América Latina, esta información se contrasta con la superficie cultivada de higuierilla mundial en

2017, que fue de 1 355 385 ha con una producción total de 1 791 409 t de semilla (Brittaine y Lutaladio, 2010). Asia se cataloga como el continente con mayor porcentaje de producción mundial con un 89.60 %, seguido de África con un 8.50 % y América con 1.90 % (FAO, 2020a).

Con mayor relevancia se utiliza el aceite que se extrae de la semilla, ya que posee una característica única por su solubilidad en alcohol, lo que la hace atractiva para la industria (Recalde y Durán, 2009). Cabe señalar que, el aceite que se extrae de las semillas de higuerrilla (oscila entre el 35 y 60 %), dependiendo de la variedad de semillas y el entorno agroecológico es ampliamente versátil, se ha determinado al menos 700 usos en el campo de las industrias farmacéuticas, agrícolas, energéticas, entre otras; para la elaboración de cosméticos, plásticos, lubricantes, biofertilizantes, bioherbicidas, bioinsecticidas, medicamentos y especialmente en la producción de biodiesel (Maciel, Jacobo, Trejo y Nava, 2019).

En Ecuador se han registrado dos tipos de explotación de higuerrilla, el primero es por crecimiento espontáneo y frecuente en la mayor parte de los campos; el segundo se presenta cuando el agricultor siembra esta variedad en asocio con otras especies, generalmente maíz (Mendoza y Reyes, 1985). El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2012) impulsa los sistemas de producción de los rubros higuerrilla y piñón en Ecuador, oleaginosas resistentes a la sequía y poseen grandes cantidades de aceite (50 y 40 %) respectivamente, empleados para la producción de biodiesel y no compiten con cultivos de la seguridad alimentaria.

Dada la relevancia de la diversidad genética de especies silvestres como la higuerrilla, se desarrolla la presente investigación como un aporte potencial en programas de fitomejoramiento. Está estructurado en cinco capítulos que se describen a continuación.

El capítulo I. Hace referencia al planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, justificación y preguntas de investigación.

El capítulo II. Presenta los antecedentes de la investigación, marco teórico en relación con las variables de estudio y marco legal.

El capítulo III. Muestra el marco metodológico, descripción del área de estudio, el diseño

y tipo de investigación, los métodos, técnicas e instrumentos para el análisis y recolección de información, la población y muestra, el procedimiento de investigación y consideraciones bioéticas.

El capítulo IV. Se desarrolla los resultados y discusión a través del análisis multivariado presentados en cuadros estadísticos descriptivos.

El capítulo V. Muestra las conclusiones y recomendaciones derivadas del proceso investigativo.

1.1. Problema de investigación

En el mundo los recursos fitogenéticos conforman una incalculable riqueza con alta variabilidad inter e intraespecífica, sin embargo, los estudios de caracterización morfoagronómica son escasos, lo cual conlleva a un limitado aprovechamiento y potencialización de especies que pueden aportar principalmente en la seguridad y soberanía alimentaria entre otros usos.

Ecuador se caracteriza por ser un país megadiverso y con alta variabilidad fitogenética, que gracias a su diversidad de pisos climáticos permite adaptar especies y cultivarlas de forma permanente. No obstante, se evidencia escasa información sobre caracterización morfológica, agronómica y de adaptabilidad en las diferentes zonas del país.

En este contexto, la higuera es una especie tradicional silvestre, introducida y cultivada, que se encuentra distribuida en todo el territorio ecuatoriano. Este cultivo, mediante distintos usos aporta un valor social dentro de la familia rural, micro emprendimientos y empresas dedicadas a la extracción de aceite. Sin embargo, existen escasos estudios de variabilidad morfoagronómica a nivel de la zona centro sur, desconocimiento de materiales promisorios para usos potenciales como eje estratégico de la política pública.

Esto conlleva a un deficiente aprovechamiento de la higuera en cuanto a los servicios ecosistémicos que esta puede aportar como cultivo biorremediador, bioinsecticida, bioherbicida, cultivo de asocio entre otros. Así mismo, limitado beneficio de la semilla a escala industrial. De allí la importancia de identificar fenotipos de higuera (Acosta et

al., 2013) en la región centro sur del país y que el germoplasma constituya un material base para uso directo y potencial en estudios de fitomejoramiento de esta especie (Mazzani y Rodríguez, 2009).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la variabilidad morfoagronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.) presente en la zona centro sur del Ecuador.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la variabilidad de la higuera (*Ricinus communis* L.) a través del uso de descriptores morfoagronómicos para la identificación de la diversidad presente en la zona centro sur del Ecuador.
- Identificar materiales promisorios con base a criterios agronómicos en la colección de higuera (*Ricinus communis* L.) para su potencialización en Ecuador.
- Proponer líneas de trabajo con base al uso de la higuera (*Ricinus communis* L.) como eje estratégico al aporte de la política pública del Ecuador.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la variabilidad morfoagronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.) presente en la zona centro sur del Ecuador?
- ¿Existen materiales promisorios relacionados con variables agronómicas de la higuera (*Ricinus communis* L.) de las accesiones colectadas en la zona centro sur del Ecuador?
- ¿Cuáles son los usos de la higuera (*Ricinus communis* L.) que pueden ser de utilidad para generar política pública en el Ecuador?

1.4 Justificación

La presente investigación está enmarcada dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, que señala en el Objetivo 3: “Garantizar los derechos de la naturaleza para las

actuales y futuras generaciones” y en el Objetivo 6: “Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural” (CNP, 2017, p.37), por impulsar líneas de acción con base al uso de la higuierilla como aporte de la política pública del Ecuador.

Se encuentra alineado al cumplimiento de los Objetivos de desarrollo Sostenible, Objetivo 15. “Vida de ecosistemas terrestres” (UNESCO, 2016) porque promueve a partir del uso de la variabilidad de higuierilla la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad para lograr el desarrollo sostenible.

Es importante destacar que, el estudio propuesto es parte de un proyecto interinstitucional entre la Universidad Central del Ecuador (UCE) y la Universidad Técnica del Norte (UTN). La UCE ha logrado coleccionar 215 accesiones a nivel centro sur y centro norte del Ecuador para conocer las características morfológicas y agronómicas de la higuierilla. En consecuencia, la caracterización morfoagronómica de higuierilla (*Ricinus communis* L.) permitirá conocer su diversidad e identificar materiales promisorios para su aplicación como materia prima en los procesos de obtención de biocombustibles y otros subproductos.

Cabe indicar, que el presente estudio se ubica en línea de investigación de la UTN “Desarrollo agropecuario y forestal sostenible” y pertenece al proyecto de investigación interinstitucional con la Universidad Central del Ecuador “Caracterización morfológica y evaluación agronómica de higuierilla (*Ricinus communis* L.) procedente de la zona centro sur y centro norte del Ecuador”.

Se justifica por aportar un marco metodológico de investigación con enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y experimental, que permitirá generar nuevos conocimientos orientados al uso potencial de higuierilla (*Ricinus communis* L.) a escala industrial con base a las características de su variabilidad. Contribuirá como aporte a las políticas públicas del país y como base a nuevos estudios para aprovechamiento y mejoramiento de la diversidad presente en la zona centro sur del Ecuador. A su vez, beneficiará el fortalecimiento de la economía del sector agrícola en zonas áridas y empobrecidas al ser una fuente de energía renovable y amigable con el ambiente; busca reducir el uso de combustibles fósiles y ser una alternativa energética para la humanidad.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

En este apartado se presentan las bases teórico-conceptuales que sustentan el presente estudio mediante la revisión de la línea base acerca de caracterización morfológica y agronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.)

2.1. Antecedentes

Existen múltiples estudios de la variabilidad morfoagronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.) a nivel nacional e internacional. En consecuencia, se presentan un conjunto de aportes científicos en función de las variables objeto de estudio que constituyen los antecedentes del estudio. Saltos, Jarre y Alcívar (2013) destacan la importancia de la higuera (*Ricinus communis* L.) como alternativa de cultivo energético, económico y social para las condiciones climáticas de la zona costera del Ecuador especialmente la provincia de Manabí, por su fácil forma de crecimiento y adaptabilidad en ambientes áridos; características que le convierten en un cultivo rentable generador de empleos para pequeños agricultores.

A nivel local, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra forma parte del proyecto “Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología en Oleaginosas” (CIITTOL), encaminado a buscar cultivos promisorios de plantas oleaginosas como: higuera, girasol, colza y jatropha, con la finalidad de evaluar la adaptabilidad de sus diferentes variedades como potenciales fuentes de obtención de biocombustibles (OEI, 2007).

García et al. (2019) realizaron una investigación titulada “Evaluación de colectas de higuera (*Ricinus communis* L.) del altiplano centro-norte de México”. El objetivo del estudio fue evaluar la morfología y fenología de una recolecta de semillas realizada en 20 sitios de cuatro estados. La metodología consistió en establecer un sistema de riego por goteo, aplicándose a una frecuencia de 15 min/día. La siembra se realizó en macetas, después de 52 días se hizo el trasplante en campo bajo un Diseño Experimental de Bloques

Completos al Azar (DBCA). Como resultados para la producción de semilla por planta los mejores valores se observaron en las colectas: LM (883.70), ED (536.10) y FCH (456.20). El mayor contenido de aceite se obtuvo ED (57.30 %) y (T) 54.80 %, estas también presentaron valores elevados en altura, número, ancho y largo de hoja.

Domínguez, Espinoza, Martínez y Ariza (2017) desarrollaron un estudio titulado “Vigor de semillas de ecotipos silvestres de higuierilla *Ricinus communis* L. colectados en Chiapas, México”. Su objetivo fue comparar el vigor de semillas en cinco ecotipos silvestres de higuierilla colectados en el centro de Chiapas. En la metodología se usó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con seis repeticiones. Dentro de los resultados, el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas significativas para todas las variables a excepción del peso seco total por lo cual existió variabilidad genética entre los ecotipos estudiados y el tamaño de semilla está en función de longitud de hipocótilo, raíz, área foliar e índice de velocidad de emergencia (IVE).

Andrade (2015) llevó a cabo un estudio titulado “Colecta de los ecotipos de la higuierilla (*Ricinus communis* L.) en las zonas de vida de Imbabura y Carchi para su conservación”. Su objetivo fue establecer la distribución espacial y caracterización de los morfotipos y foto documentación. La metodología consistió en procesar la semilla colectada y establecer criterios para la diferenciación de morfotipos en cuanto a colores y fichas fotográficas. Como resultados se obtuvo que la mayor diversidad de ecotipos se localizan entre los 2 000 y 2 600 msnm. El peso de 100 semillas fluctuó entre 66.08 y 6.42 g, color de semilla principal 2,5Y9/2 y secundario abundante 5YR3/4.

Zamora et al. (2011) efectuaron un estudio denominado “Comportamiento agronómico de cultivares de tártago (*Ricinus communis* L.) en el estado Falcón, Venezuela”. Su objetivo fue la depuración y selección de cultivares, con el propósito de uniformizar y mejorar características agronómicas y rendimiento. En la metodología se empleó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados indicaron que existen diferencias significativas (<0.05) entre tratamientos de características morfológicas y aspectos fenológicos. La altura de planta fluctuó entre 167.13 y 70.94 cm. El número de racimos en la primera cosecha osciló entre 16 y 6. Los pesos de frutos variaron entre 260.87 y 59.37 g.

Mazzani y Rodríguez (2009) desarrollaron el “Estudio de la variabilidad presente en germoplasma de tártago (*Ricinus communis* L.) en cuanto a racimos, frutos y semillas”. Su objetivo fue describir la variabilidad de la colección de tártago sobre la base de caracteres de importancia agronómica. La metodología empleó 13 accesiones de tártago sobre cinco caracteres cualitativos y 11 cuantitativos. Los resultados del análisis de componentes principales explicaron el 87 % de la variabilidad encontrada en los primeros tres componentes. La clasificación jerárquica ascendente mostró cuatro grupos bien definidos de accesiones determinadas por caracteres de peso, dimensión de frutos y semillas. En los genotipos estudiados también se encontró variabilidad sobre la base de caracteres cualitativos de frutos y racimos.

2.2. Origen y distribución

La higerilla (*Ricinus cummunis* L.) es una especie oleaginosa procedente de África tropical y de la India, de la cual se obtiene el aceite de ricino, se caracteriza por su alta distribución y adaptabilidad a nivel mundial especialmente en zonas cálidas desde el nivel del mar hasta los 3 000 m de altitud (Espinosa, Rodríguez y Bravo, 2013). En Ecuador se la considera como cultivo tradicional de crecimiento espontaneo o en asocio con otros cultivos generalmente maíz, siendo la provincia de Manabí, la más representativa en la producción de esta especie (Mendoza y Reyes 1985).

2.3. Descripción taxonómica

Robles (1991) clasifican taxonómicamente a la higerilla como se detalla a continuación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Ricinus*

Especie: *communis* L., *persicus*, *zanzibarensis*

2.4. Descripción botánica

La descripción botánica muestra las características de las estructuras de planta como el tallo, ramas, hojas, raíz, inflorescencia, fruto y semilla.

2.4.1 Características de la planta

La higuierilla es una planta herbácea, anual o perenne dependiendo de las condiciones ambientales donde sea su hábitat, es una planta erecta que presenta diferentes características agronómicas y morfológicas de acuerdo a su procedencia (Mazzani y Rodríguez, 2009).

2.4.2 Tallo y ramas

La planta está dotada por un tallo principal engrosado, recto, ramificado y segmentado. Sus ramas son huecas por dentro, además se distingue por un color verde claro a azul-grisáceo, caoba y en ocasiones rojizas, dependiendo de su variedad (Lara, Del Viento y Palma, 2016). La característica más importante del tallo principal es la terminación donde se ubica el primer racimo, es decir, la inflorescencia; a partir del cuarto nudo nacen las ramas secundarias que producen a su vez ramas adicionales observándose en ambas la presencia de racimos (Lara et al., 2016).

2.4.3 Hojas

La higuierilla posee hojas alternas, pecioladas, palmeadas con cinco a 11 lóbulos, bordes dentados, nerviación palmatinervia, peciolo redondo entre 18 a 60 cm de longitud, la lámina de la hoja tiene entre 10 a 75 cm de diámetro y el color varía según la variedad (Camacho, 2012). Las hojas acristaladas poseen bordes serrados; lóbulos acuminados, membranosos, oblongos a lineales; estípulas de 1 a 3 cm de largo unidas a una yema envolvente y peciolo redondo de 3.5 a 50 cm de largo (Chakrabarty, Aminul, Yaakob y Mominul 2021).

2.4.4 Raíz

Es de forma oblicua, constituida por una raíz principal pivotante que puede alcanzar hasta los tres metros de profundidad; posee numerosas raíces secundarias y terciarias cercanas al suelo la cual aporta con la absorción de nutrientes y sujeción de la planta (Espinosa et al., 2013; Leal, 2009).

2.4.5 Inflorescencia

Las flores están dispuestas en grandes inflorescencias erguidas, que rematan los tallos en la parte inferior de las mismas, donde se ubican las flores masculinas; poseen un cáliz de cinco piezas de 6 a 12 mm de longitud, lanceoladas, múltiples estambres soldados en forma de columna y ramificadas (Miranda, 2011). Las flores unisexuales aparecen en panículas erectas que salen de las axilas, las flores estaminadas se encuentran en la parte superior y las pistiladas en la parte superior, la flor posee un cáliz cupular con tres a cinco dientes agudos y ovario cubierto de espinas suaves y verdosas (León, 1987).

2.4.6 Fruto

El fruto es una cápsula trilobular que contiene una semilla por lóbulo de 1.50 a 2.50 cm de diámetro, generalmente verdes y rojos, tornándose café en la maduración o pérdida de humedad (Rico et al., 2011). Exteriormente está recubierto por espinas o púas no punzantes, cortas y gruesas que pueden ser indehiscentes o dehiscentes en relación con la variedad, temperatura y humedad del aire; la longitud de la cápsula varía de 0.50 a 1.54 cm (Espinosa et al., 2013).

2.4.7 Semilla

La semilla es oval, presenta colores blanco, gris, negro, rojo y castaño, de tamaño variable entre 0.50 a 1.50 cm de longitud; el tegumento es coriáceo, liso, rematado por una excrecencia llamada carúncula; es tóxica por la presencia de ricina y el contenido de aceite es de aproximadamente 45 % (Espinosa et al., 2013; Rico et al., 2011). Poseen pesos desde 7 hasta 123.90 g por cada 100 semillas, existiendo relación directamente proporcional entre el peso de semilla y tamaño de ésta (Goytia, Gallegos y Núñez, 2011).

2.5. Requerimientos agroecológicos

La higuera tiene un requerimiento anual de 700 a 1 200 mm de precipitación, altitud desde 0 a > 2 500 msnm, temperatura de 15 a > 35 °C (Espinosa et al., 2013). En cuanto al clima esta especie se caracteriza por su alta capacidad de adaptación principalmente en zonas tropicales húmedas, tropicales secas y templadas (Rico et al., 2011).

2.6. Requerimientos edáficos

Los requerimientos edáficos del suelo en cuanto al pH oscilan entre 5 a 8 siendo el óptimo de 6.50; la profundidad debe ser mínima de 40 cm, contenido de materia orgánica media, textura franco arenoso con buena capacidad de drenaje, esta especie tolera ligeramente la salinidad (Portillo, Rodríguez, Rodríguez, Gómez, y Pérez, 2017).

2.7. Plagas y enfermedades

Existen plagas asociadas al cultivo de higuera, entre los más destacados está la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), gusano trozador (*Agrostis ipsilon*), chinche de encaje (*Corythuca gossypii*), chinche verde (*Nezara viridula*), gusano peludo (*Estigmene acrea*), chicharrita (*Empoasca spp.*), chinche pata de hoja (*Acanthocephala terminalis*), mancha de la hoja (*Cercospora ricinella*), fusariosis (*Fusarium oxysporum*) y botrytis (*Botrytis ricini*) (Portillo et al., 2017).

2.8. Manejo del cultivo

Dentro del manejo del cultivo, la preparación del suelo mediante arado, pase de rastra y surcado, brinda las características para que la semilla germine, favorece el crecimiento radicular y óptimo desarrollo de la planta (Portillo et al., 2017). La siembra consiste en realizar el trazado y estaquillado a una distancia de 2 m entre plantas y 3 m entre hileras, la semilla se deberá colocar entre 2.50 a 5.00 cm de profundidad (Baquero, 2017).

2.8.1 Poda y fertilización

La poda en la higuera incrementa el crecimiento de brotes y eleva el rendimiento, se recomienda podar luego del primer ciclo de reproducción mediante un corte longitudinal de 30 a 50 cm del cuello de la raíz (Guerrón y Meneses 2009). Los niveles de absorción nutricional en la higuera no están bien definidos, sin embargo, este cultivo es exigente en nitrógeno y una cantidad mínima de 80 unidades de fósforo y potasio respectivamente (Herrera y Medina, 2006).

2.8.2 Cosecha y postcosecha

La cosecha iniciará entre 120 a 150 días, se realiza manualmente mediante el corte y recolección de racimos maduros en intervalos de 8 a 30 días, se sugiere un manejo adecuado de cosecha de semilla para evitar daños en la cutícula (Rico et al., 2011). La postcosecha inicia con el secado sobre superficies de cemento con exposición al sol entre 12 a 16 horas, el desgrane y limpieza dependerá si se realiza de forma mecánica o manual, la semilla se almacena en sacos limpios y sitios ventilados con humedad relativa del 10 % (Rico et al., 2011).

2.9. Composición química de la semilla

Brito, Saltos, López y Rodríguez (2011) señalan que la semilla de higuera se caracteriza por un alto contenido de aceite rico en triglicéridos, posee elementos como: almidón, albumina, gomas, fibra leñosa, agua y compuestos tóxicos para el hombre y animales (Tabla 1).

Tabla 1. *Composición semilla de higuera*

Compuesto	Porcentaje (%)
Aceite	46.19
Almidón	20
Albumina	0.50
Goma	1.91
Ricina bruta y principios amargos	5
Fibra leñosa	20
Agua	7.09
Total	100

Nota: Tomado de Brito et al. (2011)

2.10. Importancia ambiental, económica y social

La higuera (*Ricinus communis* L.) es una alternativa de elevado interés ambiental, económico y social en la elaboración de biocombustibles y otros subproductos; es una planta xerófila y heliófila, por su capacidad de adaptación en ambientes áridos y amante del sol, es rentable y generadora de empleo en el sector agrícola (Saltos et al., 2013). Entre otras de sus ventajas destaca su capacidad para sobrevivir en sitios altamente contaminados por ser una planta tolerante a los metales, así como su capacidad de acumulación de los mismos; por lo que presenta beneficios para la fitorremediación (Panda, Mandal, Barik, Padhan, y Bisoi, 2020; Singh, Misra y Sharma, 2020).

Las especies silvestres son una fuente de variación genética para el mejoramiento del germoplasma, debido a su adaptación a una amplia gama de hábitats, situaciones de estrés, destaca las aplicaciones industriales y la producción de biodiésel a partir del aceite de ricino Muraguri et al. (2020). Otros beneficios de esta planta es la actividad insecticida por la presencia de componentes como ricinas y alcaloides que son letales en concentraciones muy bajas (Hussein, Ubaid y Hameed, 2016). Adicionalmente, los subproductos de la higuera (hojas, tallos, residuos de extracción de aceite) presentan un uso potencial en la alimentación animal y la asociación en sistemas agroforestales, a fin de obtener una mayor eficiencia económica por hectárea (Sánchez, Castañeda y Castañeda, 2015).

Los usos ambientales de la higuera son objeto de varias investigaciones, tal es el caso de la proteína lectina aislada de las semillas para tratamiento de aguas residuales, como un agente coagulante ecológico alternativo que reemplaza productos químicos sintéticos Ancy et al. (2020). Panda et al. (2020) y Singh et al. (2020) a su vez lo emplearon para la fitorremediación de cenizas volantes en enmiendas del suelo en sitios contaminados con arsénico y para mitigar la toxicidad del plomo (Boda y Prasad, 2019).

2.11. Usos

Según Herrera y Medina (2006) dentro de los usos de la higuera se destacan principalmente los servicios ecosistémicos, usos agrícolas e industriales que se detallan a continuación:

- **Servicios ecosistémicos**

La higuera se caracteriza por ofrecer varios servicios ecosistémicos como barreras vivas, linderos, cortinas rompevientos, restauración de cuencas hidrográficas, entre otros.

a) Barreras vivas y cortavientos

La higuera es utilizada para aportar sombra, formar hileras entre callejones de cultivos anuales, cercas vivas, linderos y cortinas rompevientos; estas prácticas brindan mejoras al suelo, minimizan la acción mecánica del viento, regula la evapotranspiración, controlan la contaminación en áreas cultivadas y reduce la erosión hídrica (Ruíz, Bravo y Loeza, 2001).

b) Restauración de cuencas hidrográficas

Es una alternativa en la restauración de cuencas hidrográficas ya que son áreas como cañadas, quebradas con fuertes pendientes, márgenes de lagunas y nacederos; su presencia disminuye la evaporación del agua por su efecto de sombra, retiene y consume agua de lluvia evitando las crecientes (Herrera y Medina, 2006).

- **Agrícola**

a) Producción de abonos orgánicos y recuperación de suelos

Como resultado del proceso de extracción de aceite de higuera, se obtiene un subproducto denominado torta de higuera que representa aproximadamente el 50 % del peso de la semilla, el cual es utilizado como fertilizante orgánico (Sánchez et al., 2015). Según Oleaginosas del Puerto (OLIPUERTO, 2009) la harina de higuera contiene nutrientes y materia orgánica, favorables para la aplicación como biofertilizante como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. *Contenido nutricional de la harina de higuera*

Parámetro		Valor	Unidad
Calcio	Min	0.64	%
Cobre	Max	21.00	ppm
Fosforo	Min	26.00	ppm
Hierro	-	1.00	%
Humedad	Max	12.00	%
Magnesio	Min	0.50	%
Manganeso	-	55.00	ppm
Molibdeno	-	4.00	ppm
Materia orgánica	-	80.00 a 85.00	%
Nitrógeno	Min	5.0	%
Potasio	Min	2.00	%
Cenizas	Max	9.00	%
Fibra	Max	23.00	%
Boro	-	23.00	ppm

Nota: Tomado de OLIPUERTO (2009)

b) Biocontroladores

El extracto metanólico de las semillas es muy activo sobre la mortalidad acumulada de adultos Coleoptera Brauchidae (*Callosobruchus maculatus*) (Hussein et al., 2016). Así mismo, existen ventajas económicas en la elaboración de extractos de semilla para el control de nemátodos fitoparásitos, además, dicho extracto es prometedor en la elaboración de bioherbicida para el control de malezas (Taípe, 2020).

c) Alelopatía con otras especies vegetales

Ciertas especies vegetales interfieren en procesos de alelopatía a través de mecanismos de defensa mediante agentes químicos al evitar la acción de insectos, bacterias, hongos y virus que afectan las diferentes estructuras de las plantas (Oliveros, 2009). Los exudados radiculares de higuera poseen un efecto alelopático sobre las larvas de primer estadio de *Gymnetis pantherina*, obteniendo un rango de mortalidad entre el 30 y 90 % (Gonzales 2013).

• Industrial

a) Obtención de aceite industrial y biodiésel

La extracción del aceite de higuera consiste en siete procesos como es el secado,

descascarado, calentamiento de semillas, prensado, extracción por solvente, filtración y almacenamiento Valderrama, J., Mery, A. y Aravena, F. (1994). El metanol y NaOH empleados como catalizador en la reacción de transesterificación a partir de aceite de higuera es apto para mezclarse con diésel corriente en proporciones B5 y B15 como alternativa viable para el desarrollo sostenible (Ardila y León, 2010). La composición del aceite de ricino posee las características de aceites vegetales comúnmente utilizados en la obtención de biocombustibles, con la diferencia de una alta proporción de ácido ricinoléico (Gómez, 2015).

b) Materiales poliméricos

Pilonieta, Jaramillo y Riaño (2007) sostienen que se han reportado estudios de síntesis de poliuretanos a partir de aceite de higuera combinados con polioles siendo algunos biodegradables. Yeganeh y Hojati (2007) sintetizaron redes de poliuretanos a partir de aceite de higuera con tasas de biodegradación ajustables como candidatos potenciales para implantes biomédicos e ingeniería de tejidos. El uso del aceite de higuera y almidón de yuca para la producción de polioles, poliuretanos e IPN's ofrece ventajas de alternatividad en reemplazo de derivados de origen petroquímico y una posible propiedad de biodegradabilidad controlada (Herrera y Medina, 2006).

2.12. Recursos fitogenéticos de la higuera

Los recursos fitogenéticos comprenden la diversidad de las especies vegetales que poseen un alto valor para el presente y el futuro, además, constituyen un patrimonio incalculable de la humanidad y su pérdida es un proceso irreversible que supone una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y seguridad alimentaria del mundo (Martín, 2001).

Los índices de selección de variedades mejoradas destacan mayor diámetro de tallo, número de ramas, número de hojas, longitud del dosel, porte bajo y precocidad, estas condiciones no están influenciadas por condiciones climáticas debido a la capacidad de adaptación de la especie (Solís, Muñoz, Escalante y Zamarripa, 2016).

Los materiales promisorios muestran características agronómicas potenciales que pueden ser aprovechadas como: tolerancia a la sequía, número de días a la floración y madurez a la cosecha, rendimientos superiores a la media poblacional y resistencia a plagas (Lanz, Cárdenas, Ortiz, Eladio y Sandrino, 2017). Así mismo, se han realizado estudios de caracterización de variabilidad genética a partir de materiales promisorios para diferenciar especies similares entre sí y diferenciarlos entre sus genotipos para resolver problemas patológicos, contribuir con el mejoramiento fitogenético, conservación y potencializar sus usos (Solórzano, Ramos, Palma, y Corpas 2017).

2.12.1 Variabilidad morfológica de la higuera

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) considera la variabilidad genética una medida de tendencia de los genotipos en una población a diferenciarse, son reconocibles como pertenecientes a la misma especie, existen muchas diferencias en su forma, función y comportamiento (CONABIO, 2020). Por otro lado, es importante establecer las características morfométricas en accesiones de *Ricinus communis* L. para identificar fenotipos por región y establecer estrategias de conservación (Acosta et al., 2013).

El cultivo de ricino a partir de semillas obtenidas de diferentes orígenes geográficos, describe morfotipos y encuentra parámetros fenotípicos para seleccionar poblaciones productivas con valores inferiores, intermedios y elevados entre las similitudes y diferencias de los agrupamientos con relación a las estructuras de la planta (Saadaoui et al., 2017)

2.12.2 Variedades

Existen materiales de higuera que poseen diferentes características como altura de planta, precocidad, dehiscencia, así como también variedades enanas con alturas inferiores a 1.50 m; medianas de 1.50 a 3 m y altas superiores a 3 m; existen las variedades INIAP- 401 y PORTOVIEJO-67 con variaciones de ciclos fenológicos, rendimiento y altura de planta (Mendoza y Reyes, 1985).

2.12.3 Erosión genética

La erosión genética es causada por la sustitución de variedades locales por modernas, debido a que los agricultores prefieren variedades nuevas por las características genéticas que estas presentan; además, el surgimiento de nuevas plagas, especies invasoras (arvenses), deterioro ambiental, crecimiento poblacional, avance de frontera agrícola y deforestación son otras causas de la pérdida de biodiversidad genética (FAO, 2020b).

2.13. Caracterización de la higuera

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es un procedimiento que permite medir y conocer la variabilidad genética del genoma de una población, diferenciar taxonómicamente a las plantas y seleccionar los descriptores morfológicos más adecuados, confiables y discriminantes para evaluar las especies vegetales (Hernández, 2013). La higuera posee características morfoproductivas que las diferencian y muestra particularidades relevantes para la producción de aceite (Machado, Suárez y Alfonso, 2012). En Ecuador se ha encontrado un ecotipo de higuera procedente de Manta (Manabí) con características de óptimos porcentajes de germinación y peso homogéneo de semillas (Leal, 2009).

2.13.1 Descriptores

Se refiere a atributos o características de un material vegetal que se puede medir, registrar y/o evaluar, mismos que pueden ser cualitativos (binarios) o cuantitativos (continuos o discontinuos) de manejo, sitio, medio ambiente, caracterización y evaluación (Franco e Hidalgo, 2003). Los resultados de una caracterización pueden mostrar rasgos visibles homogéneos o heterogéneos y la intensidad de los mismos pueden variar (Hernández, 2013).

2.14. Estrategias de conservación

Existen dos estrategias de conservación de la biodiversidad, la primera denominada *in situ*, que ocurre naturalmente en el lugar de origen, con la finalidad de mantener la diversidad, su hábitat y la interacción organismo - ambiente (Berreta y Rivas 2001).

Por otro lado, está la conservación *ex situ* la cual sustenta la agricultura mundial, asegura la provisión de alimentos y garantiza la conservación de miles de especies silvestres y cultivadas de plantas (Li y Pritchard, 2009).

Jarvis et al. (2006) sostienen que tanto la conservación *in situ* y *ex situ* presentan ventajas y desventajas, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. *Tipos de conservación: ventajas y desventajas*

Conservación	Ventajas	Desventajas
<i>Ex situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Fácil identificación de material genético. - Detiene procesos evolutivos y evita que variedades locales únicas confronten los cambios ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Extrae material genético. -Encarece trabajos de conservación.
<i>In situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Conservación de material genético y procesos que incrementan la biodiversidad. - Maneja gran número de especies en solo sitio. - Conservación más económica 	<ul style="list-style-type: none"> -Difícil identificación de material genético para investigadores. -Déficit en manejo del germoplasma. -Afectación del desarrollo económico en los agricultores para conservar la biodiversidad. Erosión genética por guerra y/o desastres naturales.

2.15. Marco legal

La presente investigación se encuentra enmarcada en el Art. 423 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), donde el Estado Ecuatoriano se compromete a promover estrategias conjuntas de manejo sustentable del patrimonio natural, la cooperación y complementación energética sustentable; la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas y el agua; la investigación, el desarrollo científico y el intercambio de conocimiento y tecnología.

Este cuerpo legal en sus artículos 14, 15, 57, 281, 400 y 395 abordan declaratorias de interés público orientadas a la conservación de los ecosistemas, prácticas agroecológicas sustentables, preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país, así como, los saberes ancestrales vinculados a ella.

La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017) en el Art. 14, establece “Desarrollar políticas públicas para incentivar la difusión de la agrobiodiversidad, el uso y consumo de sus productos”. En el Art. 18 señala “Promover y fomentar la conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos, con el fin de reducir la vulnerabilidad y la erosión genética”. Es este sentido, el presente estudio se constituye en una alternativa para el aprovechamiento de la variabilidad de la higuera en las zonas centro sur del Ecuador.

El Art. 48 de la mencionada Ley en relación con la agricultura sustentable manifiesta “Promover y fomentar la conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos, con el fin de reducir la vulnerabilidad y la erosión genética”. El Art. 7 establece como beneficios e incentivos ejecutar “Programas de transferencia e innovación tecnológica participativa para la conservación de las zonas de alta agrobiodiversidad, fitomejoramiento de semilla, producción y comercialización con énfasis en el desarrollo de proyectos para los pequeños y medianos productores de semillas”.

Cabe señalar que, Ecuador en 2001 mediante Decreto Ejecutivo No. 1215 del Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas (2010) se propuso las mezclas de biocombustibles etanol y biodiesel con las gasolinas y diésel. Posteriormente, el estado ecuatoriano declaró la producción, comercialización y uso de biocombustibles como “interés nacional” mediante Decreto Ejecutivo No. 2332 (2004). Así mismo, con Decreto Ejecutivo No. 146 (2007) se creó el Consejo Nacional de Biocombustibles, que deberá definir políticas, aprobar planes, programas y proyectos relativos a la gestión, industrialización y comercialización de biocombustibles.

Finalmente, los sustentos legales declarados direccionan el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 (PND, 2017) que señala en el Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones y en el Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural. Así mismo, la Agenda 2030 y los Objetivos de desarrollo Sostenible (UNESCO, 2016) en el Objetivo 15. “Vida de ecosistemas terrestres” promueve la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad para lograr el desarrollo sostenible e incentiva a aumentar significativamente los recursos financieros de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad y los ecosistemas.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el área de estudio, el diseño, tipo, procedimiento, técnicas e instrumentos empleados para el desarrollo de la investigación para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

3.1. Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia Chaltura (Fig. 1). Se localiza en la latitud $00^{\circ} 21' 32.37''$ Norte, longitud $78^{\circ} 12' 14.95''$ Oeste; se encuentra a una altitud de 2 267 m.s.n.m., con temperaturas que varían entre los 10 a 22 °C y pluviosidad de 500 a 750 mm anuales (GAD Antonio Ante, 2020).

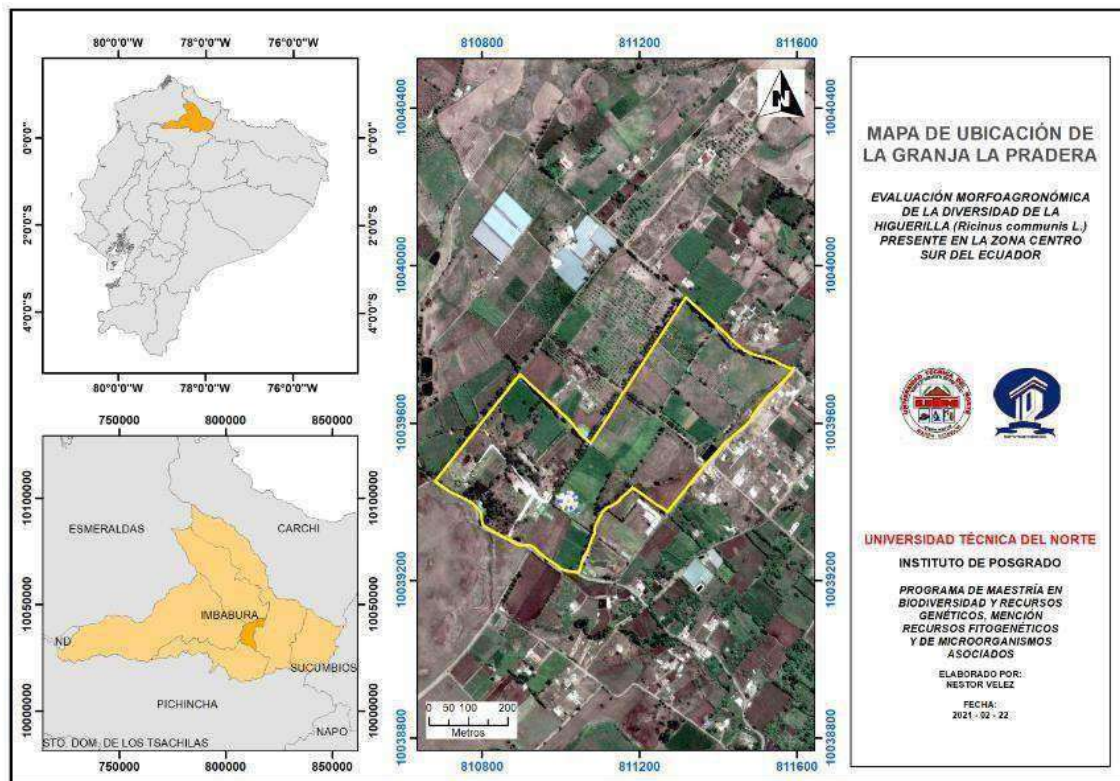


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

3.2. Diseño y tipo de investigación

La presente investigación es de tipo mixta, enfoca e integra sistemáticamente los métodos cualitativo y cuantitativo, que engloba la observación y la evaluación de fenómenos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Se considera de fuente documental y de campo, según su alcance es de tipo descriptivo y experimental con un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro repeticiones, debido a que las accesiones se sembraron de forma aleatoria con relación al lugar de procedencia. La Figura 2 muestra el esquema del diseño experimental en campo, donde cada accesión representa a un tratamiento con sus repeticiones. Cabe señalar que los materiales se sembraron siguiendo el orden de codificación dado por el colector.

ACC 001- REP 1 ACC 001- REP 2 ACC 001- REP 3 ACC 001- REP 4	ACC 008- REP 4 ACC 008- REP 3 ACC 008- REP 2 ACC 008- REP 1	ACC 009- REP 1 ACC 009- REP 2 ACC 009- REP 3 ACC 009- REP 4	ACC 016- REP 4 ACC 016- REP 3 ACC 016- REP 2 ACC 016- REP 1
ACC 002- REP 1 ACC 002- REP 2 ACC 002- REP 3 ACC 002- REP 4	ACC 007- REP 4 ACC 007- REP 3 ACC 007- REP 2 ACC 007- REP 1	ACC 010- REP 1 ACC 010- REP 2 ACC 010- REP 3 ACC 010- REP 4	ACC 015- REP 4 ACC 015- REP 3 ACC 015- REP 2 ACC 015- REP 1
ACC 003- REP 1 ACC 003- REP 2 ACC 003- REP 3 ACC 003- REP 4	ACC 006- REP 4 ACC 006- REP 3 ACC 006- REP 2 ACC 006- REP 1	ACC 011- REP 1 ACC 011- REP 2 ACC 011- REP 3 ACC 011- REP 4	ACC 014- REP 4 ACC 014- REP 3 ACC 014- REP 2 ACC 014- REP 1
ACC 004- REP 1 ACC 004- REP 2 ACC 004- REP 3 ACC 004- REP 4	ACC 005- REP 4 ACC 005- REP 3 ACC 005- REP 2 ACC 005- REP 1	ACC 012- REP 1 ACC 012- REP 2 ACC 012- REP 3 ACC 012- REP 4	ACC 013- REP 4 ACC 013- REP 3 ACC 013- REP 2 ACC 013- REP 1

Figura 2. Esquema de unidades experimentales

3.3. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

La Tabla 4 describe los métodos, técnicas e instrumentos utilizados en el desarrollo de la investigación con base a los objetivos propuestos.

Tabla 4. Resumen de métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Metodología	Método	Técnica	Instrumento
Fase 1: Caracterización de la variabilidad de la higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) a través del uso de descriptores morfoagronómicos para la identificación de la diversidad presente en la zona centro sur del Ecuador	Analítico-sintético. Estadístico	Observación directa Se describieron 32 descriptores (14 cualitativos y 18 cuantitativos) Procesamiento de datos: paquete estadístico InfoStat® ver. 2018.	Diario de campo Guía gráfica de descriptores varietales de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) de Avendaño y Zamarripa (2012)
Fase 2: Identificación de materiales promisorios con base a criterios agronómicos en la colección de higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) para su potencialización en Ecuador	Analítico-sintético. Estadístico	Observación Materiales con significancia estadística con base a los resultados de procesamiento de datos en el software InfoStat® ver. 2018 y caracteres agronómicos.	Guía de observación
Fase 3: Propuesta de líneas de trabajo con base al uso de la higuera (<i>Ricinus communis</i> L.) como eje estratégico al aporte de la	Analítico-sintético	Análisis de contenido Instrumentos de política pública del Ecuador.	Matriz de análisis de contenido

política pública del Ecuador.

3.4. Población y muestra

El factor de estudio consistió de 111 accesiones de higuera que fueron colectados en nueve provincias: Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Loja, Manabí y Tungurahua; correspondientes a la zona centro sur del Ecuador. Dichas accesiones se codificaron como se observa en el Anexo 2, que incluye la información de datos pasaporte.

3.5. Procedimiento de investigación

Para el desarrollo del presente estudio y consecución de los objetivos propuestos, se realizó tres fases: caracterización morfoagronómica, identificación de materiales promisorios y propuestas de líneas de trabajo con base al uso de higuera. La Tabla 5 detalla las características específicas del área de estudio para la implementación del germoplasma en campo.

Tabla 5. *Características específicas del experimento*

Características	Detalle
Número de unidades experimentales	111
Superficie total del ensayo	2520 m ² (56 m * 45 m)
Área parcela neta	5 m ²
Distancia entre hileras	2,50 m
Densidad de siembra	2 m * 2.50 m
Número de golpes de siembra por sitio	5
Número de repeticiones por accesión	4
Número de plantas por surco	28
Número de surcos	18
Número de plantas	492

- **Manejo del experimento**

Para la siembra de las accesiones se realizó el trazado del terreno tomando en cuenta la distancia de siembra (2 m * 2.50 m) y el ahoyado a una profundidad de 0.40 m, longitud 0.40 m y ancho de 0.40 m. En relación con la cosecha, se realizó del racimo principal, excepto en los casos que requieran completar la disponibilidad de 100 semillas por repetición de cada accesión, donde se procedió a cosechar de las ramas laterales. Para obtener los datos de las variables se utilizaron descriptores morfológicos y agronómicos (Tabla 6), conformados por 32 caracteres (14 cualitativos y 18 cuantitativos), detallados a continuación.

Tabla 6. *Descriptores morfológicos y agronómicos*

No.	Descriptores morfológicos	No.	Descriptores agronómicos
1	Habito de crecimiento	15	Altura de la planta
2	Color de hoja madura	16	Longitud de la hoja
3	Color de hoja joven	17	Ancho de la hoja
4	Color de nervadura de la hoja	18	Número de lóbulos de la hoja joven
5	Color de peciolo	19	Longitud del peciolo
6	Cera en peciolo	20	Díámetro del tallo
7	Margen del lóbulo	21	Número de ramificaciones
8	Traslape de lóbulo de la hoja	22	Longitud del racimo
9	Color de tallo	23	Longitud de capsula
10	Cera en tallo	24	Ancho de capsula
11	Forma del racimo	25	Número de semilla por racimo
12	Color del fruto	26	Longitud de la semilla
13	Forma o apéndice de la capsula	27	Ancho de la semilla
14	Color de la semilla	28	Espesor de semilla
		29	Peso de 100 semillas
		30	Inicio de floración
		31	Inicio floración masculina
		32	Inicio floración femenina

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012), Solera, Moreira y Hernández (2014)

3.5.1. Fase 1. Caracterización de la variabilidad morfoagronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.)

En atención al objetivo “Caracterizar la variabilidad de la higuera (*Ricinus communis* L.) a través del uso de descriptores morfoagronómicos para la identificación de la diversidad presente en la zona centro sur del Ecuador”, se identificaron 14 descriptores cualitativos y 18 cuantitativos en el germoplasma de higuera. Para la consecución de esta fase se empleó la observación directa en cada una de las repeticiones de las accesiones en campo, para lo cual se tomó como referencia la guía gráfica propuesta por Avendaño y Zamarripa (2012); los descriptores botánicos para caracterizar germoplasma de Solera et al., (2014) y la tabla referencial de colores de Munsell (Birren, 1969).

Los análisis efectuados en esta fase fueron: variabilidad morfológica de datos cuantitativos y cualitativos, análisis de agrupamiento de las entradas, valor discriminante para caracteres cuantitativos y cualitativos, análisis de los caracteres cualitativos y cuantitativos e identificación de morfotipos por grupos. Los descriptores se evaluaron en campo y se detallan a continuación:

1) Hábito de crecimiento

Con referencia a este descriptor, se identificó mediante observación directa el hábito o forma de crecimiento de las plantas cuando estas presentaron inicio de floración, comparando las accesiones con el esquema botánico del libro de campo en función de la ponderación: erecto (a), ramificado (b), decumbente (c) y matorral (d) como se muestra en la Figura 3.

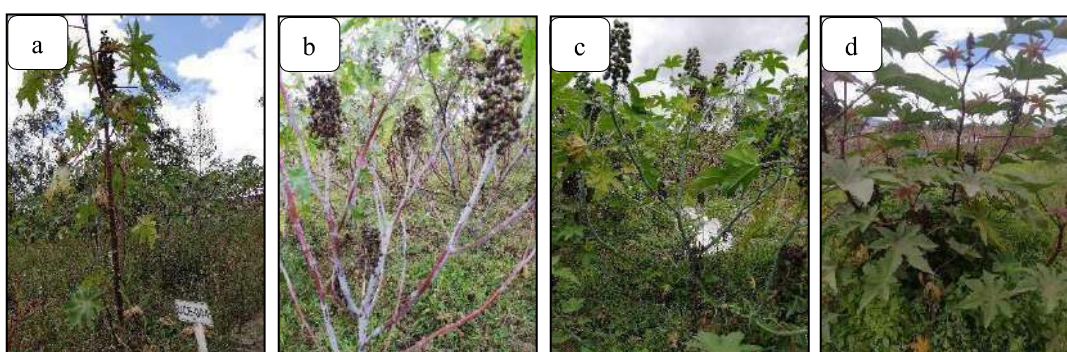


Figura 3. Hábitos de crecimiento

2) Color de hoja madura

Para la evaluación de este carácter se tomaron 2 hojas completas de las ramificaciones primarias del estrato medio de la planta cuando estas presentaron inicio de floración, mediante observación y comparación directa, se registró el dato con referencia a la tabla de colores de Munsell como se observa en la Figura 4.



Figura 4. Color hoja madura

3) Color hoja joven

Para identificar el color de hoja joven, se tomaron 2 hojas completas del ápice de las ramificaciones primarias del estrato superior de la planta, cuando estas presentaron inicio de floración. Se realizó observación y comparación directa con base a la tabla de colores de Munsell (Fig. 5)



Figura 5. Color hoja joven

4) Color nervadura de la hoja

Para la caracterización de este descriptor, se tomaron 2 hojas maduras al azar de la ramificación principal, cuando estas presentaron inicio de floración. Se registró el color de las nervaduras mediante observación y comparación visual con referencia en la tabla de colores de Munsell (Fig. 6).



Figura 6. Color nervadura de la hoja

5) Color de peciolo

Para describir este carácter, se tomaron al azar los peciolo de 2 hojas maduras de las ramificaciones principales del estrato medio de la planta, cuando estas presentaron inicio de floración. Se registró el color predominante del peciolo mediante observación y comparación visual con la tabla de Munsell (Fig. 7).



Figura 7. Color de peciolo

6) Cera en peciolo

Para evaluar este descriptor, se seleccionaron dos peciolo de las ramificaciones secundarias del estrato medio de la planta, cuando estas presentaron inicio de floración. Se realizó una sutil presión con el dedo en la parte media del peciolo y mediante observación se registró la presencia con valor 1 y ausencia con 0 (Fig. 8).

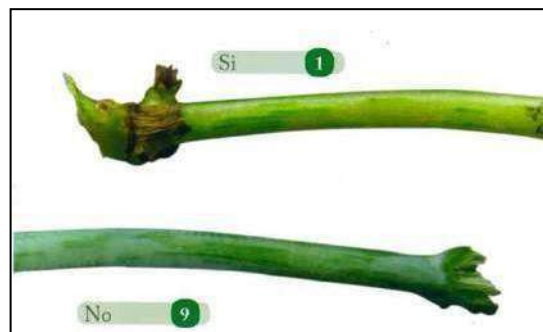


Figura 8. Presencia de cera en peciolo

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

7) Margen del lóbulo

Con referencia a este descriptor, se seleccionaron 2 hojas al azar de las ramificaciones secundarias del estrato medio de la planta, cuando estas presentaron inicio de floración y mediante comparación visual con base a esquemas botánicos del libro de campo de tipo de margen, se ponderaron los datos de la siguiente manera: serrado (1), biserrado 1 (3), biserrado 2 (5) (Fig. 9).



Figura 9. Margen del lóbulo

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

8) Traslape de lóbulo de la hoja

Al azar se tomaron 2 hojas maduras de las ramificaciones principales del estrato medio, cuando estas presentaron inicio de floración. Mediante observación visual se registró el nivel de superposición entre lóbulos de acuerdo con los esquemas botánicos del libro de campo y ponderación: abierto (1), cerrado (3), ligeramente superpuestos (5), muy superpuestos (7) como se observa en la Figura 10.

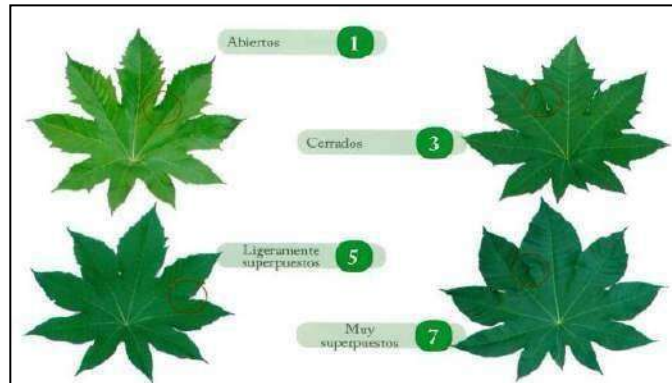


Figura 10. Traslape de lóbulo de la hoja

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

9) Color de tallo

Para evaluar este descriptor se tomó la ramificación del tallo principal presente en el cuarto nudo del brote apical más alto contado desde la superficie de suelo, cuando las plantas presentaron inicio de floración. El dato se registró con base a la tabla de colores de Munsell, como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Color de tallo

10) Cera en tallo

Mediante observación y manipulación de la cubierta del tallo principal, por medio del tacto se realizó una sutil presión con el dedo, en el cuarto nudo, contado desde la base del cuello de la raíz, cuando las plantas presentaron inicio de floración. Se registró la presencia con el valor de 1 o ausencia de cera con 0, como se presenta en Figura 12.

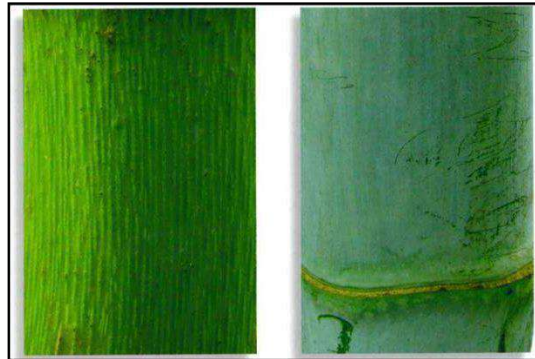


Figura 12. Presencia de cera en tallo

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

11) Forma del racimo

Se seleccionó el racimo principal al término de la fructificación y mediante observación se clasificó de acuerdo a la forma que presentó con base en la guía de descriptores botánicos. Este dato se tomó cuando el racimo se encontró tierno con la ponderación: 1 circular, 3 cónica y 5 cilíndrica mostrado en la Figura 13.



Figura 13. Forma del racimo

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

12) Color del fruto

Al azar se tomaron 2 cápsulas inmaduras, mediante observación y comparación visual con base a la tabla de colores de Munsell, se registró el color predominante en las nervaduras como se evidencia en la Figura 14.



Figura 14. Color de fruto

13) Forma o apéndice de la cápsula

Mediante observación directa se tomaron 2 cápsulas inmaduras de la parte media del racimo y se clasificó de acuerdo a la forma que generalmente presentan de acuerdo a la guía de descriptores botánicos. Este dato se tomó con el racimo tierno, siendo la ponderación: redondo (a) y elíptico (b) aplanado como se observa en la Figura 15.

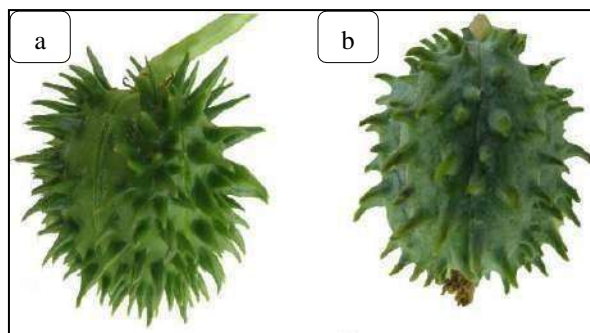


Figura 15. Forma del racimo

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

14) Color de semilla

Se tomaron dos semillas de cada planta y con base a la guía de descriptores botánicos se realizó la clasificación, dentro de los siguientes colores: blanco veteadado 1, crema semiveteado 2, gris veteadado 3, café veteadado 4, negro semiveteado 5 y negro veteadado 6, como se evidencia en la Figura 16.



Figura 16. Color de semilla

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

15) Altura de la planta

Al momento que las plantas presentaron inicio de floración y mediante el uso de un flexómetro se midió la planta desde el cuello de la raíz hasta el ápice final. La medida se expresó en centímetros, como se muestra en la Figura 17.



Figura 17. Altura de planta

16) Longitud de la hoja

Se seleccionó una hoja completa del estrato medio de planta cuando estas presentaron inicio de floración y con un flexómetro se midió los extremos del limbo de la hoja partiendo del punto de unión del peciolo a la hoja hasta el borde del lóbulo más grande y de su lóbulo opuesto, estas medidas se expresaron en centímetros como se evidencia en la Figura 18.



Figura 18. Longitud de hoja

17) Ancho de la hoja

Se seleccionó una hoja completa del estrato medio de planta cuando estas presentaron inicio de floración y con un flexómetro se midió el limbo de la hoja. Se consideró el punto de unión del peciolo de la hoja tomando los 2 lóbulos más externos del limbo, expresado en centímetros como se muestra en la Figura 19.



Figura 19. Ancho de hoja

18) Número de lóbulos hoja joven

En una hoja seleccionada al azar del estrato medio de la planta cuando estas presentaron inicio de floración, se contabilizaron los lóbulos presentes sin discriminar por el tamaño del mismo y se expresó en número de lóbulos como se aprecia en la Figura 20.



Figura 20. Lóbulo hoja joven

Nota: Tomado de Avendaño y Zamarripa (2012)

19) Longitud del peciolo

Se seleccionó un peciolo de hojas de las ramificaciones primarias del estrato medio de la planta, cuando estas presentaron inicio de floración y con un flexómetro se midió la distancia desde la inserción del peciolo con el tallo hacia la inserción del peciolo con la hoja, la medida se expresó en centímetros como se muestra en la Figura 21.



Figura 21. Medición de peciolo

20) Diámetro del tallo

Se tomó del tallo principal a una altura de 10 cm del cuello de la raíz, al momento que las plantas presentaron inicio de floración. Mediante un calibrador digital se midió en milímetros, unidades que posteriormente se transformaron en centímetros, como se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Diámetro del tallo

21) Número de ramificaciones

Se tomó en cuenta todas las ramificaciones primarias que presentó la planta, cuando estas presentaron inicio de floración. El dato se registró en número de ramificaciones, como se aprecia en la Figura 23.



Figura 23. Número de ramificaciones

22) Longitud del racimo

Se identificó un racimo fecundado en fructificación y con un flexómetro se tomó la medida desde la base donde comienza el racimo hasta el ápice del mismo. La medida se registró en centímetros como se observa en la Figura 24.



Figura 24. Longitud del racimo

23) Número de semillas por racimo

Una vez que se realizó la cosecha de las cápsulas secas, se extrajeron las semillas de cada repetición por accesión y se procedió a contabilizarlas, como se evidencia en la Figura 25.



Figura 25. Número de semillas por racimo

24) Longitud de cápsula

Se tomaron 2 cápsulas maduras al momento en que el racimo se encontró formado en su totalidad y con un calibrador se midió desde la base hasta la parte terminal longitudinalmente, la unidad de medida se expresó en centímetros como se observa en la Figura 26.



Figura 26. Longitud de cápsula

25) Ancho de cápsula

Se tomaron 2 cápsulas maduras y mediante un calibrador se midió con respecto a las partes laterales de la cápsula, la medición se expresó en centímetros como se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Ancho de cápsula

26) Longitud de semilla

Se tomaron 10 semillas secas por repetición de cada accesión, se las encolumnó en forma longitudinal y con una regla se obtuvo el promedio de longitud de semilla expresado en centímetros, como se observa en la Figura 28.



Figura 28. Longitud de semilla

27) Ancho de semilla

Se tomaron 10 semillas secas por repetición de cada accesión, se las encolumnó en forma transversal y con una regla se obtuvo el promedio del ancho de semilla expresado en centímetros, como se muestra en la Figura 29.



Figura 29. Ancho de semilla

28) Espesor de semilla

Se tomaron 10 semillas por repetición de cada accesión y con un calibre se midió entre las partes laterales de la semilla, expresado en centímetros, mostrado en la Figura 30.



Figura 30. Espesor de semilla

29) Peso 100 semillas

Luego de realizar el trillado y pelado las cápsulas, se contaron 100 semillas de cada repetición por accesión con el 14 % de humedad. Luego en una balanza digital se pesó con los datos expresados en gramos, como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Peso 100 semillas

30) Inicio de floración

Se definió inicio de floración mediante la identificación de la primera estructura floral, el dato se registró en número de días, como se muestra en la Figura 32.



Figura 32. Inicio de floración

31) Inicio floración masculina

Se contabilizó el número total de flores masculinas abiertas y cerradas. Y cuando se obtuvo el 50 % de flores masculinas abiertas, se registró el dato en número de días, como se muestra en la Figura 33.



Figura 33. Inicio floración masculina

32) Inicio floración femenina

Se contabilizó el número total de flores femeninas abiertas y cerradas. Cuando se obtuvo el 50 % de flores femeninas abiertas, el dato se registró en número de días, como se observa en la Figura 34.



Figura 34. Inicio de floración femenina

3.5.1.1 Análisis estadístico

Se empleó el programa InfoStat versión 2018 para el procesamiento de datos. Se realizó un análisis de conglomerados para lo cual, los datos cualitativos fueron convertidos a una matriz binaria (0-1), a través de la transformación de variables Dummy. Mediante el método de agrupamiento de Ward (1963) y la distancia de Gower (1967) se generó el dendrograma, que permitió visualizar el agrupamiento de las muestras que poseen características morfológicas similares.

Para identificar variables cuantitativas significativas, se efectuó el Análisis de Varianza a nivel de grupos y a través del estadístico de Fisher al 5 % se determinó la contribución de cada descriptor a la determinación de la variabilidad. Para identificar variables cualitativas significativas, se empleó Tablas de Contingencia y se utilizó los estadísticos de coeficiente de correlación de Pearson (P), Pseudo F, valor-P y Chi cuadrado (X^2),

3.5.2. Fase 2. Identificación de materiales promisorios relacionados con variables agronómicas de la higuera (*Ricinus communis* L.)

Con referencia al objetivo “Identificar materiales promisorios con base a criterios agronómicos en la colección de higuera (*Ricinus communis* L.) para su potencialización en Ecuador”, se determinaron las accesiones promisorias a partir de la caracterización morfoagronómica realizada en la primera fase de investigación. Cabe señalar, que los materiales promisorios fueron identificados con base a criterios agronómicos como: peso de 100 semillas, longitud y ancho de cápsula, longitud y ancho de semilla, hábito de crecimiento, altura de planta, longitud de racimo, número de semillas por racimo, inicio de floración y diámetro del tallo.

3.5.3. Fase 3. Propuesta de líneas de trabajo con base al uso de la higuera (*Ricinus communis* L.)

En relación con el objetivo “Proponer líneas de trabajo con base al uso de la higuera (*Ricinus communis* L.) como eje estratégico al aporte de la política pública del Ecuador”, se efectuó un análisis de los instrumentos de política pública nacionales e internacionales como: Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), Plan Estratégico Nacional, Provincial y Cantonal. Para ello, se procedió a realizar un análisis de contenido mediante una matriz de los mencionados documentos, a fin de relacionar el uso de la higuera dentro de la política pública del Ecuador. Con base a dicha información se diseñó una propuesta de líneas de trabajo inédita orientada al uso de higuera como eje estratégico para el desarrollo de la política estatal.

3.6. Consideraciones bioéticas

La bioética juega un rol importante en cuanto a clarificar temas de complejidad sobre las consecuencias sociales que se derivan de los avances tecnológicos con ayuda de la ciencia para brindar información libre con un análisis ético. En este sentido, es de vital importancia y obligación estatal, dar valor y una real protección a los recursos genéticos, como también los conocimientos ancestrales que deberán estar amparados en el marco jurídico y legal del país.

La biodiversidad del Ecuador, permite obtener incalculables recursos para encontrar solución en diversos problemas, el acompañamiento de la bioética en este campo implica una reflexión sobre el papel de la regulación local y global, que relaciona al ambiente, el sector económico y social.

La presente investigación contribuyó con el conocimiento y mantiene el compromiso bioético al utilizar los recursos fitogenéticos con responsabilidad ambiental. Se procedió bajo protocolos de seguridad apropiados para el resguardo de la información durante el procesamiento y exposición de los resultados en el presente documento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se muestran los resultados y discusión obtenidos durante el desarrollo de la investigación, con base a cada uno de los objetivos específicos propuestos.

4.1. Caracterización de la variabilidad morfoagronómica de la higuera (*Ricinus communis* L.)

Los resultados del análisis estadístico de datos de los descriptores morfológicos y agronómicos de la higuera se presentan en tres secciones: 1. Análisis de conglomerados, 2. Análisis de variabilidad de datos cuantitativos y cualitativos, 3. Identificación de morfotipos por grupos. Cabe señalar, que se consideraron 32 descriptores (14 cualitativos y 18 cuantitativos) para el primer análisis de la población. Mientras que, para los tres análisis restantes se emplearon 20 descriptores (9 cualitativos y 11 cuantitativos), que se obtuvieron a partir de análisis previos de varianza y conglomerados para lograr una mejor estructuración del dendrograma en relación con el coeficiente cofenético.

4.1.1. Análisis de conglomerados

Para el análisis de conglomerados, se seleccionaron los descriptores que aportaron a la diferenciación entre grupos mediante análisis previos, con la finalidad que el dendrograma sea más fuerte en agrupación. Para definir relaciones de similitud del germoplasma de higuera, se generó un dendrograma con base a 111 accesiones seleccionadas, mediante el análisis de agrupamiento de las entradas. El grupo I está integrado por 49 accesiones, el II por 52 y el grupo III se conforma por 10 accesiones que se presentan en la Figura 35.

Sokal y Rohlf (1962) afirman que el coeficiente cofenético muestra la alteración mínima en la estructura de los datos y estos valores fluctúan entre 0.60 y 0.95. En la presente investigación se obtuvo un coeficiente cofenético de 0.90, valor que se encuentra dentro del rango mencionado y evidencia una buena representación de la matriz de similitud del dendrograma.

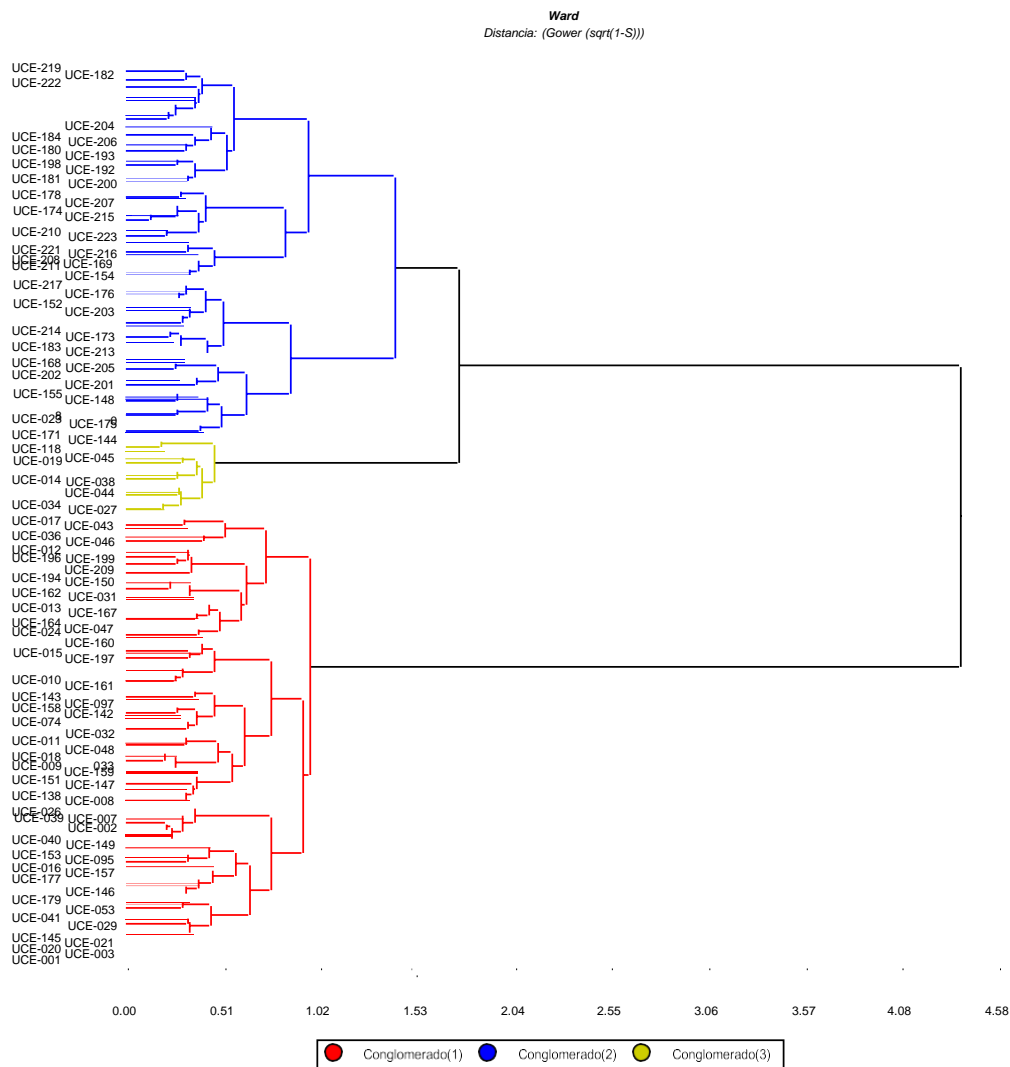


Figura 35. Análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 111 accesiones de higuera

- **Grupo 1**

El grupo 1 está conformado por 54 accesiones (Fig. 36), las variables más representativas fueron: hábito de crecimiento decumbente, color de hoja joven verde oliva, nervadura color verde amarillo, color de peciolo rojo moderado, predomina la presencia de cera, margen de lóbulo biserrado 1, color de tallo púrpura, presencia de cera en tallo y color de fruto verde amarillo. Según Mehmet (2012) identificó cinco grupos a nivel del coeficiente de variación de 0.80 y de 0.36 a 0.95 entre los genotipos, además de existir variabilidad genética en color de tallo, semilla, días hasta la madurez, altura de planta, longitud de espiga y peso de 100 semillas.

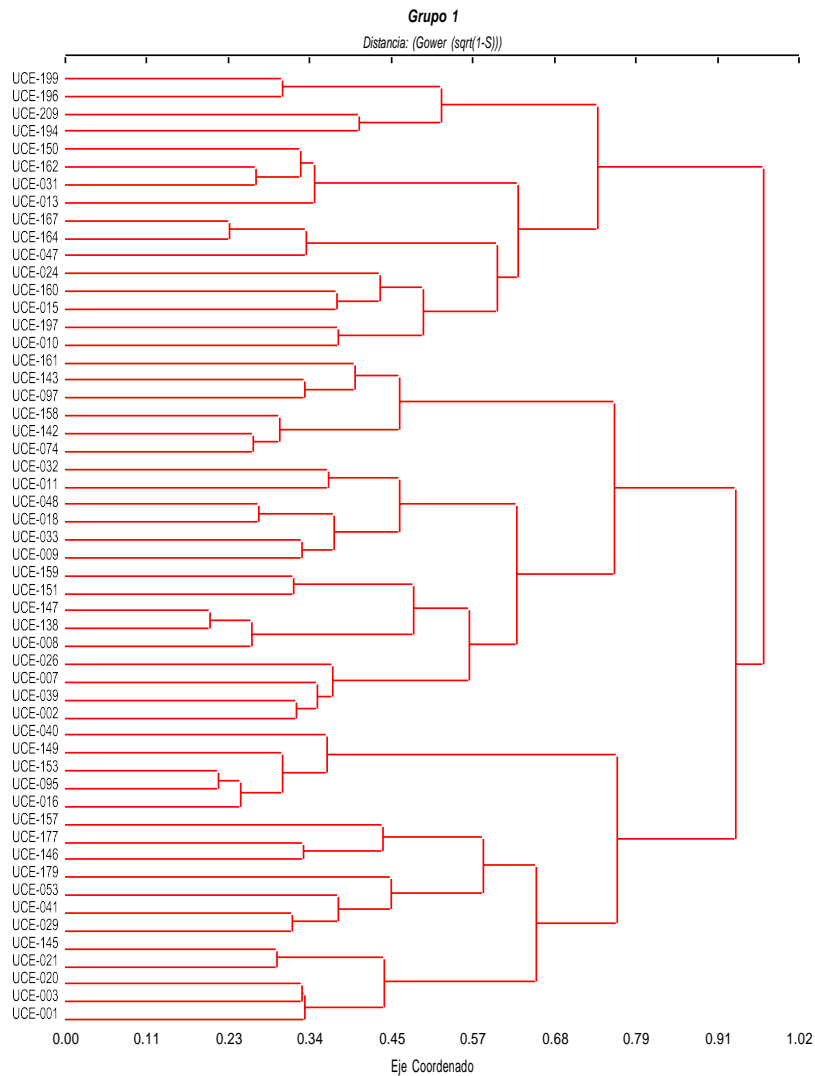


Figura 36. Accesiones que conforma el Grupo 1

- **Grupo 2**

El grupo 2 está integrado por 47 accesiones (Fig. 37), las variables más representativas fueron: altura de planta que promedia los 173.77 cm, número de ramificaciones con promedio de 11.31, longitud de hoja con promedio de 42.67 cm, ancho de hoja 62.37 cm, diámetro de tallo de 3.59 cm, longitud de cápsula 2.14 cm, ancho de cápsula 2.07 cm, longitud de semilla 1.33 cm, ancho de semilla 0.88 cm, espesor de semilla 0.57 cm y peso de 100 semillas con una media de 35.48 g.

Las poblaciones que se encuentran en este grupo son materiales con hábitos de crecimiento tipo matorral, color de hoja joven rojo oscuro, color de nervadura verde oliva,

color de peciolo rojo oscuro, el 92 % presenta cera en peciolo, margen de lóbulo biserrado 1, color de tallo rojo oscuro, el 83 % posee presencia de cera en tallo y color de fruto verde oliva. Zamora et al. (2011) sostienen en su estudio que los valores de altura de planta son significativamente más altos con promedio de 167 cm, número de racimos porplanta 15.68, número de frutos por rama de 94.99 unidades y peso de frutos de 64 a 260 g.

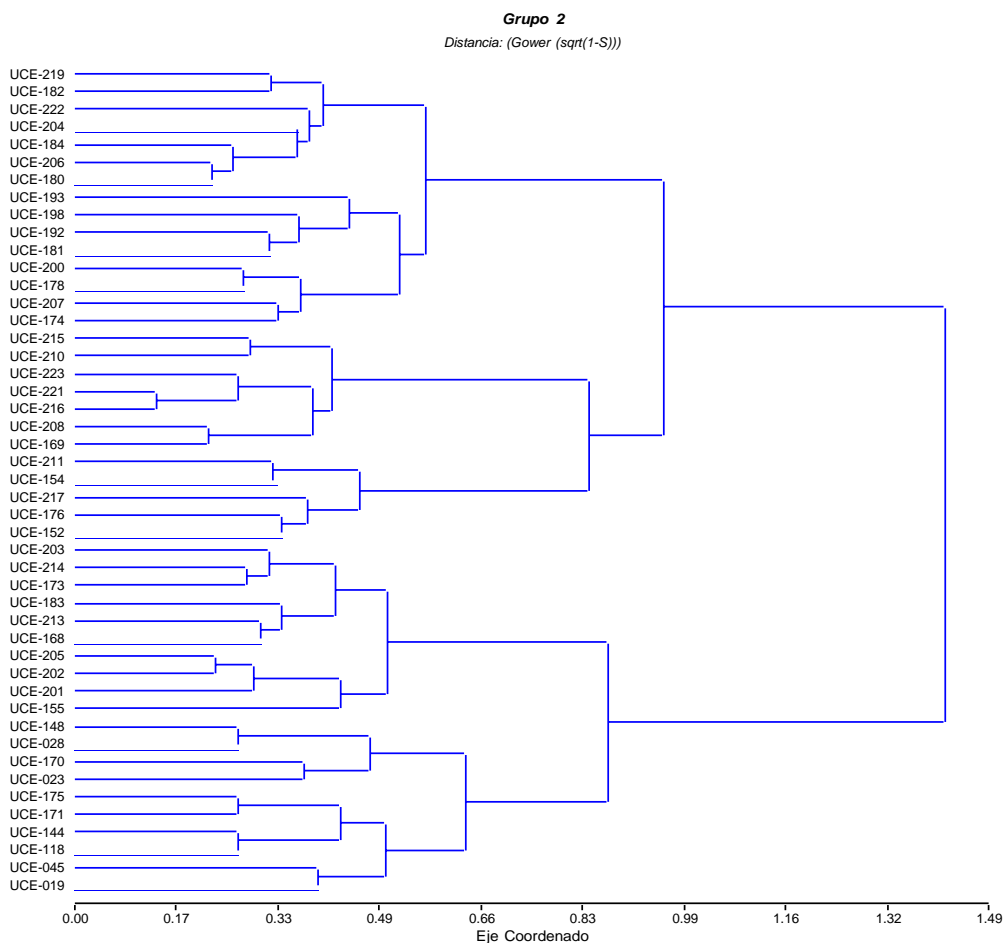


Figura 37. Accesiones que conforma el Grupo 2

- **Grupo 3**

El grupo 3 está integrado por 10 accesiones (Fig. 38), las variables más representativas fueron: hábito de crecimiento erecto, color de hoja joven verde oliva, color de nervadura y peciolo rojo moderado, ausencia de cera, margen de lóbulo serrado, color de tallo rojo oscuro, ausencia de cera en tallo y color de fruto amarillo rojizo. Estos resultados se corroboran con el estudio Udaya, Satyanarayana y Srinivasa (2014) quienes afirman que

el color de tallo predominante fue rojo oscuro, color de lámina de hoja verde con tinte rojizo y color de peciolo rojo.

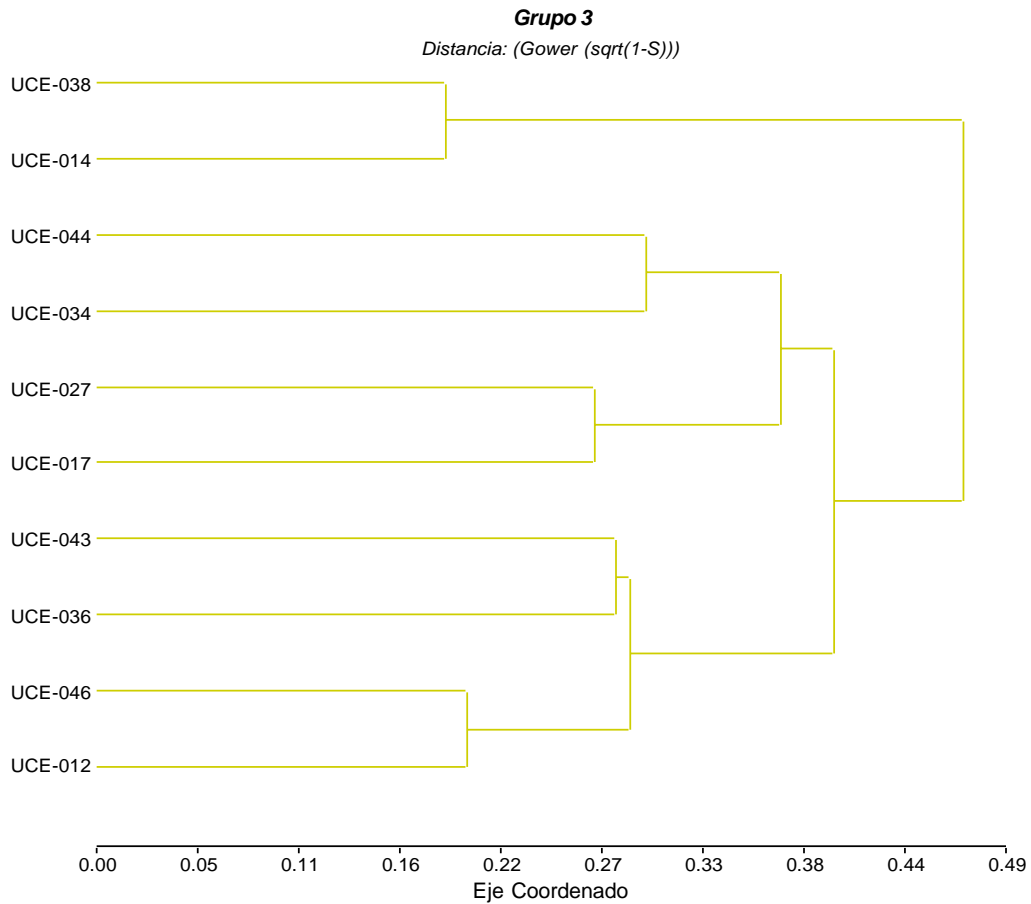


Figura 38. Accesiones que conforma el Grupo 3

4.1.2. Análisis de variabilidad de datos cuantitativos y cualitativos

Para el análisis de variabilidad de datos cuantitativos y cualitativos se consideraron 20 descriptores discriminantes y 12 que fueron no significativos. Los parámetros estadísticos para la selección de descriptores discriminantes que se consideraron se detallan a continuación:

4.1.2.1. Caracteres cuantitativos significativos para la diferenciación entre grupos

Los resultados de la prueba de Fisher al 5 % determinó que de 18 variables cuantitativas empleadas en la presente investigación 11 resultaron ser significativas (p -valor <0.05) y por tal manera contribuyen a la diferenciación entre tres grupos (Tabla 7).

Tabla 7. Valores promedios para caracteres cuantitativos de higuerilla

Cód.	Descriptor	G1	G2	G3	CV	p-valor
D15	Altura de planta*	147.17 ±5.70 A	173.77 ±5.53 B	152.22 ±12.62 AB	24.93	0.0040
D16	Longitud de hoja*	38.43 ±0.88 A	42.67 ±0.86 B	39.19 ±1.95 AB	15.25	0.0028
D17	Ancho de hoja*	56.32 ±1.27 A	62.37 ±1.23 B	57 ±2.80 AB	14.97	0.0028
D20	Diámetro del tallo*	3.15 ±0.08 A	3.59 ±0.08 B	3.04 ±0.17 A	16.47	0.0001
D21	Número de ramificaciones*	10.37 ±0.34 A	11.31 ±0.33 B	9.60 ±0.75 A	21.96	0.0412
D23	Longitud de cápsula*	1.89 ±0.04 A	2.14 ±0.04 B	1.92 ±0.10 A	15.12	0.0003
D24	Ancho de cápsula*	1.82 ±0.04 A	2.07 ±0.04 B	1.83 ±0.10 A	16.22	0.0002
D26	Longitud de semilla*	1.11 ±0.03 A	1.33 ±0.03 B	1.19 ±0.06 A	15.24	<0.0001
D27	Ancho de semilla*	0.69 ±0.02 A	0.87 ±0.02 B	0.72 ±0.05 A	20.22	<0.0001
D28	Espesor de semilla*	0.49 ±0.01 A	0.57 ±0.01 B	0.52 ±0.02 A	14.58	<0.0001
D29	Peso 100 semillas*	20.05 ±2.36 A	35.48 ±2.29 B	23.70 ±5.21 A	59.73	<0.0001

En relación con el Grupo 1 (G1) se obtuvo que los descriptores presentaron valores promedios inferiores en comparación con los grupos G2 y G3. Sin embargo, los caracteres diámetro del tallo (3.15 cm) y número de ramificaciones (10) poseen valores superiores con respecto a G3. Cabe mencionar, que las accesiones del G1 proceden de las provincias de: Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Loja, El Oro, Manabí y Tungurahua. Estos resultados coinciden con los obtenidos por De Arruda et al. (2010) quienes desarrollaron un estudio en Brasil y reportaron valores que fluctúan entre 1.83 y 3.90 cm con promedio de 3.44 cm. A diferencia de Barrios et al. (2013) que reportaron diámetros de tallos superiores que oscilan entre 4.10 y 8.30 cm, con promedio de 6.40 cm procedentes de México.

En cuanto al número de ramificaciones, los resultados se corroboran con los obtenidos por Solís et al. (2016) con rangos que fluctúan entre seis a 12 unidades, con promedio de 10 ramificaciones y Barrios et al. (2013) con rangos que oscilan entre cuatro a nueve, con promedio de siete ramificaciones procedentes de México respectivamente, valores que se encuentran dentro del rango obtenido en el presente estudio. Mientras que, Miranda (2011) reportó número de ramificaciones inferiores que oscilan entre uno y cinco, con promedio de tres ramificaciones oriundo de Perú.

Con referencia al Grupo 2, se presentaron descriptores con valores promedios superiores en comparación con los grupos G1 y G3. La altura de planta presentó un promedio de 173.77 cm, longitud de hoja (42.67 cm), ancho de hoja (62.37 cm), diámetro de tallo (3.59 cm), número de ramificaciones (11), longitud de cápsula (2.14 cm), ancho de cápsula (2.07 cm), longitud de semilla (1.33 cm), ancho de semilla (0.87 cm), espesor de semilla (0.57 cm) y peso de 100 semillas (35.48 g). Las entradas de este grupo corresponden a las provincias: Azuay, Cañar, Chimborazo, El Oro, Loja, Manabí y Tungurahua.

Estos resultados se corroboran con los obtenidos por De Arruda, Pereira, Alves, Sandes y Custódio (2010) realizado en Brasil, que se encuentran dentro del rango mencionado y reportan alturas que fluctúan entre 90 a 230 cm, con promedio de 184 cm. Así mismo, Zamora et al. (2011) reportaron valores de altura de planta que oscilan entre 70.94 a 167.13 cm, con promedio de 124.75 cm originario de Venezuela. A diferencia, de Armendáriz (2012) que reportó alturas inferiores de planta que varían entre los 48 y 102 cm, con promedio de 68.67 cm. Por otro lado, García et al. (2019) obtuvieron valores que fluctuaron entre 67.70 cm y 131.30 cm, con promedio de 94.33 cm de altura de planta procedentes de México respectivamente.

Miranda (2011) presentó valores de longitud de hoja que fluctúan entre 11.57 a 56.51 cm y promedio de 31.31 cm, procedentes de Perú. Mientras que, García et al. (2019) obtuvieron valores de longitud de hoja inferiores, que oscilan entre 17.30 a 31 cm con promedio de 22.42 cm originario de México. Con respecto al ancho de hoja, Miranda (2011) reportó valores dentro del rango mencionado, que oscilan entre 12.33 a 56.40 cm y promedio de 32.02 cm, procedentes de Perú. Mientras que, García et al. (2019) obtuvieron valores inferiores de ancho de hoja que oscilan entre 17.80 a 31.80 con promedio de 23.30 cm procedente de México.

Solís et al. (2016) reportaron valores de ancho de cápsula entre 1.90 a 3.10 cm y media de 2.80 cm. Así mismo, Barrios et al. (2013) obtuvo un rango entre 1.70 a 2.60 cm con promedio de 2.10 cm de longitud de cápsula, procedentes de México en ambos casos. A diferencia, Miranda (2011) desarrolló un estudio en Perú y obtuvo valores inferiores de longitud de cápsula en comparación con los mencionados, que oscilan entre 1.20 y 2.20 cm con promedio de 1.64 cm.

Con relación al ancho de cápsula, Solís et al. (2016) reportaron un rango que fluctúa entre 1.80 a 3.20 cm y promedio de 2.87 cm. Barrios et al. (2013) obtuvieron valores entre 1.70 a 2.10 cm con media de 2.10 cm de ancho de cápsula. Estos estudios fueron realizados en México respectivamente, sus valores se encuentran dentro del rango mencionado, no obstante, sus promedios son superiores a los reportados en el presente estudio. Mientras que, Miranda (2011) obtuvo valores inferiores de ancho de cápsula comparados con los citados anteriormente, con un rango que oscila entre 1.10 a 2.03 cm y media de 1.53 cm procedente de Perú.

Armendáriz (2012) presentó valores de longitud de semilla entre 0.82 a 1.35 cm y media de 0.96 cm de longitud de semilla procedente de México. Así mismo, Paucar (2020) reportó un rango entre 1.06 a 1.38 cm y media de 1.19 cm procedentes de Imbabura-Ecuador. Estos valores se encuentran dentro del rango obtenido, sin embargo, presentan una longitud promedio de semilla inferior. Mientras que, Solís et al. (2016) reportaron rangos similares con promedios de longitud de semilla superior a los reportados, con valores que fluctúan entre 1.21 a 1.96 cm con media de 1.71 cm, procedente de México.

De igual forma, Mazzani y Rodríguez (2009) desarrollaron un estudio en Venezuela y reportaron rangos que oscilan entre 1.07 a 1.94 cm con media de 1.35 cm. Así mismo, Correa (2014) reportó un rango que varió entre 1.05 a 1.80 cm con promedio de 1.24 cm de longitud de semilla, procedentes de las provincias de Manabí y Tungurahua de Ecuador.

Para el ancho de semilla, Correa (2014) obtuvo un rango que fluctuó entre 0.66 a 1.10 cm y media de 0.79 cm de ancho de semilla, procedentes de las provincias de Manabí y Tungurahua. Así mismo, Mazzani y Rodríguez (2009) reportaron valores entre 0.63 a 1.24 cm y promedio de 0.86 cm, oriunda de Venezuela. A diferencia de Armendáriz

(2012) y Paucar (2020) quienes reportaron promedios inferiores a los mencionados con rangos que oscilan entre 0.51 a 0.84 cm con media de 0.62 cm, procedentes de México y valores entre 0.68 a 0.94 cm con promedio de 0.77 cm de ancho de semilla originario de Imbabura. Mientras que, Solís et al. (2016) obtuvieron valores superiores en comparación con los citados, con un rango que oscila entre 0.76 a 1.58 cm y promedio de 1.36 cm procedente de México.

Para el descriptor espesor de semilla Correa (2014) y Paucar (2020) reportaron resultados dentro del rango obtenido con valores que fluctúan entre 0.47 a 0.66 cm con promedio de 0.53 cm procedentes de las provincias de Manabí y Tungurahua y de 0.51 a 0.66 cm con promedio de 0.56 cm de espesor de semilla, oriunda de la provincia de Imbabura-Ecuador respectivamente. Mientras que, Isaza et al. (2017) desarrollaron un estudio en México y obtuvieron un rango que oscila entre 0.41 a 0.69 cm con media inferior de espesor de semilla de 0.50 cm, en comparación con los estudios mencionados. Los valores de espesor de semilla más altos fueron presentados por Solís et al. (2016) con valores que fluctúan entre 0.54 y 0.87 cm y promedio de 0.78 cm, también procedente de México.

Con relación al peso de 100 semillas, los resultados concuerdan con los rangos obtenidos por Durán, Retamal, Moratiel y Queiroga (2009) quienes afirman que el peso de 100 semillas puede fluctuar entre 10 a 100 g en función del manejo y variedad. Andrade (2015) obtuvo valores comprendidos entre 6.42 y 66.08 g en peso de 100 semillas en las provincias de Imbabura y Carchi. Así mismo, los resultados obtenidos por García et al. (2019) señalan valores de peso de 100 semillas que variaron entre 9.40 y 54.60 g en el Altiplano Centro Norte de México.

Por otro lado, Mendoza y Reyes (1985) presentaron valores similares del promedio peso de 100 semillas, siendo 32 g para la variedad INIAP-401 y 36 g para PORTOVIEJO-67, resultados que se corroboran con los rangos obtenidos para este descriptor, procedente de la provincia de Manabí. Este descriptor es determinante en la selección de materiales promisorios con fines de potencializarlos para la extracción de aceite de ricino.

Con respecto al Grupo 3, se obtuvieron valores promedio menores en comparación con los grupos G1 y G2. No obstante, los caracteres diámetro del tallo (3.04 cm) y número de ramificaciones (9) poseen valores inferiores con respecto a G1. Las accesiones de este

grupo son procedentes de Chimborazo, Loja y Tungurahua.

4.1.2.2. Caracteres cualitativos significativos para la diferenciación entre grupos

Para determinar valores discriminantes se aplicó la prueba de Chi cuadrado (X^2), Coeficiente de Grammer, Coeficiente de Pearson y el p-valor (Tabla 8). De los 14 descriptores analizados, nueve mostraron valores altamente significativos, por lo que se consideran caracteres discriminantes que aportaron en la variabilidad de grupos.

Tabla 8. *Parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de las 111 accesiones de higuierilla*

Cód.	Descriptor	Chi ²	G1	Coef. De Grammer	Coef. De Pearson	p-valor
D1	Hábito de crecimiento	31.21	6	0.31	0.47	< 0.0001
D3	Color hoja joven	32.64	10	0.31	0.47	0.0003
D4	Color nervadura de la hoja	60.29	18	0.43	0.59	< 0.0001
D5	Color de peciolo	45.79	16	0.34	0.51	0.0001
D6	Cera en peciolo	125.45	2	0.66	0.68	< 0.0001
D7	Margen de lóbulo	9.98	4	0.17	0.19	0.0408
D9	Color de tallo	96.81	20	0.49	0.65	< 0.0001
D10	Cera en tallo	105.74	2	0.60	0.65	< 0.0001
D12	Color de fruto	46.60	16	0.37	0.54	0.0001

La variabilidad de la colección con relación a las características cualitativas se evidencia en varias categorías que conforman los grupos. El agrupamiento permite comprender la relación entre grupos mediante los descriptores de valor discriminante significativo que muestran las características de similitud en la planta, hoja, peciolo, tallo y fruto.

- **Hábito de crecimiento**

Con respecto al grupo 1, todas las accesiones que lo conforman presentaron los cuatro hábitos de crecimiento, predominando el de tipo b) ramificado con 41 %, d) matorral con 31 %, a) erecto con 27 % y c) decumbente con 2 % (Figura 40). En el grupo 2, predomina el hábito matorral con el 60 % y ausencia del hábito decumbente. En cuanto al grupo 3, predomina el hábito de crecimiento erecto con el 90 % y ausencia de los hábitos decumbente y matorral. Los resultados muestran que en el grupo 1 existe mayor

variabilidad genética dentro de sus accesiones, a diferencia de los grupos 2 y 3 (Fig. 39).

Beltrão, Silva, Vasconcelos, Azevedo y Vieira (2001) sostienen que las plantas de higuierilla se clasifican en enanas (< 1.80 m), medias (1.80 a 2.50 m) y altas (> 2.50 m), las cuales pueden llegar hasta los 10 m de altura y lograr ciclos de hasta 10 años, dependiendo de la temperatura y disponibilidad de agua.

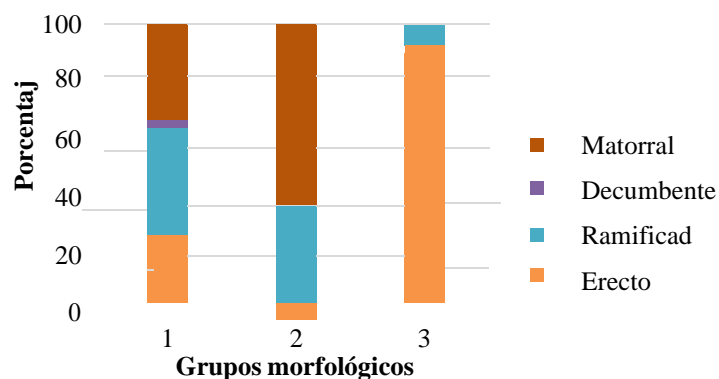


Figura 39. Porcentaje hábitos de crecimiento en grupos conformados



Figura 40. Hábitos de crecimiento

- **Color hoja joven**

Con respecto al grupo 2, las accesiones que lo conforman presentaron los seis colores evaluados de hoja joven: e) rojo oscuro (25 %), c) verde amarillo (21 %), a) rojo marrón (19 %), f) amarillo rojizo (17 %), d) verde oliva (15 %) y b) verde amarillo fuerte (2 %)

(Fig. 42). El grupo 1 presentó cinco de los seis colores, predominando el verde oliva (29 %) y rojo oscuro (27 %) con ausencia de verde amarillo fuerte. Finalmente, el grupo 3 solo presentó el color verde oliva con el 1 %.

Estos resultados muestran la mayor variabilidad en las accesiones del grupo 2, seguido del grupo 1, en comparación con el grupo 3 como se observa en la Figura 41. Miranda (2011) obtuvo presencia de varios colores en hoja como: verde con 84 %, verde claro y rojo con 7 % respectivamente. Estos resultados se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, encontrando tonalidades en función de la variabilidad, mediante el método de evaluación con la tabla de colores de Munsell.

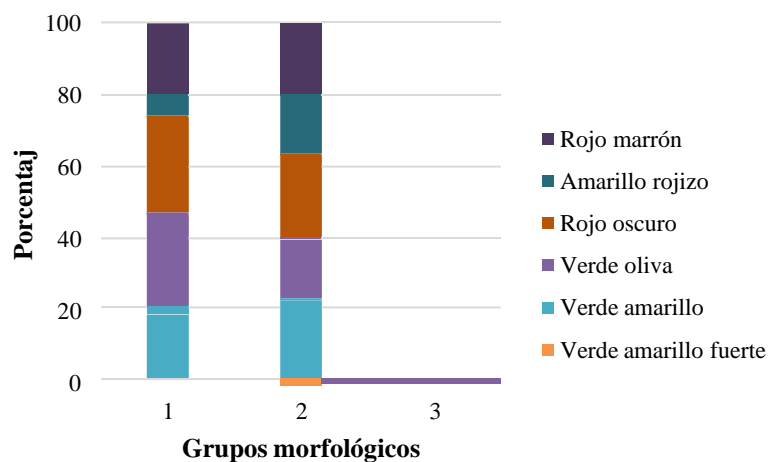


Figura 41. Porcentaje color hoja joven en grupos conformados

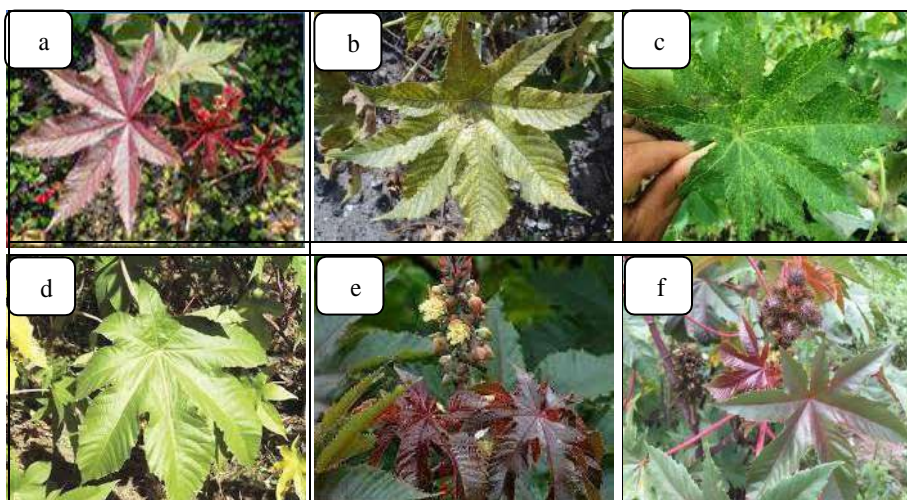


Figura 42. Estado de colores para el caracter color hoja joven

- **Color nervadura de la hoja**

Con referencia al grupo 1, los materiales presentaron nueve de 10 colores evaluados en la nervadura de la hoja, predominó el color f) verde amarillo (41 %), seguido del g) verde oliva y b) rojo moderado con el 16 % respectivamente; e) verde amarillo fuerte (10 %), i) amarillo rojizo (6 %), c) rojo marrón (4 %), a) verde oscuro, j) rosa oscuro y d) rojo violáceo con porcentajes iguales del 2 % respectivamente y ausencia del h) rojo oscuro (Fig. 44). En cuanto al grupo 3 se encontraron 4 colores predominando el rojo moderado con el 60 % y ausencia de colores: verde oscuro, verde amarillo fuerte, verde oliva, amarillo rojizo, rosa oscuro y rojo violáceo.

Finalmente, el grupo 2 presentó tres colores con predominancia de verde oliva (60 %) y ausencia de verde oscuro, verde amarillo fuerte, rojo oscuro, rosa oscuro, rojo moderado, rojo marrón y rojo violáceo. Los datos muestran que existe mayor variabilidad de colores en el grupo 1 en comparación con los grupos 2 y 3. Por otro lado, se observa que en los grupos 1 y 2 predomina los colores verde oliva y verde amarillo, mientras que, en el grupo 3 predomina el rojo moderado (Fig. 43). Estos resultados se corroboran con Armendáriz (2012) que obtuvo el 76.19 % de amarillo y el 23.81 % rojo en la nervadura de la hoja en Monterrey, México, tonalidades que están dentro de la gama de los colores evaluados.

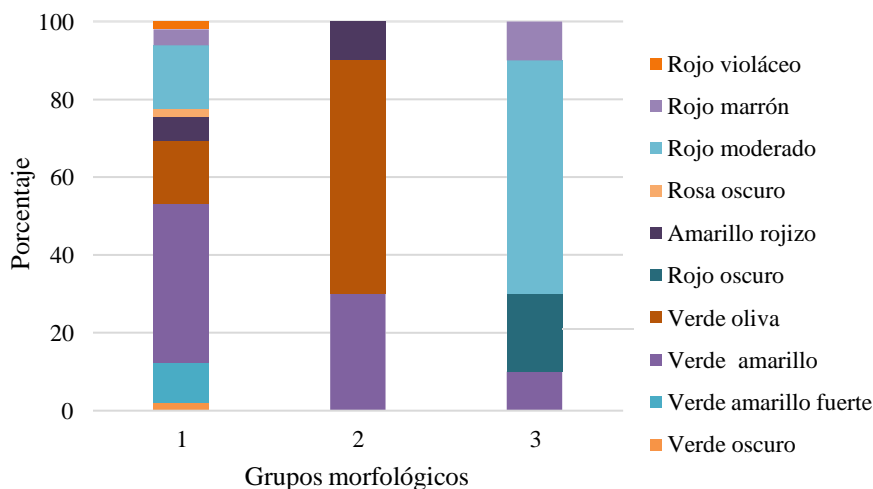


Figura 43. *Porcentaje color nervadura de hoja en grupos conformados*

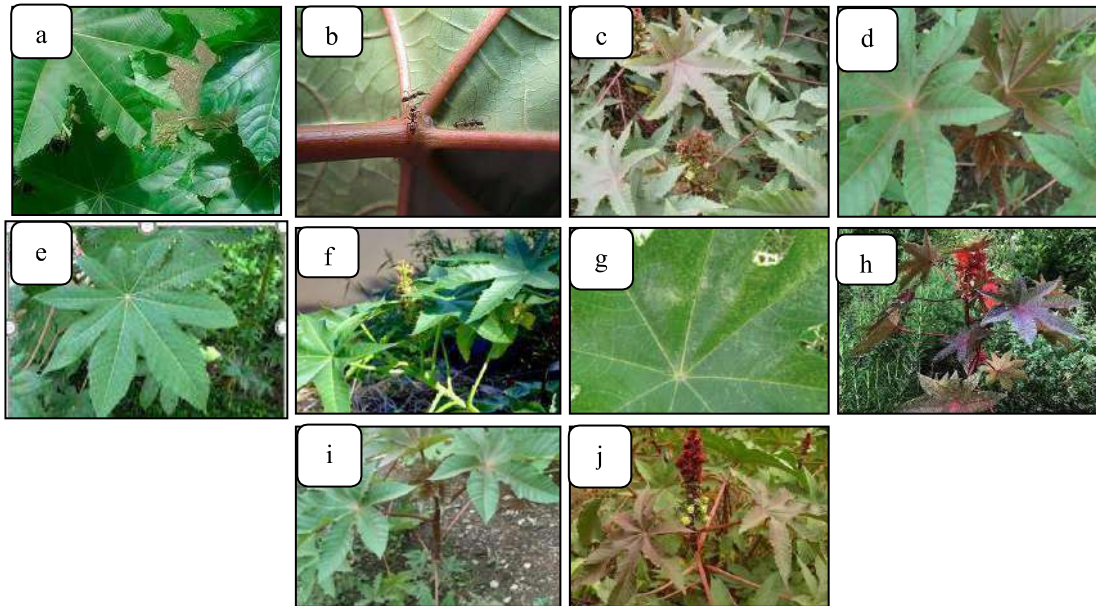


Figura 44. Estado de colores para el caracter nervadura de la hoja

- **Color de peciolo**

Con relación al grupo 1, los resultados muestran ocho de los nueve colores evaluados, con predominancia del b) rojo moderado (41 %), e) verde amarillo (18 %), g) rojo oscuro (16 %), i) rosa oscuro y a) púrpura con valores iguales del (8 %), h) verde pálido (4 %), verde amarillo fuerte y c) rojo marrón con el 2 % respectivamente y ausencia del g) color verde oliva (Fig. 46). El grupo 2 presentó seis de nueve colores: predominando el rojo oscuro(33 %), verde amarillo (27 %) y rojo moderado (25 %) con ausencia de verdepálido, rosa oscuroy púrpura. Finalmente, el grupo 3 presentó en todas sus accesiones elcolor rojo moderado (100 %). Estos datos evidencian mayor diversidad en colores en el peciolo de los grupos 1 y 2, en comparación con el grupo 3 (Fig. 45).

Miranda (2011) encontró colores que variaron entre violáceo 75 %, rojo 12.50 % y blanco verdoso 12.50 % en los materiales estudiados en Pucallpa, Perú. Estos resultados concuerdan con la mayor incidencia de varios tonos rojizos presentes en la colección caracterizada. Por otro lado, Kole y Rabinowicz (2019) sostienen que el peciolo de la higuierilla normalmente es verde pálido o rojizo, con dos glándulas nectíferas en la unióncon la lámina, dos glándulas en cada lado en la base de la izquierda y una o más glándulasen la superficie superior hacia la base de la hoja.

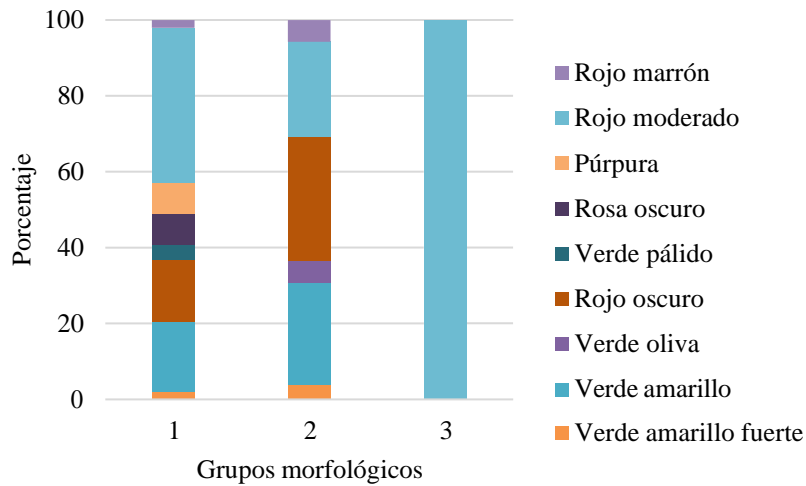


Figura 45. Porcentaje color peciolo en grupos conformados

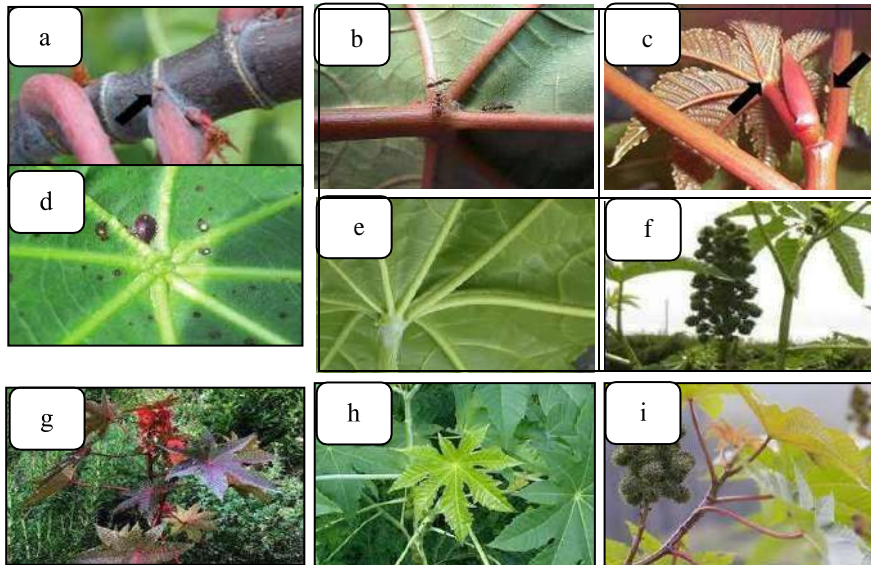


Figura 46. Estado de colores para el caracter peciolo

- ***Cera en peciolo***

Las accesiones evaluadas en el grupo 1 presentaron a) cera en peciolo (100 %) como se observa en la Figura 48. El grupo 3 presentó b) ausencia de cera para todas sus accesiones y el grupo 2 también presentó ausencia con el 92 % y presencia en el 8 % de la población. Los datos muestran que la presencia o ausencia de cera en peciolo (Fig. 47) se encuentra segmentada en la población de estudio, ya que se evidencia un grupo con presencia y dos grupos con ausencia. Tafolla, González, Tiznado, García y Báez (2013) afirman que la presencia de cera depende de factores genéticos, fisiológicos y ambientales; actúa como barrera que reduce la pérdida de agua y difusión de gases; evita acumulación de agua,

polvo e interacciones planta-insecto, brinda soporte mecánico y controla cambios de temperatura.

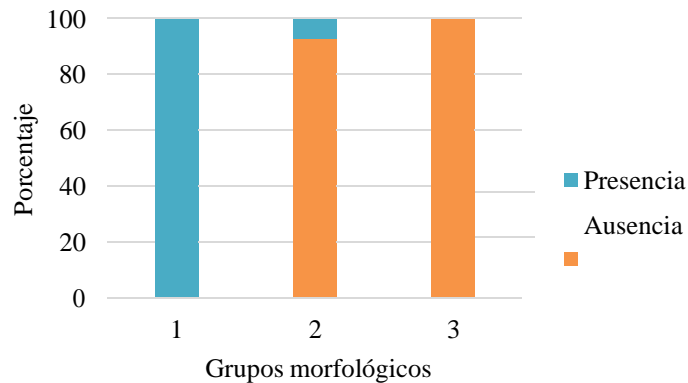


Figura 47. Porcentaje de cera en peciolo en grupos conformados

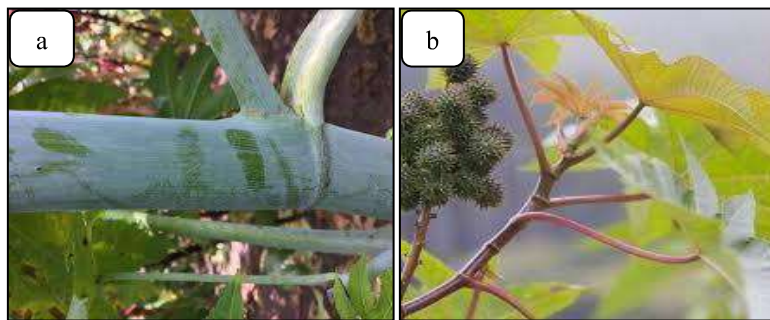


Figura 48. Cera en peciolo

- **Margen de lóbulo**

En el grupo 1, se obtuvo que el margen de lóbulo b) biserrado 1 predomina con el 57 %, seguido del margen a) serrado (27 %) y el c) biserrado 2 con el 16 % (Fig. 50). En el grupo 2 se observa al igual que en el grupo 1 predomina el margen de lóbulo biserrado 1 con el 71 %, serrado (15 %) y biserrado 2 (13 %). En el grupo 3 predomina el margen delóbulo cerrado con el 50 %, seguido del biserrado 2 (30 %) y biserrado 1 (20 %). Estos resultados muestran variabilidad del margen de lóbulo con presencia de todos los tipos en los tres grupos. Cabe destacar, que en los grupos 1 y 2 predomina el margen biserrado 1, en comparación con el grupo 3, donde prevalece el margen serrado (Fig. 49). Weiss (1983) menciona que los márgenes de las hojas de higuera son en la mayoría cerrados, no obstante, el tipo de margen que predominó es el biserrado.

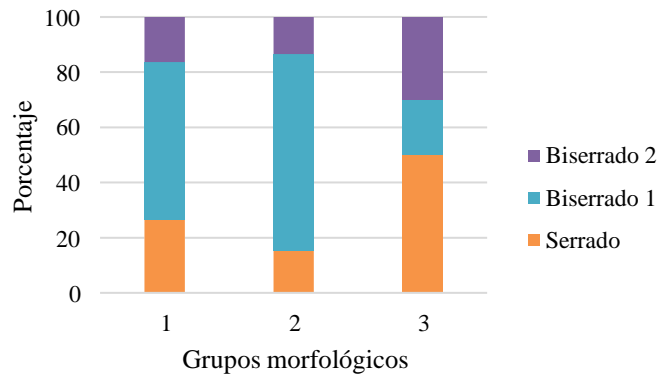


Figura 49. Porcentaje de margen de lóbulo en grupos conformados

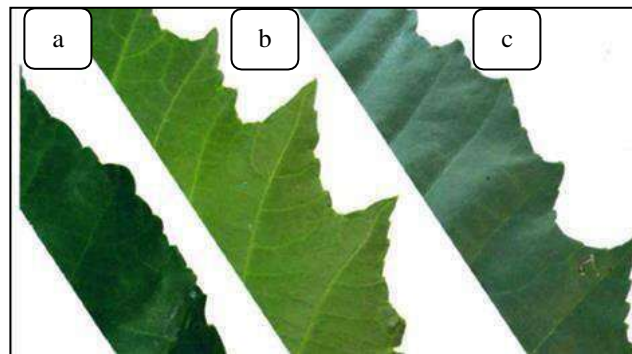


Figura 50. Margen del lóbulo

- **Color de tallo**

En relación con el grupo 1, se observó la presencia de ocho de 11 colores de tallo evaluados en la colección: a) púrpura (37 %), d) azul pálido y f) verde amarillo (18 %), j) verde pálido (10 %), b) rojo moderado (6 %), h) rojo oscuro y k) rosa oscuro (4 %), g) verde oliva con el 2 %, con ausencia de e) verde amarillo fuerte, i) amarillo rojizo y c) rojo marrón (Fig. 52). En el grupo 2 se obtuvieron cinco colores predominando el rojo oscuro (40 %), verde amarillo (30 %), verde amarillo fuerte, verde oliva y rojo marrón con porcentajes iguales del 10 %. Finalmente, el grupo 3 presentó en todas las accesiones (100 %) el color rojo oscuro. Estos datos demuestran la mayor variabilidad en el color de tallo para los grupos 1 y 2, con respecto al grupo 3 (Fig. 51).

Resultados similares fueron reportados por Andrade (2015) que encontró valores de 50 % rojo y 40 % verde en color de tallo, procedentes de las provincias de Imbabura y Carchi. Así mismo, Armendáriz (2012) obtuvo tallos color verde con 52.38 % y rojo con 38.09

%, oriundo de México. Mientras que, Miranda (2011) realizó un estudio en Perú y reportó colores de tallo verde con 43.75 %, violáceo 37.50 %, rojo 12.50 % y morado 6.25 %.

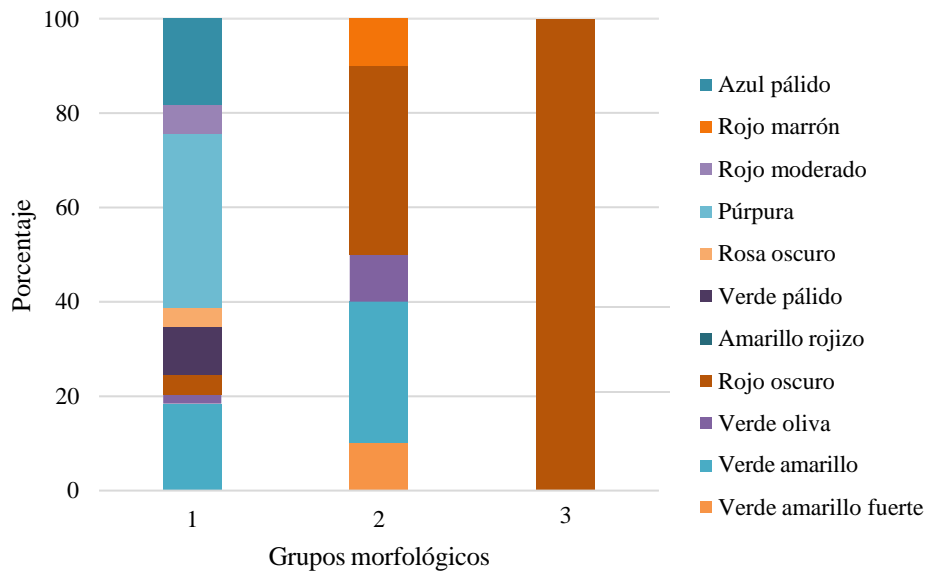


Figura 51. Porcentaje de color de tallo en grupos conformados

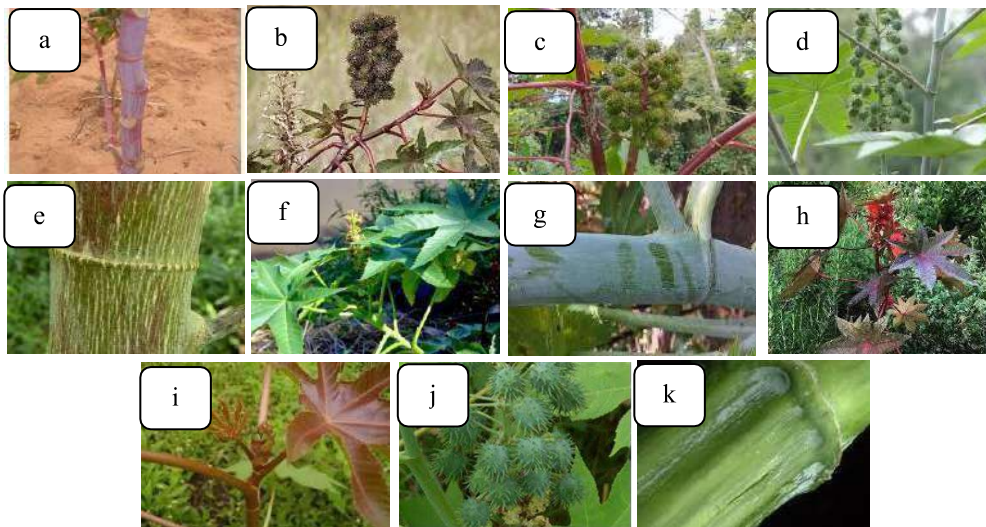


Figura 52. Estado de colores para el caracter tallo

- **Cera en tallo**

De acuerdo con los resultados para este descriptor en los grupos conformados, se obtuvo que todas las accesiones evaluadas en el grupo 1 presentan b) cera en tallo (100 %) como se observa en la Figura 54. El grupo 3 presentó a) ausencia de cera para todas sus accesiones y el grupo 2 también presentó ausencia con el 83 % y presencia en el 17 % de

las accesiones. Los datos muestran que la presencia o ausencia de cera en tallo se encuentra segmentada en la población de estudio, ya que se evidencia un grupo con presencia y dos grupos con ausencia, sin embargo, existe la particularidad que en uno de los grupos con ausencia de cera se observa un porcentaje menor con presencia de cera (Fig. 53).

Guerrón y Meneses (2009) afirman que las características correspondientes a color de tallo, forma y presencia de cera son importantes para diferenciar los cultivares. Cornejo y Estrada (2012) destacan que la presencia de cera en la superficie de las hojas, los tallos y los frutos funcionan como agentes protectores.

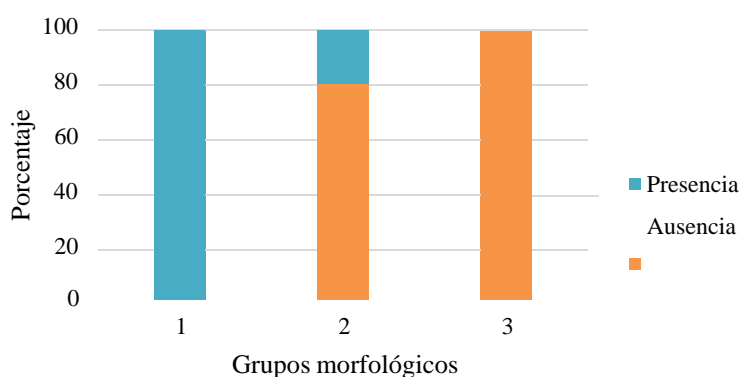


Figura 53. Porcentaje cera en tallo en grupos conformados

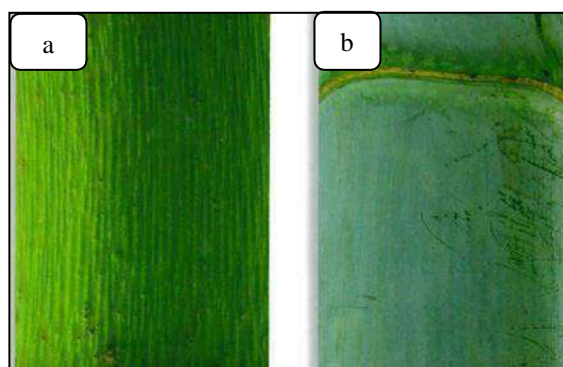


Figura 54. Cera en tallo

- **Color de fruto**

Con referencia al descriptor color de fruto, las accesiones pertenecientes al grupo 1 presentan ocho de nueve colores evaluados: d) verde amarillo (59 %), g) amarillo rojizo (20 %), a) verde oscuro (6 %), e) verde oliva y c) azul pálido (4 %), h) verde pálido, i

rosa oscuro y b) purpura con porcentajes iguales del 2 %, con ausencia del color f) rojo oscuro (Fig. 56). El grupo 2 y 3 presentan cuatro de nueve colores, siendo los colores predominantes para el grupo 2: verde oliva (38 %), verde amarillo (33 %) y amarillo rojizo (27 %). Para el grupo 3 el color predominante es el amarillo rojizo con el 50 % y ausencia del verde oscuro. Cabe mencionar, que la ausencia de verde oscuro, verde pálido, rosa oscuro, purpura y azul pálido se da tanto para los grupos 2 y 3.

Los resultados evidencian mayor variabilidad en el grupo 1 en comparación con los otros grupos como se muestra en la Figura 55. Resultados similares presentó Miranda (2011) que obtuvo en la colección colores de fruto: verde (55 %), verde claro, rojo, marrón violáceo y verde violáceo con el 11.11 % en todos los colores, procedente de Perú.

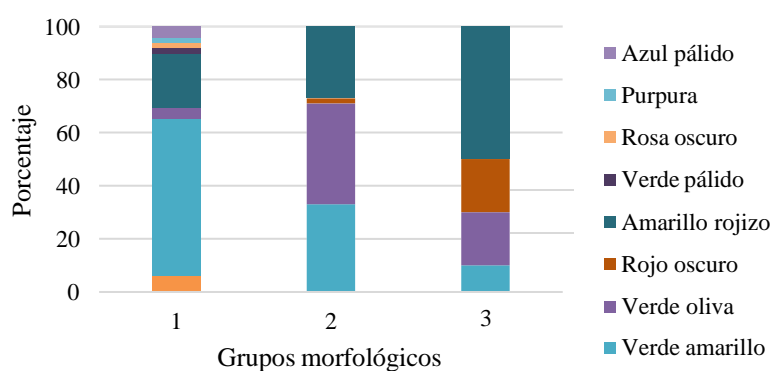


Figura 55. Porcentaje color de fruto en grupos conformados



Figura 56. Estado de colores para el caracter fruto

4.1.2.3. Variabilidad morfológica caracteres cuantitativos no significativos

Los caracteres cuantitativos que no se consideraron fueron: número de lóbulo de hoja joven, longitud del peciolo, longitud del racimo, número de semillas por racimo, inicio de floración e inicio de floración femenina y masculina. Para definir la variabilidad de datos de los descriptores cuantitativos de la higuera (*Ricinus communis* L.), se empleó la media aritmética y el coeficiente de variación (CV) para los 18 caracteres cuantitativos establecidos por Avendaño y Zamarripa (2012).

Franco e Hidalgo (2003) señalan que los CV mayores al 50 % indican alta variabilidad en la especie y los CV menores al 20 % muestran una variación menor y datos más homogéneos. El descriptor peso de 100 semillas (D29) presentó un CV de 67 %, siendo el carácter con más influencia, mientras que, el descriptor número de lóbulo de hoja joven (D18) mostró menor variabilidad con un CV de 8.31 %. Estos resultados concuerdan con Mazzani y Rodríguez (2009) quienes afirman que la variación más importante se obtuvo para caracteres relacionados con racimos, peso de semilla en 100 frutos y peso de 100 semillas. Así mismo, Solera et al. (2014) obtuvieron que los descriptores que más aportaron en la variabilidad fueron, largo y ancho de semilla, peso de semilla y longitud del racimo.

- ***Número de lóbulos hoja joven***

El número de lóbulos de hoja joven osciló entre siete y 10 unidades, como se muestra en la Tabla 9. Las hojas con menor número de lóbulos se encontraron en las provincias de Chimborazo (UCE-029) y Manabí (UCE-197). Las accesiones de mayor número proceden de cinco provincias que son: Cotopaxi (UCE-001, UCE-002, UCE-003), Chimborazo (UCE-036, UCE-044, UCE-045, UCE-046), Azuay (UCE-143, UCE-146, UCE-149), El Oro (UCE-177) y Manabí (UCE-192, UCE-201).

Kole y Rabinowicz (2019) señalan que las hojas de ricino son simples, de tamaño pequeño a grande y palmeadas con siete a 11 lóbulos y los genotipos difieren en el tamaño y el número de hojas, influenciados por factores ambientales como la estación, tipo de suelo y estrés hídrico. Miranda (2011) reportó valores similares entre siete a 11 lóbulos con promedio de nueve lóbulos procedentes del Perú, que coinciden con el rango obtenido.

Tabla 9. *Evaluación del descriptor número de lóbulos hoja joven*

Código	Descriptor	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Valor mínimo	Valor máximo
D18	Número de lóbulos hoja joven	8.61	0.72	8.31	7.00	10.00

- **Longitud del peciolo**

La longitud del peciolo fluctuó entre 23.95 y 61 cm, provenientes de las provincias de Tungurahua (UCE-023) y Manabí (UCE-203) respectivamente. Se obtuvo una longitud promedio del peciolo de 44.53 cm (Tabla 10). Kole y Rabinowicz (2019) afirman que el peciolo es fistular de 8 a 50 cm de largo, valores que se encuentran dentro del rango mencionado.

Tabla 10. *Evaluación del descriptor longitud del peciolo*

Código	Descriptor	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Valor mínimo	Valor máximo
D19	Longitud de peciolo (cm)	44.53	7.47	16.78	23.95	61.00

- **Longitud del racimo**

La longitud del racimo fluctuó entre 22.13 y 86.67 cm, con una media de 48.74 cm. Estos materiales son procedentes de la provincia de Manabí; racimo corto (UCE-182) y racimo largo (UCE-183) para ambos casos respectivamente como se muestra en la Tabla 11. Resultados similares reportaron Mazzani y Rodríguez (2009) con valores que fluctúan entre 22.14 a 55.90 cm y promedio de 36.90 cm procedente de Venezuela. A diferencia de otros autores que presentan valores dentro del rango con promedios de longitud inferiores de racimos como: Machado, Suárez y Alfonso (2012) con valores que oscilan entre 17.90 a 25.10 cm y promedio 20.28 cm procedente de Cuba. Así mismo, Solís et al. (2016) con rangos que oscilan entre 16.60 a 49.90 cm y promedio de 24.93 cm de longitud de racimo oriundo de México.

Tabla 11. *Evaluación del descriptor longitud del racimo*

Código	Descriptor	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Valor mínimo	Valor máximo
D22	Longitud del racimo (cm)	48.74	13.65	28.01	22.13	86.67

- **Número de semillas por racimo**

El número de semillas por racimo fluctuó entre 106 y 1 072 unidades, con una media de 422 como se muestra en la Tabla 12. Estos materiales son procedentes de la provincia de Manabí; menor número de semillas (UCE-196) y mayor número de semillas por racimo (UCE-170) para ambos casos respectivamente. Resultados similares dentro del rango obtenido fueron reportados por Machado, Suárez y Alfonso (2012) con valores que oscilan entre 102 a 429 unidades y promedio de 228 semillas por racimo procedente de Cuba. Así mismo, Mazzani y Rodríguez (2009) obtuvieron valores que fluctúan entre 72a 416 y promedio de 179 originario de Venezuela.

Solís et al. (2016) reportaron un rango que osciló entre 54 a 313 y media de semillas por racimo de 111 materiales procedentes de Montecillo-México. Mientras que, Barrios et al. (2013) reportaron valores superiores en comparación con los mencionados, que oscilan entre 619 a 1 482 con una media de 904 unidades, oriunda de Morelos-México.

Tabla 12. Evaluación del descriptor número de semillas por racimo

Código	Descriptor	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Valor mínimo	Valor máximo
D23	Número de semillas por racimo	421.76	192.92	45.74	106	1 072

- **Inicio de floración**

El inicio de floración varió entre 81 y 145 días, obteniendo un promedio de 107 días al inicio de la floración como se evidencia en la Tabla 13. La accesión con inicio de floración más temprana se ubica en la provincia de Manabí (UCE-200). Mientras que los materiales de floración tardía se encuentran en las provincias de Cotopaxi (UCE-001, UCE-009), Tungurahua (UCE-020), y Chimborazo (UCE-033). Estos resultados concuerdan con Solís et al. (2016) quienes obtuvieron un promedio de 113 días de floración en materiales originarios de Montecillo, México. Así mismo, Armendáriz (2012) presentó inicios de floración entre 57 a 110 días procedentes de Chihuahua, México. Por otro lado, Barrios (2013) obtuvo menos días a la floración oscilando entre 40 a 72 días en las accesiones procedentes de Morelos-México.

- ***Inicio floración masculina***

El inicio de floración masculina varió entre 96 y 159 días, obteniendo un promedio de 121 días para este descriptor como se evidencia en la Tabla 13. Las accesiones con inicio de floración masculina más temprana se ubican en las provincias de Manabí (UCE-199, UCE-200,). Mientras que el material con inicio de floración masculina tardía se encuentra en la provincia de Tungurahua (UCE-020). Kole y Rabinowicz (2019) sostienen que las flores son unisexuales, siendo las masculinas estaminadas y las femeninas pistiladas las cuales nacen en la misma inflorescencia; las flores masculinas se encuentran en la base entre tres y 16 filas las cuales representan del 50 a 70 %.

- ***Inicio floración femenina***

El inicio de floración femenina varió entre 101 y 173 días, obteniendo un promedio de 136 días para este descriptor como se evidencia en la Tabla 13. La accesión con inicio de floración más temprana y tardía se ubican en la provincia de Tungurahua para ambos casos; floración femenina temprana: (UCE-013), floración femenina tardía: (UCE-020). Sin embargo, se evidencia un material adicional con inicio de floración tardía en la provincia de Cotopaxi (UCE-001). Kole y Rabinowicz (2019) afirman que las flores femeninas nacen en la parte superior conformando entre uno a siete cimbras las cuales representan del 30 al 50 %.

Tabla 13. *Evaluación inicio de floración femenina*

Código	Descriptor	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Valor mínimo	Valor máximo
D30	Inicio de floración (días)	106.75	12.73	11.93	81.00	145.00
D31	Inicio de floración masculina (días)	121.41	13.14	10.82	96.00	159.00
D32	Inicio de floración femenina (días)	135.66	13.46	9.92	101.00	173.00

4.1.2.4. Variabilidad morfológica caracteres cualitativos no significativos

Los descriptores cualitativos que no aportaron en una estructuración óptima del dendrograma fueron: color de hoja madura, traslape del lóbulo de la hoja, forma del racimo, forma o apéndice de la cápsula y color de semilla, que se detallan a continuación:

- **Color de hoja madura**

Los resultados obtenidos del análisis del descriptor color de hoja madura se presentan en tres categorías: verde oliva en 101 accesiones con el 91 %, amarillo rojizo en siete accesiones con el 6 % y verde amarillo en tres accesiones con el 3 % (Fig. 57). Weiss (1983) aseveran que la longitud y el color de esta especie varían desde verde, rojo hasta morado. Por otro lado, Camacho (2012) sostiene que el color varía en función de la variedad.

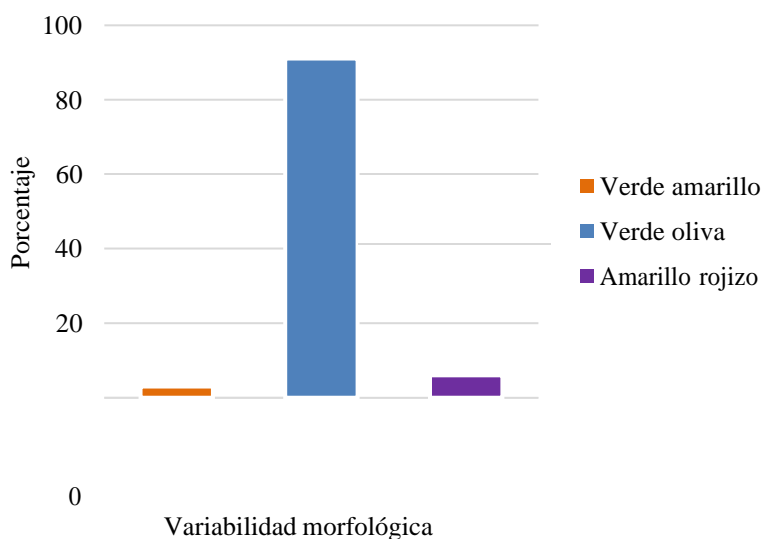


Figura 57. Frecuencia relativa color de hoja madura

- **Traslape del lóbulo de la hoja**

Los resultados obtenidos del análisis del caracter traslape del lóbulo de hoja se presentan en cuatro categorías: siendo el traslape abierto el más representativo ubicando a 89 accesiones, representando el 80 %, a su vez se observa un equilibrio en los traslapes cerrado y ligeramente superpuestos con presencia en nueve accesiones y porcentajes iguales del 9 % respectivamente. Finalmente se evidencia al traslape muy superpuestos en menor proporción presente en dos accesiones y representa del 2 % (Fig. 58). Kawamura y Takeda (2002) sostienen que el traslape de la hoja juega un papel esencial en la capturar luz y autosombrío, lo cual incide en la tasa de crecimiento y por ende la producción de biomasa.

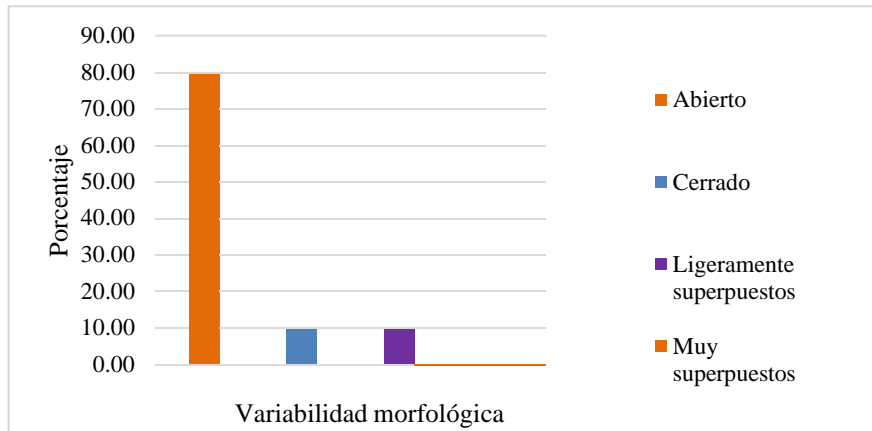


Figura 58. Frecuencia relativa traslape del lóbulo de hoja

- **Forma del racimo**

Los resultados obtenidos del análisis del carácter forma del racimo se presentan en tres categorías, siendo la forma cónica la más representativa, en 56 accesiones con el 50 %; seguida de la forma cilíndrica en 31 accesiones con 28 % y finalmente la forma circular en 24 materiales con el 22 % (Fig. 59). Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Mazzani y Rodríguez (2009) que desarrollaron un estudio en Venezuela y reportaron que la colección en su mayoría presentó accesiones con racimos de forma cónica (62 %), seguido por racimos de forma globosa (15 %) y cilíndrica (15 %) y solo una accesión presentó forma cónica intermedia (8 %).

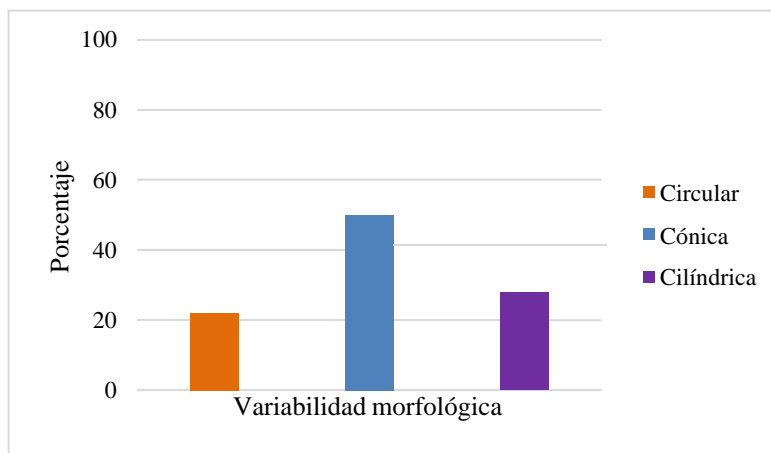


Figura 59. Frecuencia relativa forma del racimo

- **Forma de la cápsula**

Los resultados obtenidos del análisis del carácter forma de cápsula se presentan en dos categorías, siendo la forma redonda la más representativa, en 98 accesiones con el 88 % y la forma elíptica aplanada en 13 accesiones con 12 % (Fig. 60). Estos resultados se corroboran con los reportados por Cruz, García, Márquez y López (2012) que obtuvieron cápsulas de forma esférica y elipsoide en los materiales de higuierilla evaluados, procedentes de México.

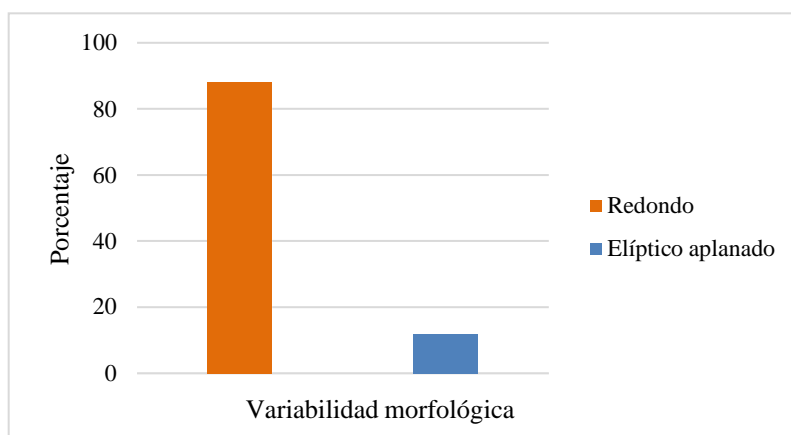


Figura 60. Frecuencia relativa forma de la cápsula

- **Color de la semilla**

Los resultados obtenidos del análisis del descriptor color de semilla se presentan en cinco categorías, predominando la población de color gris vetado en 58 accesiones con el 52.25 %, seguido del café vetado en 33 accesiones con el 29.73 %, negro semi vetado en 13 accesiones con el 11.71 %, crema semi vetado en cinco accesiones con el 4.50 % y finalmente el negro vetado en dos accesiones con el 1.80 % (Fig. 61). Estos resultados coinciden con las tonalidades de semilla presentados por Solís et al. (2016) que reportaron color crema vetado con 63.64 %, café vetado 27.27 % y gris vetado 9.10 %, procedentes de México.

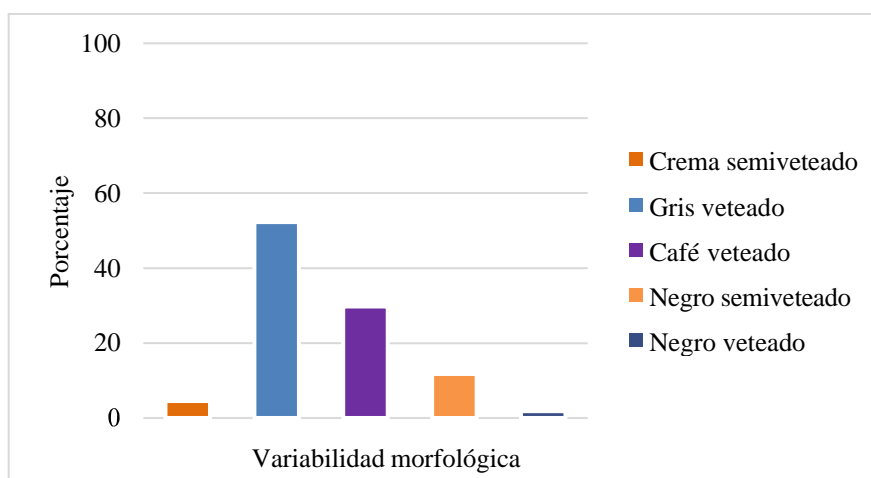


Figura 61. Frecuencia relativa color de semilla

4.1.3. Identificación de morfotipos por grupos

Los resultados de análisis del agrupamiento jerárquico de Ward arrojaron tres grupos de entradas, de los cuales se identificaron nueve morfotipos. Se describen las características de cada morfotipo identificado por grupo.

Grupo 1: Con respecto a este grupo se determinaron tres morfotipos (M1, M2 y M3) y se describen a continuación:

Morfotipo 1. Se encuentra conformado por 16 materiales: UCE-199, UCE-196 UCE-209, UCE-194, UCE-150, UCE-162, UCE-031, UCE-013, UCE-167, UCE-164, UCE-047, UCE-024, UCE-160, UCE-015, UCE-197, UCE-010. Las características más dominantes que presentaron son: hábito de crecimiento matorral, color verde amarillo en hoja joven, nervadura, peciolo y tallo; presencia de cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo biserrado 2 y fruto a) color amarillo rojizo (Fig. 62).

Morfotipo 2. Se encuentra conformado por 21 materiales: UCE-161, UCE-143, UCE-097, UCE-158, UCE-142, UCE-074, UCE-032, UCE-011, UCE-048, UCE-018, UCE-033, UCE-009, UCE-159, UCE-151, UCE-147, UCE-138, UCE-008, UCE-026, UCE-007, UCE-039, UCE-002. Las características más predominantes que mostraron son: hábito de crecimiento ramificado, color de hoja joven verde oliva, color nervadura verde amarillo, color peciolo rojo moderado, presencia de cera en tallo y peciolo, margen de

lóbulo biserrado 2, color de tallo azul pálido y color de fruto b) verde amarillo (Fig. 62).

Morfotipo 3. Se encuentra conformado por 17 accesiones: UCE-040, UCE-149, UCE-153, UCE-095, UCE-016, UCE-157, UCE-177, UCE-146, UCE-179, UCE-053, UCE-041, UCE-029, UCE-145, UCE-021, UCE-020, UCE-003, UCE-001. Las características más predominantes que reportaron son: hábito de crecimiento ramificado, color de hoja joven rojo oscuro, color nervadura y peciolo rojo moderado, presencia cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo serrado, color de tallo purpura y color de fruto c) verde pálido (Fig. 62).

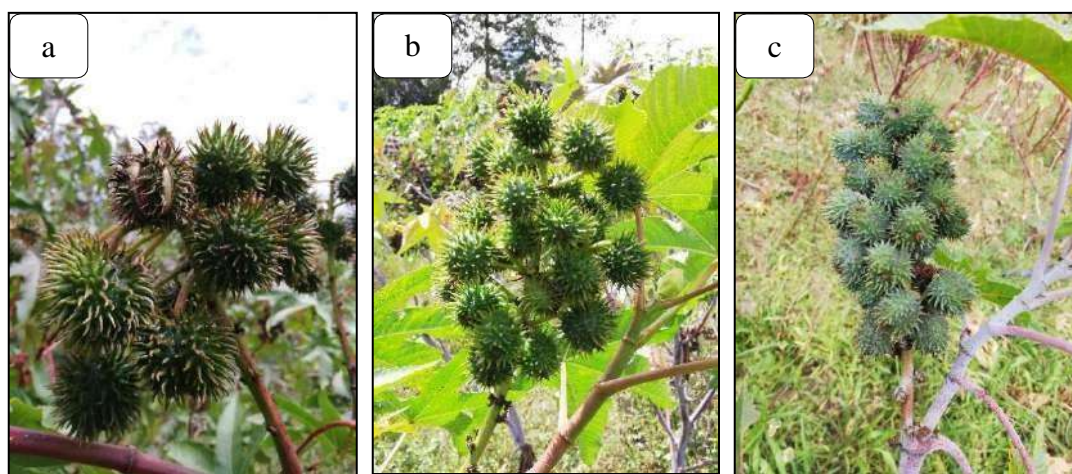


Figura 62. Morfotipos grupo 1

Grupo 2. Este grupo se conforma por tres morfotipos (M4, M5 y M6) y se describen a continuación:

Morfotipo 4: Se encuentra conformado por 15 accesiones: UCE-219, UCE-182, UCE-222, UCE-204, UCE-184, UCE-206, UCE-180, UCE-193, UCE-198, UCE-192, UCE-181, UCE-200, UCE-178, UCE-207, UCE-174. Las características más predominantes que presentaron son: hábito de crecimiento matorral, color de hoja joven, peciolo y tallo rojo oscuro; color nervadura verde oliva, ausencia de cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo biserrado 1 y color de fruto a) verde oliva (Fig. 63).

Morfotipo 5: Se encuentra conformado por 12 materiales: UCE-215, UCE-210, UCE-223, UCE-221, UCE-216, UCE-208, UCE-169, UCE-211, UCE-154, UCE-217, UCE-176, UCE-152. Las características más predominantes que mostraron son: hábito de crecimiento matorral, color hoja joven rojo marrón, color nervadura verde oliva, color

peciolo rojo moderado, ausencia de cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo biserrado 2; color de tallo rojo oscuro y color de fruto b) verde amarillo (Fig. 63).

Morfotipo 6: Se encuentra conformado por 20 accesiones: UCE-203, UCE-214, UCE-173, UCE-183, UCE-213, UCE-168, UCE-205, UCE-202, UCE-201, UCE-155, UCE-148, UCE-028, UCE-170, UCE-023, UCE-175, UCE-171, UCE-144, UCE-118, UCE-045, UCE-019. Las características más predominantes que reportaron son: hábito de crecimiento ramificado, color verde amarillo en hoja joven, nervadura, peciolo y tallo; ausencia de cera en tallo y peciolo; margen de lóbulo biserrado 1 y color de fruto c) amarillo rojizo (Fig. 63).



Figura 63. Morfotipos grupo 2

Grupo 3. Este grupo se conforma por tres morfotipos (M7, M8 y M9) 62 y se describena continuación:

Morfotipo 7: Se encuentra conformado por dos materiales: UCE-038, UCE-014. Las características más predominantes que presentaron son: hábito de crecimiento erecto, color de hoja joven verde oliva, color de nervadura y peciolo rojo moderado, ausencia de cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo biserrado 1, color de tallo rojo oscuro y color de fruto a) verde oliva (Fig. 64).

Morfotipo 8: Se encuentra conformado por cuatro materiales: UCE-044, UCE-034, UCE-027, UCE-017. Las características más predominantes que mostraron son: hábito de crecimiento erecto, color de hoja joven verde oliva, color de nervadura y peciolo rojo

moderado, ausencia de cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo biserrado 2, color de tallo y fruto b) rojo oscuro (Fig. 64).

Morfotipo 9: Se encuentra conformado por cuatro accesiones: UCE-043, UCE-036, UCE-046, UCE-012. Las características más predominantes que reportaron son: hábito de crecimiento erecto, color de hoja joven verde oliva, color de nervadura y peciolo rojo moderado, ausencia de cera en tallo y peciolo, margen de lóbulo serrado, color de tallo rojo oscuro y color de fruto c) amarillo rojizo (Fig. 64)..

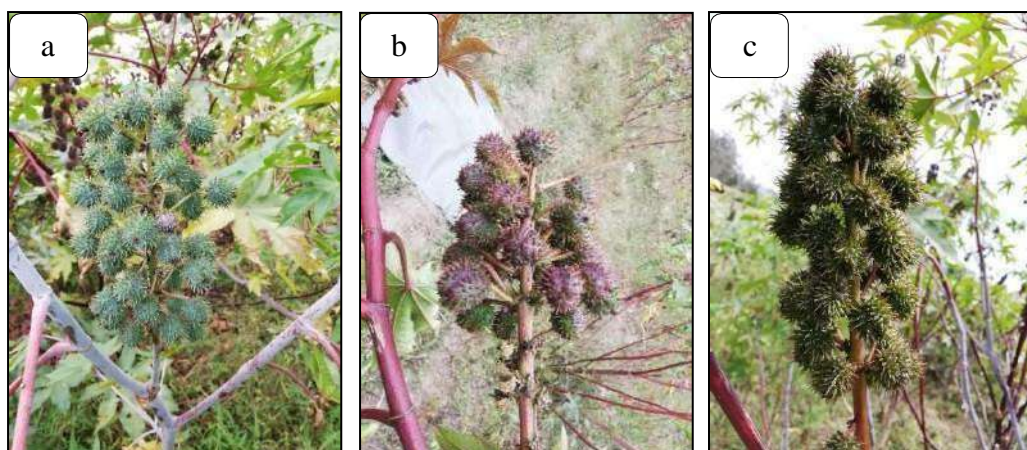


Figura 64. Morfotipos grupo 3

4.2. Identificación de materiales promisorios relacionados con variables agronómicas de la higuerilla (*Ricinus communis* L.)

La caracterización morfoagronómica de higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el presente estudio, permitió obtener materiales promisorios a partir de caracteres que sobresalieron en las diferentes estructuras vegetales de la planta, relacionados al peso de 100 semillas, tamaño de semilla, altura de planta, longitud de racimo e inicio de floración, que se identificaron de forma grupal (Tabla 14).

Tabla 14. *Materiales promisorios identificados*

Grupo -	Descriptorios agronómicos									
Accesión	AP (cm)	LR (cm)	NS R	IF (días)	LC (cm)	AC (cm)	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	PCS (g)
G1 UCE-194	150.00	36.17	196	99	2.35	2.58	1.54	1.17	0.72	60.00
UCE-196	96.10	25.50	106	84	2.78	3.06	1.75	1.35	0.81	96.33
UCE-199	98.50	30.25	144	87	3.27	3.44	1.89	1.40	0.80	101.50
G2 UCE-182	193.25	22.13	147	114	3.16	3.07	1.82	1.44	0.84	100.25

Grupo - Accesión	Descriptores agronómicos									
	AP (cm)	LR (cm)	NS R	IF (días)	LC (cm)	AC (cm)	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	PCS (g)
UCE-193	154.00	24.67	133	102	2.83	3.00	1.80	1.43	0.81	94.33
UCE-198	219.00	58.33	280	114	2.94	2.60	1.98	1.20	0.76	78.33
G3 UCE-012	197.00	54.25	698	114	2.10	2.01	1.28	0.78	0.53	28.00
UCE-038	164.33	69.67	355	102	2.10	1.92	1.30	0.79	0.54	31.00
UCE-046	200.25	65.25	572	114	1.97	1.87	1.15	0.71	0.49	25.00

AP: altura de planta, LR: longitud del racimo, NSR: número de semillas por racimo, IF: inicio de floración, LC: longitud de cápsula, AC: ancho de cápsula, LS: longitud de semilla, AS: ancho de semilla, ES: espesor de semilla, PCS: peso de 100 semillas.

Grupo 1. Las accesiones UCE-194, UCE-196 y UCE-199 presentaron las mejores características agronómicas (Tabla 14), procedentes de la provincia de Manabí. La UCE-196 y UCE-199 presentaron menor altura de planta entre 96 y 98 cm, lo cual se relaciona con menor tiempo de inicio de floración (84 a 87 días), mayor tamaño y peso de 100 semillas entre 96 y 101 g. Cabe mencionar, que la accesión UCE-194 mostró mayor longitud de racimo, sin embargo, no presentó mayor peso y tamaño de semilla, por lo cual estos descriptores no guardan relación entre estas accesiones.

Grupo 2. Las accesiones UCE-182, UCE-193 y UCE-198 reportaron las mejores características agronómicas (Tabla 14), procedentes de la provincia de Manabí. La UCE-193 presentó menor altura de planta (154 cm), lo cual se relaciona con el menor tiempo de inicio de floración (102 días) y peso de 100 semillas (94 g), valor cercano al superior (100 g) presentado por la UCE-182. Cabe mencionar, que la accesión UCE-198 mostró mayor longitud de racimo, altura de plantas y menor peso de semilla, por lo cual estos descriptores no se relacionan entre sí, con respecto a estos materiales.

Grupo 3. Se identificaron tres accesiones UCE-012, procedente de Loja, UCE-038 y UCE-046 procedentes de la provincia de Chimborazo, como materiales promisorios que mostraron mejores características agronómicas (Tabla 14). La UCE-038 presentó menor altura de planta (164 cm), lo cual se relaciona con el menor tiempo de inicio de floración (102 días), mayor longitud de racimo y mayor peso de 100 semillas (31 g). A diferencia de las accesiones UCE-012 y UCE-046 que presentan mayor altura de planta, que se relaciona con menor tamaño y peso de semilla.

Los resultados de los materiales promisorios de los tres grupos mostraron que las accesiones del grupo 1 y 2 procedentes de la provincia de Manabí, no guardan relación entre altura de planta, longitud de racimo, peso y tamaño de semilla. Sin embargo, en los

materiales del grupo 3, procedentes de la provincia de Loja y Chimborazo se evidencia estrecha relación entre los descriptores mencionados anteriormente.

Dueñas y Uscocovich (2012) obtuvieron líneas promisorias de higuera con longitudes de racimo de 60.50 cm en la accesión INIAP L.053. El material INIAP L.051 resultó ser el más precoz con 32 días al inicio de la floración y 200 semillas en el racimo principal en el material INIAP L.046 procedentes de la provincia de Manabí. Estos resultados se corroboran con el grupo 2 y 3 que presentan rangos similares con respecto a la longitud del racimo. Así mismo, el número de semillas por racimo mostraron valores dentro de los rangos del grupo 1 y 2, mientras que, los días a la floración son inferiores con respecto a los obtenidos.

Por otro lado, Barrios et al. (2013) encontraron materiales elite de higuera que presentaron 40 días al inicio de floración y los más tardíos 72 días. El mayor diámetro de tallo fue de 8.30 cm, frutos más anchos y mayor longitud de 2.70 y 2.80 cm. Estos resultados presentan similitud con respecto al tiempo de inicio de floración, ancho y longitud del fruto o cápsula en comparación con los rangos obtenidos del grupo 1, no obstante, el diámetro del tallo presentó valores superiores con respecto a los tres grupos.

4.3. Propuesta de líneas de trabajo con base al uso de la higuera (*Ricinus communis* L.)

Los resultados de las propuestas de líneas de trabajo con base al uso de higuera como eje estratégico al aporte de la política pública del Ecuador se presentan en cuatro secciones: 1. Eje social, 2. Eje económico, 3. Eje ambiental y 4. Eje cultural con base a los instrumentos legales tanto nacionales e internacionales como: Constitución de la República de Ecuador (2008), Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Ecuador (CNP, 2017), Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017), Reglamento Autorización Comercialización de Mezclas de Bicomponentes (2010) y Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2016) que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Resumen de instrumentos de política pública que orientan las propuestas

Ejes	Instrumentos				
	Constitución	Nacionales			Internacional
		PND	LOASYFAS	RAYCMC	ODS
Social	Art. 14, Art. 15, Art. 57, Art. 281, Art. 400, Art. 395	Objetivo 3 Políticas: 3.4, 3.5 Objetivo 6 Políticas: 6.1, 6.5, 6.7	Art. 1, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 7, Art. 10, Art. 14, Art. 18, Art.48, Art. 50	Art. 1, Art. 2, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 19, Art. 20	Objetivo 2 Metas: 2.3, 2.5 Objetivo 15 Metas: 15.2, 15.4, 15.5, 15.6, 15.9
Económico	Art. 281, Art. 400, Art. 395	Objetivo 3 Políticas: 3.4, 3.5 Objetivo 6 Políticas: 6.1, 6.5	Art. 1, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 7, Art. 10, Art. 14, Art. 18, Art.48, Art. 50	Art. 1, Art. 2, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 19, Art. 20	Objetivo 2 Metas: 2.3, 2.4, 2.5 Objetivo 15 Metas: 15.2, 15.4, 15.6, 15.9
Ambiental	Art. 14, Art. 15, Art. 57, Art. 281, Art. 400, Art. 395	Objetivo 3 Políticas: 3.4, 3.5 Objetivo 6 Políticas: 6.5, 6.7	Art. 1, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 7, Art. 10, Art. 14, Art. 18, Art.48, Art. 50	Art. 1, Art. 2, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 19, Art. 20	Objetivo 2 Metas: 2.3, 2.4, 2.5 Objetivo 15 Metas: 15.2, 15.4, 15.5, 15.6, 15.9
Cultural	Art. 281, Art. 400, Art. 395	Objetivo 2 Política 2.7 Objetivo 3 Política 3.4, 3.5 Objetivo 6 Políticas: 6.1, 6.5, 6.7	Art. 1, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 7, Art. 10, Art. 14, Art. 18, Art.48, Art. 50	Art. 1, Art. 2, Art. 4, Art. 5, Art. 6, Art. 19, Art. 20	Objetivo 2 Metas: 2.3, 2.5 Objetivo 15 Metas: 15.2, 15.4, 15.5, 15.6, 15.9

PND: Plan Nacional de Desarrollo, LOASYFAS: Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable, RAYCMC: Reglamento Autorización Comercialización de Mezclas de Bicomponentes, ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

4.3.1. Eje social

La Tabla 16 presenta las propuestas de líneas de trabajo con base al uso de higuera en relación con el eje social.

Tabla 16. Eje social: Líneas de trabajo con base al uso de higuera

Eje	Propuestas
Social	<ul style="list-style-type: none"> Promover la participación activa de los actores involucrados en el agro y comunidad en general a conformar organizaciones productoras de semilla de higuera, orientados a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Fomentar programas de capacitación sobre la importancia de la conservación del patrimonio genético y uso de la agrobiodiversidad con énfasis en la higuera como una alternativa sostenible de la labor agrícola.

La Constitución del Ecuador (2008) en su Art. 57 promueve la participación de la comunidad en programas orientados a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. El Plan Nacional de Desarrollo (CNP, 2017) en el objetivo 6, política 6.7 propone la participación plural con enfoque de género en el manejo de recursos naturales para lograr el Buen Vivir Rural. La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017) establece en el Art. 4 los principios de interculturalidad, solidaridad, participación y equidad social de género y generacional.

Así mismo, como lineamiento de política pública establece implementar programas de capacitación sobre la importancia de la conservación y uso de la agrobiodiversidad (Art. 6) e impulsar la conformación de organizaciones productoras de semilla (Art. 7), así como la participación del agricultor en los beneficios de políticas públicas relacionadas al manejo sustentable de la agrobiodiversidad (Art. 10).

Finalmente, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establece en el Objetivo 15, meta 15.6 promover la participación justa y equitativa en los beneficios procedentes del uso de los recursos genéticos (UNESCO, 2016). Saltos et al. (2013) señalan que la higuierilla es un cultivar rentable y generadora de empleo en el sector agrícola, por considerarse una planta xerófila y heliófila, debido a la capacidad de adaptación a ambientes áridos y amante del sol.

4.3.2. Eje económico

La Tabla 17 presenta las propuestas de líneas de trabajo con base al uso de higuierilla en relación con el eje económico.

Tabla 17. *Eje económico: Líneas de trabajo con base al uso de higuierilla*

Eje	Propuestas
Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="478 1603 1318 1738">• Impulsar el emprendimiento en el sector agrícola, enfocado en la producción y uso de la agrobiodiversidad de higuierilla en todo el territorio nacional con fines industriales y como aporte al cambio de la matriz energética nacional a través de biocombustible. <li data-bbox="478 1738 1318 1843">• Promover incentivos para la reactivación económica de las familias campesinas basados en la conservación y uso de recursos fitogenéticos derivados de la higuierilla, mediante prácticas de agricultura sostenible.

La Constitución del Ecuador (2008) en su Art. 395 propone un modelo sustentable de desarrollo que conserve la biodiversidad y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. El Plan Nacional de Desarrollo (CNP, 2017) en el objetivo 3, política 3.5 impulsa la economía urbana y rural con base en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables. Así mismo, las políticas 6.1 y 6.5 del objetivo 6 fomentan el empleo digno de las zonas rurales y la promoción del comercio justo de productos, impulsando el emprendimiento con énfasis en la economía familiar campesina.

La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017) establece en el Art. 6 como lineamiento de política pública el fomento de la asociatividad y emprendimiento para la producción y comercialización de semilla certificada, establecer políticas de precio y mercado de semillas. Además, promover la generación de productos financieros para estimular la producción y comercialización de semilla (Art. 7), diseñar incentivos para fomentar la conservación y uso de los recursos fitogenéticos (Art. 18), promover la economía familiar campesina y comunitaria para dinamizar el sector (Art. 48) e impulsar el desarrollo de programas y proyectos de emprendimiento basados en agricultura sustentable.

El Reglamento autorización comercialización de mezclas de combustibles (2010) regula la comercialización de mezclas de combustibles líquidos con biocombustibles producidos a partir de biomasa, tal como las plantas herbáceas, oleaginosas y leñosa. Finalmente, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establece en el Objetivo 2, meta 2.4 propone aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad, mediante una mayor cooperación internacional, inversión e investigación (UNESCO, 2016).

El objetivo 15, meta 15.9 destaca la movilización y aumento significativo de los recursos financieros para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad. Saltos et al. (2013) destacan la importancia de la higuera (*Ricinus communis* L.) como una alternativa de cultivo energético, económico y social para las condiciones climáticas de la zona costera seca del Ecuador.

4.3.3. Eje ambiental

La Tabla 18 presenta las propuestas de líneas de trabajo con base al uso de higuierilla en relación con el eje ambiental.

Tabla 18. *Eje ambiental: Líneas de trabajo con base al uso de higuierilla*

Eje	Propuestas
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="469 508 1308 602">• Promover estrategias para la conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad de la higuierilla a nivel nacional, con énfasis en las zonas agroecológicas óptimas para la producción de semilla.<li data-bbox="469 611 1308 707">• Promocionar como parte de la política pública los servicios agroecológicos de la higuierilla como biomasa compostable, bioinsecticida, biofertilizante y cultivo alternativo para sustento de la economía del agricultor.

La Constitución del Ecuador (2008) en los Art. 14 y 400 declara de interés público la conservación de la biodiversidad agrícola y promueve la conservación de los ecosistemas, biodiversidad e integridad del patrimonio genético del país. El Plan Nacional de Desarrollo (CNP, 2017) en el objetivo 3, política 3.4 promueve buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación y la mitigación de los efectos del cambio climático. La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017) establece en el Art. 1 dinamizar la agrobiodiversidad en relación con los recursos fitogenéticos.

Así mismo, el Art. 5 propone la conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad, fortalecer el Banco Nacional de Germoplasma y los Centros de Bioconocimiento de Recursos Fitogenéticos. Elaborar una estrategia para definir las zonas agroecológicas óptimas para la producción de semilla (Art. 6), impulsar de manera sostenible el uso de la agrobiodiversidad y semilla nativa y campesina, mitigar los efectos del cambio climático mediante el fomento de la agrobiodiversidad y buenas prácticas para una agricultura sustentable (Art. 14). De igual forma, promover la recuperación y conservación de los recursos fitogenéticos, prevenir y controlar plagas y enfermedades mediante el uso de biopreparados, repelentes y atrayentes (Art. 48).

Finalmente, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establece en el Objetivo 2, meta 2.4 asegurar la sostenibilidad de los sistemas y aplicar prácticas agrícolas resilientes y en la meta 2.5 mantener la diversidad genética de las semillas

mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional (UNESCO, 2016). Autores como Panda et al. (2020) y Singh et al. (2020) destacan entre las ventajas de la higuierilla, su capacidad para sobrevivir en sitios altamente contaminados por ser una planta tolerante a los metales pesados, así como su capacidad de acumulación de los mismos; que representa beneficios para la fitorremediación de cenizas volantes en enmiendas del suelo en sitios contaminados con arsénico plomo, entre otros.

4.3.4. Eje cultural

La Tabla 19 presenta las propuestas de líneas de trabajo con base al uso de higuierilla en relación con el eje cultural.

Tabla 19. *Eje cultural: Líneas de trabajo con base al uso de higuierilla*

Eje	Propuestas
Cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar la recuperación de los saberes ancestrales en relación con las buenas prácticas agroecológicas y uso de la agrobiodiversidad de higuierilla como parte de la vinculación del agro, la industria e investigación. • Promover el valor socio-cultural, ambiental y económico de la agrobiodiversidad de la higuierilla como eje estratégico al aporte de la política pública de Ecuador.

La Constitución del Ecuador (2008) en el Art. 281 promueve la preservación y recuperación de los saberes ancestrales vinculados con la agrobiodiversidad. El Plan Nacional de Desarrollo (CNP, 2017) en el objetivo 2, política 2.7 promueve la valoración e inclusión de los conocimientos ancestrales en relación al manejo del entorno ambiental, la gestión del hábitat y los sistemas de producción y consumo. La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017) establece en el Art. 6 fomentar e implementar mecanismos de integración y vinculación entre la investigación, producción y comercialización de la semilla y el uso de la agrobiodiversidad.

Así mismo, el Art. 10 se promueve la participación del agricultor y el Art. 14 fomenta los conocimientos, saberes ancestrales y prácticas agroecológicas relacionadas a la biodiversidad y promueve el valor intrínseco, cultural, social, ecológico y económico de la agrobiodiversidad.

Finalmente, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establece en el Objetivo 2, meta 2.5 promueve el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales conexos y su distribución justa y equitativa, según lo convenido internacionalmente (UNESCO, 2016). Pabón (2009) destaca las características etnobotánicas de la higuera con usos medicinales desde la antigüedad como: purgante, estreñimiento, golpes e inflamación, fiebre, dolor, reumatismo, usos cosméticos, entre otros.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En la caracterización de la variabilidad morfoagronómica de 111 accesiones de higuierilla colectadas en nueve provincias de la zona centro sur del Ecuador, se obtuvieron tres grupos y nueve morfotipos en función de 32 descriptores (18 cuantitativos y 14 cualitativos), que aportaron para identificar la variabilidad existente en la colección.
- Existen variables tanto cualitativas como cuantitativas que aportaron a identificar la variabilidad dentro de la colección. De 18 descriptores cuantitativos evaluados, 11 resultaron ser discriminantes, siendo el peso de 100 semillas, altura de planta, ancho de semilla y número de ramificaciones los que presentaron mayor coeficiente de variación, los cuales mostraron la mayor variabilidad del germoplasma. De 11 descriptores cualitativos evaluados, nueve resultaron ser significativos, destacándose el hábito de crecimiento, color de nervadura de la hoja, color de tallo y presencia de cera en tallo y peciolo.
- Se identificaron nueve accesiones de 111 muestras evaluadas como posibles materiales promisorios, germoplasma procedente de las provincias de Manabí (6), Chimborazo (2) y Loja (1), los cuales, bajo las condiciones de Chaltura han permitido identificar el potencial agronómico de la colección.
- La higuierilla, al no ser un cultivo de consumo que aporta a la seguridad alimentaria, constituye un elemento clave para el fortalecimiento de la economía local de los pequeños agricultores, mediante el fomento del emprendimiento, impulso de estrategias de manejo de agrobiodiversidad, promoción de servicios agroecológicos y recuperación de saberes ancestrales.

5.2. Recomendaciones

- Realizar caracterización ecogeográfica para determinar las condiciones agroclimáticas óptimas e identificar zonas potenciales para la producción y conservación de la higuera.
- Caracterizar la higuera molecularmente para obtener una mejor descripción del genotipo basado en el ADN y de esta forma determinar la diversidad genética dentro de los individuos de la colección y su relación con el origen geográfico.
- Proponer estudios de caracterización *in situ* de la colección de higuera procedente de la zona centro sur del Ecuador, con la finalidad de comparar el comportamiento agronómico en relación con las condiciones agroclimáticas del sitio de colecta.
- Implementar nuevas investigaciones en torno al cultivo de higuera, a través de la academia e instituciones públicas y privadas, orientadas al aprovechamiento de los beneficios económico, ambiental, social y cultural que brinda esta especie, con lo cual se contribuirá con los ejes estratégicos de la política pública nacional en beneficio del sector agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M., Padilla, J., Botello, J., Quintanilla, J., Barrón, J., Espinoza, J. y Montes, S. (2013). Morfometría en diferentes variedades de semillas de higuera mediante procesamiento de imágenes. En Ramos, M. y Aguilera, V. (Ed.), *Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos* (pp.78-87). Valle de Santiago, Guanajuato: ECORFAN
- Ancy, J., Vasanthy, M., Thamarai, C., Ravindran, B., Chung, W. y Chang, S. (2020). Treatment of coffee cherry pulping wastewater by using lectin protein isolated from *Ricinus communis* L. seed. *Journal of Water Process Engineering*, XX (0), 1-1. doi: 10.1016/j.jwpe.2020.101742
- Andrade, V. (2015). Colecta de los ecotipos de la higuera (*Ricinus communis*) en las zonas de la vida de Imbabura y Carchi para su conservación. *Revista Científica Axioma*, 2(9), 21-25.
- Ardila, J., y León, A. (2010). Caracterización del biodiesel producido a partir de aceite de higuera y evaluación de las variables de proceso sobre el porcentaje de glicerina. *Virtualpro*, 110, 1-20.
- Armendáriz-Velázquez, J. (2012). *Caracterización fenotípica y molecular de genotipos de higuera (Ricinus communis L.) para la producción de biodiesel* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Avendaño-Arrazate, C. H., y Zamarripa-Colmenero, A. (2012). *Guía gráfica de descriptores varietales de Higuera*. Chiapas, México: INIFAP
- Baquero Parra, M. (2017). *Modelo de negocio para el cultivo de higuera (Ricinus communis L) en la finca Capuriche, ubicada en el Municipio de Hato Corozal, Departamento del Casanare* (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá, Colombia.
- Barrios, E., Zamarripa, C., Canul, K., Hernández, A., Alarcón, C. y Chepetla, C. (2013). Evaluación de materiales elite de higuera (*Ricinus communis* L.) en Morelos. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 1(2), 27-32.
- Beltrão, N., Silva, L., Vasconcelos, O., Azevedo P. y Vieira, D. (2001). Fitología. En: Pedrosa de A., y Lima F., (Ed.), *O agronegocio da mamona no Brasil* (pp. 37-61). Campina Grande: Embrapa Algodão
- Berreta, A. y Rivas, M. (2001). *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur*. Montevideo, Uruguay: IICA

- Birren, F. (1969). *A grammar of color, a basic treatise on the color system of Albert H. Munsell*. New York: Van Nostrand Reinhold
- Boda, R. y Prasad, M. (2019). Biochar and rice husk ash assisted phytoremediation potentials of *Ricinus communis* L. for lead-spiked soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 183 (109574), 1-10. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.109574
- Bravo-Velázquez, E. (2019). *La biodiversidad en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala
- Brittaine, R., y Lutaladio, N. (2010). *Jatropha: a smallholder bioenergy crop: the potential for pro-poor development (Vol. 8)*. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Brito-Sauvanell, Á., Saltos-Giler, M., López-Vera, M. y Rodríguez-Moreira, M. (2011). Potencial energético del aceite vegetal de *Ricinus communis* L. del Cantón Tosagua, Manabí. *Revista de Biotecnología - Universidad Técnica de Machala*. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/33119>
- Camacho-Villalobos, V. (2012). *Control con extractos de hojas, tallos y semillas de higuierilla (Ricinus communis L.) en posturas y larvas del gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda JE Smith), en un entisol de Pacacocha Pucallpa* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Chakrabarty, S., Aminul, A., Yaakob, Z. y Mominul., A (2021). Castor (*Ricinus communis*): un cultivo oleaginoso infrautilizado en el sudeste asiático. En *Agroecosistemas*. IntechOpen. <https://10.5772/intechopen.92746>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). *Variabilidad Genética*. Recuperado de <https://bit.ly/3h7ploJ>
- CNP (Consejo Nacional de Planificación). (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Ecuador: Autor.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial No. 449*, 20 de octubre 2008. Ecuador.
- Cornejo, M. y Estrada, O. (2012). *Caracterización de aceite de higuierilla (Ricinus communis) de dos variedades silvestres para la producción de biodiesel en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo* (tesis de maestría). Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Chihuahua, México.
- Correa, M. (2014). *Análisis comparativo de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (Ricinus communis) en Tungurahua y Manabí* (tesis de pregrado). Universidad

- Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Cruz-Meza, P., García-Silva, S., Márquez-Rosano, C. y López-Canteñas, G. (2012). Determinación de las propiedades físico-mecánicas para el descascarado de las cápsulas de la higuierilla (*Ricinus communis* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(SPE4), 644-649.
- De Arruda, H., Pereira, S., Alves, A., Sandes, J. y Custódio, T. (2010). Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. *Revista Ceres*, 57(6), 773-777.
- Decreto Ejecutivo No. 146. (2007). *Registro Oficial No. 039*, 12 de marzo del 2007. Ecuador
- Decreto Ejecutivo No. 2332. (2004). *Registro Oficial No. 482*, 15 de diciembre del 2004. Ecuador
- Domínguez, V., Espinoza, N., Martínez, J. y Ariza, R. (2017). Vigor de semillas de ecotipos silvestres de higuierilla *Ricinus communis* L. colectados en el centro de Chiapas, México. En Martínez, J, Ramírez, M. y Cámara, J. (Ed.). *Seguridad Alimentaria: Aportaciones Científicas y Agrotecnológicas* (pp. 36-39). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
- Dueñas, V. y Uscocovich, J. (2012). *Evaluación de 10 cultivares promisorios de Higuierilla (Ricinus communis L.)* (tesis de grado). Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- Durán, J., Retamal, N., Moratiel, R. y Queiroga, V. (2009). El cultivo de ricino (*Ricinus communis* L.) En Andalucía: Una alternativa para producción de biodiésel. En Recalde, E. y Durán, J. (Ed.), *Cultivos Energéticos Alternativos*. (pp. 39-58). Ibarra, Ecuador: CIITTOL.
- Espinosa-Paz, H., Rodríguez-Hernández, R., y Bravo-Mosqueda, E. (2013). *Guía para cultivar higuierilla en condiciones de temporal, en los Valles Centrales de Oaxaca*. Oaxaca, México: CIRPAS-INIFAP
- Estrella, J., Manosalvas, R., Mariaca, J. y Rivadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2009). *Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma, Italia: Autor
- FAO (2020a, 6 de julio). *Cantidades de producción de Ricino, semillas por país 2018*.

- Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/OC/visualize>
- FAO (2020b, 20 de noviembre). *Recursos fitogenéticos o se usan o se pierden*.
Recuperado de <https://bit.ly/3nUOiGz>
- Franco, T. e Hidalgo, R. (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos filogenéticos*. Boletín técnico No, 8. Instituto Internacional de Recursos filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia.
- GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) Antonio Ante. (2020). *Actualización Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial de la parroquia San José de Chaltura 2015 -2030*. Antonio Ante, Ecuador: Autor.
- García-Herrera, E., Olivares-Ramírez, A., Amante-Orozco, A., Hernández-Ríos, E., Rossel-Kipping, E. y Pimentel-López (2019). Evaluación de colectas de higuierilla (*Ricinus communis* L.) del altiplano centro-norte de México. *AGROProductividad*, 12(1), 25-32.
- Gonzales Díaz, A. (2013). Efecto de los exudados radiculares de la higuierilla (*Ricinus communis*) (Euphorbiaceae) en la sobrevivencia de larvas de *Gymnetis* sp. (Coleoptera, Scarabaeidae). (tesis de grado) Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Gómez, I. (2015). Posible utilización de aceite de tártago en la producción de biocombustible.
- Gower, J. (1967). *Una comparación de algunos métodos de análisis de conglomerados*. Biometría.
- Goytia-Jiménez, M., Gallegos-Goytia, C., y Núñez-Colín, C. (2011). Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de Chiapas. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 41-48.
- Guerrón-Elvira, J., y Meneses-Caldas, C. (2009). *Evaluación agronómica de tres variedades de higuierilla (Ricinus communis L.) en las condiciones del corregimiento de La Rejoya-municipio de Popayán* (tesis de grado). Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw-Hill.
- Hernández-Villarreal, A. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 113-118

- Herrera-Peña, D y Medina-Niño, P. (2006). *Guía ambiental para el cultivo de la Higuerilla en el corredor central del departamento de Boyacá*. (tesis de grado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- Hussein, H., Ubaid, J. y Hameed, I. (2016). Insecticidal Activity of Methanolic Seeds Extract of *Ricinus communis* on Adults of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Brauchidae) and Analysis of its Phytochemical Composition. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(8), 1385-1397
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). (2012). *INIAP presentó sistemas de producción en feria agrícola*. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Isaza, C., Anaya, K., Zavala, J., Vasco, J., Hernández, I. y Mosquera, J. (2017). Técnicas de análisis de imágenes y extracción de datos para la clasificación de características morfológicas y de color de semillas de la planta de ricino silvestre (*Ricinus communis* L.). *Herramientas y aplicaciones multimedia*, 77 (2), 2593–2610. doi: 10.1007 / s11042-017-4438-y
- Jarvis, D., Myer, L., Klemick, H., Guarino, L., Smale, M., Brown, A., Sadiki M., Sthapit, B. y Hodgkin, T. (2006). *Guía de capacitación para la conservación in situ en fincas, Roma, Italia: IPGRI*
- Jorgensen, P. M. y León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. St. Louis, USA: Missouri Botanical Garden.
- Kawamura, K., y Takeda, H. (2002). Light environment and crown architecture of two temperate *Vaccinium* species: inherent growth rules versus degree of plasticity in light response. *Canadian Journal of Botany*, 80(10), 1063-1077.
- Kole, Ch. y Rabinowicz, P. (2019). *The Castor Bean Genome*. Switzerland: Springer.
- Lamz-Piedra, A., Cárdenas-Travieso, R., Ortiz-Pérez, R., Eladio-Alfonzo, L., y Sandrino-Himely, A. (2017). Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 111-118.
- Lara, C., Del Viento, A., y Palma, J. (2016). Preferencia y consumo de diferentes partes morfológicas de *Ricinus communis* L.(higuerilla) por ovinos. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 20(2), 43-52
- Leal-Alvarado, D. (2009). *Caracterización morfométrica de cinco ecotipos de higuerilla (Ricinus communis) en la ESPOL “Campus Gustavo Galindo”* (Tesis de

- pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales* (No. 84). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable. (2017). *Registro Oficial No. 10*, 8 de junio de 2017. Ecuador.
- Li, D. y Pritchard, W. (2009). The science and economics of ex situ plant conservation. *Trends in plant science*, 14(11), 614-621.
- Maciel-Torres, S., Jacobo-Salcedo, M., Trejo-Calzada, R. y Nava-Reyna, E. (2019). Extracción de aceite en cuatro variedades de higuierilla. En Armendáriz et al. (Ed), *IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas “Innovaciones para mitigar sequía y desertificación”* (pp. 145-146). Durango, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Machado, R., Suárez, J., y Alfonso, M. (2012). Caracterización morfológica y agroproductiva de procedencias de *Ricinus communis* L. para la producción de aceite. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 381-392.
- Mazzani, E. y Rodríguez, E. (2009). Estudio de la variabilidad presente en germoplasma de tártago (*Ricinus communis* L.) en cuanto a racimos, frutos y semillas. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4), 764-769.
- Martín Martínez, I. (2001). *Conservación de recursos fitogenéticos*. Perú: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General de Estructuras.
- Mendoza, H. y Reyes, S. (1985). *Guía del cultivo de higuierilla*. Portoviejo, Ecuador: INIAP Archivo Histórico.
- Miranda-Ruiz, E. (2011). *Evaluación del comportamiento y adaptación de 19 accesiones de higuierilla (Ricinus communis L.) procedentes de 4 departamentos en Pucallpa-Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Muraguri, S., Xu, W., Chapman, M., Muchugi, A., Oluwaniyi, A., Oyebanji, O. y Liu, A. (2020). Intraspecific variation within Castor bean (*Ricinus communis* L.) based on chloroplast genomes, *Industrial Crops and Products*, 155 (112779) 1-10. doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112779
- OEI (Organización de Estados Iberoamericanos). (2007). *Investigadores ecuatorianos y españoles intercambian material genético de oleaginosas*. Recuperado de <https://bit.ly/2JbyLmd>
- Oleaginosas del Puerto (OLIPUERTO). (2009). *Harina de higuierilla para fertilizante*. <https://bit.ly/37moRrr>



- Oliveros-Bastida, A. (2008). El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. *Química viva*, 7(1), 2-34.
- Pabón, G. (2009). Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de higuierilla (*Ricinus comunis* L.). En Recalde, E. y Durán, J. (Ed.), *Cultivos Energéticos Alternativos*. (pp. 9-25). Ibarra, Ecuador: CIITTOL.
- Panda, D., Mandal, L., Barik, J., Padhan, B. y Bisoi, S. (2020). Physiological response of metal tolerance and detoxification in castor (*Ricinus communis* L.) under fly ash-amended soil. *Heliyon* 6 (8), 1-6. doi: 10.1016/j.heliyon. 2020.e04567
- Paucar, M. (2020). *Evaluación del rendimiento de aceite de higuierilla (Ricinus communis L.) en zonas óptimas y no óptimas de Imbabura para obtener biodiesel b5* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Pilonieta, A, Jaramillo, F., y Riaño, L. (2007). Poliuretanos degradables a partir de aceite de higuierilla. *Scientia et technica*, 13(36), 1-6.
- Portillo L., Rodríguez N., Rodríguez A., Gómez, R., y Pérez, A. (2017). *Manejo de higuierilla (Ricinus communis L.) para el Valle del Mezquital, Hidalgo*. México: Universidad Politécnica de Francisco I. Madero
- Purseglove, J. W. (1974). *Tropical Crops. Dicotyledons*. London: Longman
- Recalde, E. y Durán, J. (2009). *Cultivos Energéticos Alternativos*. Ecuador: GrupoSeritex.
- Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas. (2010). *Registro Oficial No. 265*, 13 de febrero de 2001. Ecuador
- Reglamento Autorización Comercialización de Mezclas de Bicom bustibles. (2010). *Registro Oficial 123*, 04 de febrero de 2010. Ecuador
- Rico-Ponce, H., Tapia-Vargas, L., Teniente-Oviedo, R., González-Ávila, A., Hernández-Martínez, M., Solís-Bonilla, J. y Zamarripa-Colmenero, A. (2011). *Guía para cultivar higuierilla (Ricinus communis L.) en Michoacán*. Michoacán, México: INIFAP-CIRPAC
- Robles Sánchez, R. (1991). Producción de oleaginosas y textiles, Raúl Robles Sánchez (No. Libro 633.85 R6.). Limusa. México. ME.
- Ruiz, J., Bravo, M., y Loaeza, G. (2001). Cubiertas vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. *Terra Latinoamericana*, 19(1), 89-95.

- Saadaoui, E., Martín-Gómez, J., Ghazel, N., Yahia, K., Tlili, N., y Cervantes, E. (2017). Variación genética y rendimiento de las semillas en plantas de ricino (*Ricinus communis* L.) cultivadas en Túnez. *Botanical Sciences*, 95(2), 271-281.
- Saltos-Giler, M., Jarre-Cedeño G. y Alcívar-Ruiz, S. (2013). *La Higuierilla Potencial Energético*. Manabí, Ecuador: Dreams Magnet, LLC
- Sánchez, M., Castañeda, R. y Castañeda, M. (2015). Usos y potencialidad de la Higuierilla (*Ricinus communis*) en sistemas agroforestales en Colombia. *PUBVET*, 10 (6), 448-512.
- Singh, R., Misra, A. y Sharma, P. (2020). Differential responses of thiol metabolism and genes involved in arsenic detoxification in tolerant and sensitive genotypes of bioenergy crop *Ricinus communis*. *Protoplasma*, 1-11. doi: 10.1007/s00709-020-01577-y
- Sokal, R., y Rohlf, J. (1962). The comparison of dendrograms by objective methods. *International Association for plant taxonomy*, 11(2), 33-40.
- Solera, P., Moreira, I., y Hernández J. (2014). Descriptores botánicos para caracterizar germoplasmas de *Ricinus communis* de diferentes zonas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 28 (1), 37-46. Recuperado de <https://bit.ly/3kcJeuK>
- Solórzano, E., Ramos, M., Palma, J. y Corpas, J. (2017). Caracterización de la variabilidad genética de siete materiales promisorios de especies de palmas. *Fitosanidad*, 21(1), 31-36.
- Solís-Bonilla, J., Muñoz-Orozco, A., Escalante-Estrada, J. y Zamarripa-Colmenero, A. (2016). Crecimiento de variedades y componentes del rendimiento de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Montecillo, Estado de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2), 311-323.
- Taipe, W. (2020). *Evaluación del extracto acuoso a base de semillas de higuierilla (Ricinus communis L.) como método de control de nemátodos en tomate (Solanum lycopersicum L.) bajo condiciones de laboratorio* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Tafolla-Arellano, J., González-León, A., Tiznado-Hernández, M., García, L. y Báez-Sañudo, R. (2013). Composición, fisiología y biosíntesis de la cutícula en plantas. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(1), 3-12.
- Udaya, B., Satyanarayana R. y Srinivasa, R. (2013). Genetic variability in castor for yield and its contributing traits. *Int. J. of Food, Agriculture and veterinary Sci*, 3(3): 103-108.

- UNESCO. (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Autor.
- Universidad Central del Ecuador. (2019). *Datos pasaporte higuierilla (Ricinus communis L.)*. Quito, Ecuador: UCE
- Valderrama, J., Mery, A. y Aravena, F. (1994). Industrialización de la higuierilla o planta de ricino parte II: extracción de aceite. *Información tecnológica*, 5(3), 91-97.
- Vavilov, N. I. (1992). *Origin and geography of cultivated plants*. Traslated by D. Löve. Cambridge: Cambridge University Press
- Ward, J. (1963). Agrupación jerárquica para optimizar una función objetivo. *Revista de la Asociación Estadounidense de Estadística*, 58 (301), 236-244.
- Weiss, E. (1983). *Oilseed crops*. London: Longman
- Yeganeh, H. y Hojati-Talemi, P. (2007). Preparación y propiedades de novedosas redes de poliuretano biodegradables a base de aceite de ricino y poli (etilenglicol). *Degradación y estabilidad de polímeros*, 92 (3), 480-489.
- Zamora, F., Durán, N., Medina, M., Torres, D., Acosta, Y., Moreno, R., ... y Zamora, F. (2011). Comportamiento agronómico de cultivares de tártago (*Ricinus communis* L.) en el sector Cuabana, municipio Falcón, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 11(2), 129-135.

ANEXOS

Anexo 1. Formato libro de campo

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR			
GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA Caracterización morfológica y evaluación agronómica de higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.) colectada en la zona centro norte y centro sur del Ecuador				
ACCE SIÓN:				
Descriptor	R 1	R 2	R 3	R 4
habito de crecimiento				
color hoja madura				
color hoja joven				
color nervadura				
color peciolo				
cera en peciolo				
margen lóbulo				
traslape				
color				
presencia de cera en tallo				
forma del racimo				
color del fruto				
forma de la capsula				
Color de semilla				

Descriptor	R 1	R 2	R 3	R 4
Altura de la planta (cm)				
longitud de hoja (cm)				
ancho de hoja (cm)				
número de lóbulo hoja joven				
longitud de peciolo (cm)				
diámetro del tallo (cm)				
número de ramificaciones				
longitud del racimo (cm)				
largo de la capsula (cm)				
ancho de la capsula (cm)				
número de semillas por racimo				

Descriptor	R 1			R 2			R 3			R 4		
semilla	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
largo de semilla (cm)												
ancho de la semilla (cm)												
peso de 100 semillas												

Observaciones

.....

.....

.....

Anexo 2. Datos pasaporte de higuera (*Ricinus communis* L.) presente en la zona centro sur del Ecuador

Código UCE	Recolector	Provincia	Cantón	Parroquia	Sector	Altitud	Coordenadas UTM	
							X	Y
UCE-001	Carlos Nieto	Cotopaxi	Pujilí	Poaló	Turuchupa	2915	17M0758631	9903002
UCE-002	Carlos Nieto	Cotopaxi	Pujilí	Poaló	Calle principal	2911	17M0758873	9901824
UCE-003	Héctor Andrade	Cotopaxi	Pujilí	Pujilí	Redondel vía Zumbahua	2932	17M0758328	9896507
UCE-005	Carlos Nieto	Cotopaxi	Latacunga	Eloy Alfaro	Chanchico	2890	17M0763407	9891597
UCE-006	Héctor Andrade	Loja	Zapotillo	Garza Real	Garza Real	-	-	-
UCE-007	Carlos Nieto	Cotopaxi	Salcedo	Salcedo	Frente los Bomberos	2660	17M0768703	9884948
UCE-008	Carlos Nieto	Cotopaxi	Salcedo	San Miguel	Anchivilil	2725	17M0769882	9883952
UCE-009	Carlos Nieto	Cotopaxi	Salcedo	San Miguel	Anchivilil	2716	17M0769494	9884103
UCE-010	Carlos Nieto	Cotopaxi	Salcedo	Panzaleo	Centro parroquial	2636	17M0767015	9882044
UCE-011	Carlos Nieto	Tungurahua	Ambato	La Península	Río de Janeiro	2509	17M0766240	9862110
UCE-012	Héctor Andrade	Loja	Macará	Macará	Macará	3900	79.9666467	4.3818097
UCE-013	Carlos Nieto	Tungurahua	Píllaro	San Andrés	La Pampa	2649	17M0771462	9875845
UCE-014	Carlos Nieto	Tungurahua	-	-	-	2350	17M0769850	9868641
UCE-015	Carlos Nieto	Tungurahua	Ambato	Izamba	Aeropuerto	2585	17M0769514	9865868
UCE-016	Carlos Nieto	Tungurahua	Ambato	Pishilata	San Vicente	2626	17M0766708	9860509
UCE-017	Carlos Nieto	Tungurahua	Ambato	Picaihua	La tarasana	2634	17M0767302	9857717
UCE-018	Carlos Nieto	Tungurahua	Ambato	Picaihua	Los geranios	2585	17M0769092	9859034
UCE-019	Carlos Nieto	Tungurahua	Ambato	Totoras	Puente del río Pachanlica	2645	17M0767556	9853815
UCE-020	Carlos Nieto	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	Pelileo	El corte	2737	17M0770677	9852380
UCE-021	Carlos Nieto	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	Benítez	El carmen	2711	17M0768072	9852339
UCE-022	Carlos Nieto	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	Benítez	El carmen	2701	17M0767880	9852035
UCE-023	Carlos Nieto	Tungurahua	Cevallos	Cevallos	Santa rosa	-	17M0765209	9850654
UCE-024	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	San Andres	San Miguel	2975	17M0756891	9823441
UCE-025	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	La Matriz	Santa Anita	2753	17M0761131	9822423
UCE-026	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	La Matriz	Espiritu Santo	2668	17M0763805	9822211
UCE-027	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	El rosario	El rosario de los Elenes	2653	17M0765342	9820390
UCE-028	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	San Luis	La imaculada	2604	17M0765829	9810925
UCE-029	Carlos Nieto	Chimborazo	Chambo	La Matriz	Shugal	2631	17M0766381	9810378
UCE-030	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	San luis	La imaculada	2647	17M0764700	9810848
UCE-031	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	San Luis	Tungshi San Nicolas	2644	17M0764703	9810846

UCE-032	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	San Luis	Nueva Esperanza	2747	17M0762379	9811659
UCE-033	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	Punin	Santa Bárbara	2747	17M0761537	9807678
UCE-034	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	Yaruquies	Atarazoma	2735	17M0759948	9913871
UCE-035	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	Yaruquies	Atarazoma	2735	17M0759948	9913871
UCE-036	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	Cubijies	Socorro alto	2689	17M0765665	9817687
UCE-037	Carlos Nieto	Chimborazo	Riobamba	Cubijies	Socorro bajo	2634	17M0766432	9818178
UCE-038	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	chingazo	Tamaute	2504	17M0769554	9818246
UCE-039	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	chingazo	Tamaute	2504	17M0769554	9818246
UCE-040	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	Providencia	-	2524	17M0772549	9824109
UCE-041	Carlos Nieto	Chimborazo	Guano	Providencia	-	2525	17M0772550	9824110
UCE-042	Carlos Nieto	Chimborazo	Penipe	La Matriz	Entrada	2485	17M0774503	9826768
UCE-043	Carlos Nieto	Chimborazo	Alausí	La Matriz	Niza	2299	17M0740734	9752954
UCE-044	Carlos Nieto	Chimborazo	Alausí	Sibambe	Nariz del diablo (estación)	2289	17M0735880	9751723
UCE-045	Carlos Nieto	Chimborazo	Alausí	Sibambe	Nariz del diablo (estación)	2290	17M0735881	9751724
UCE-046	Carlos Nieto	Chimborazo	Alausí	Sibambe	Subida al mirador	2284	17M0734927	9750447
UCE-047	Carlos Nieto	Chimborazo	Chunchi	La Matriz	La Armedia	1934	17M0729591	9747282
UCE-048	Carlos Nieto	Chimborazo	Chunchi	Huigra	La Playa	1708	17M0727971	9748297
UCE-053	Héctor Andrade	Loja	Celica	Celíca	Celica	1750	79.962351	4.3818097
UCE-074	Héctor Andrade	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	-	-	2489	776871.3	147538.2
UCE-095	Héctor Andrade	Tungurahua	Patate	-	-	2268	776873.9	144949
UCE-097	Héctor Andrade	Tungurahua	Patate	-	-	2033	776871.3	144949
UCE-118	Héctor Andrade	Loja	Paltos	Catacocha	Yamona	832	-4.0352778	-79.7547222
UCE-138	Héctor Andrade	Loja	Sozoranga	Sozoronga	Yamoma	588	-4.329099	-79.791561
UCE-142	Héctor Andrade	Azuay	Paute	-	El cabo	2223	17M0747138	968374
UCE-143	Héctor Andrade	Azuay	Paute	-	Zhumir	2186	17M074809	9689989
UCE-144	Héctor Andrade	Azuay	Paute	Tomebamba	San Carlos	2193	17M0754985	9694894
UCE-145	Héctor Andrade	Azuay	Paute	Tomebamba	Guagal	2281	17M0756757	9695254
UCE-146	Héctor Andrade	Azuay	Paute	Tomebamba	Pulluclama	2178	17M0751182	9694576
UCE-147	Héctor Andrade	Azuay	El Girón	-	El girón	2087	17M0706302	9650813
UCE-148	Héctor Andrade	Azuay	El Girón	-	El girón	2086	17M0706275	9650692
UCE-149	Héctor Andrade	Azuay	El Girón	-	El girón	2066	17M0705854	9650069
UCE-150	Héctor Andrade	Cañar	Azogues	Chuquipata	Chuquipata	2373	17M0736504	9689641
UCE-151	Héctor Andrade	Cañar	Azogues	Borrero-Charasol	-	2422	17M0738972	9693244
UCE-152	Héctor Andrade	Cañar	-	San Antonio, Paguancay	San Vicente	1397	17M0701673	9721876
UCE-153	Héctor Andrade	Cañar	-	San Antonio, Paguancay	-	1121	17M0701331	9723847

UCE-154	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	-	109	-0.75110793	-	80.4490083
UCE-155	Héctor Andrade	Cañar	-	-	Río Cañar	844	17M0701952	9724341	
UCE-156	Héctor Andrade	Cañar	-	Ducur	Javin (Panamericana- el tambo- Guayaquil)	1265	17M0701600	9725976	
UCE-157	Héctor Andrade	Bolívar	Guaranda	-	La batea	2457	721762	9818067	
UCE-158	Héctor Andrade	Bolívar	Guaranda	-	-	2540	721700	9818036	
UCE-159	Héctor Andrade	Bolívar	Guaranda	-	-	2540	721700	9818036	
UCE-160	Héctor Andrade	Bolívar	Guaranda	-	-	2463	721793	9818036	
UCE-161	Héctor Andrade	Bolívar	Guaranda	-	La batea	2478	721856	9818681	
UCE-162	Héctor Andrade	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	San Lorenzo	2482	721327	9815640	
UCE-164	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	303	17S557205,6	9906202.7	
UCE-167	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	308	17S557054,8	9906185.4	
UCE-168	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	350	17S557035,2	9906301.1	
UCE-169	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	300	17S555710,4	9906081	
UCE-170	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	302	17S556819,7	9906270.4	
UCE-171	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	295	17S556845,6	9906370.6	
UCE-173	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	293	17S556966,4	9906331.2	
UCE-174	Héctor Andrade	El Oro	Arenillas	chacras	-	13	802.108.159	3.560458	
UCE-175	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	300	17S556897	9906277.6	
UCE-176	Héctor Andrade	El Oro	Arenillas	-	-	12	80.058.610	3.555.064	
UCE-177	Héctor Andrade	El Oro	Santa Rosa	Santa Rosa	-	180	79.469.327	3.42145	
UCE-178	Héctor Andrade	El Oro	Arenillas	Chacras	-	8	802.094.788	3.5540007	
UCE-179	Héctor Andrade	El Oro	Arenillas	Chacras	-	12	80.209.999	3.55632	
UCE-180	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Corona	162.4	-0.748286	-80.426734	
UCE-181	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	San Clemente	44.19	-0.765919	-80.502448	
UCE-182	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Corona	164.37	-0.753596	-38.922725	
UCE-183	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	305	17S557149,3	9906314	
UCE-184	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	302	17S5571331	9906249.9	
UCE-190	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Laguna	303.11	-0.700674	-80.405528	
UCE-191	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Corona	189.18	-0.759533	-80.416759	
UCE-192	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Laguna	249.63	-0.777136	-30.410662	
UCE-193	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	-	4.73	-0.7681825	-80.510283	
UCE-194	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San Roque	125	0.8198873	805.093.139	
UCE-195	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San Roque	127	0.8152248	80.508.002	
UCE-196	Héctor Andrade	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San Roque	123	0.8152248	80.507.158	
UCE-197	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Laguna	258.83	-0.7814	-80.407364	

UCE-198	Héctor Andrade	Manabí	Sucre	Charapotó	La Laguna	203.59	-0.766327	-80.415462
UCE-199	Héctor Andrade	Manabí	Chone	Bezucó	Bezucó	53	17M0606249	9918826
UCE-200	Héctor Andrade	Manabí	-	-	Agua fría	59	17M0593320	9898510
UCE-201	Héctor Andrade	Manabí	-	-	Barquero 2	9	17M0582010	9926896
UCE-202	Héctor Andrade	Manabí	-	Salinas/Canoa	Rancho Grande/Playa Napo	8	17M0564386	9936727
UCE-203	Héctor Andrade	Manabí	-	-	-	10	17M0564388	9936728
UCE-204	Héctor Andrade	Manabí	Tosagua	-	El juncal	12	17M0554271	9917466
UCE-205	Héctor Andrade	Manabí	-	-	-	2	17M0564123	9937009
UCE-206	Héctor Andrade	Manabí	Tosagua	Ángel pedro	La Estancilla	17	17M0587435	9909766
UCE-207	Héctor Andrade	Manabí	Junin	-	Caña dulce	51	17M0588771	9897986
UCE-208	Héctor Andrade	Manabí	Chone	-	-	14	17M0604386	9921091
UCE-209	Héctor Andrade	Manabí	Chone	-	Puerto Bezucó	17	17M0603618	9922663
UCE-210	Héctor Andrade	Manabí	Flavio Alfaro	-	Sesme-2	251	17M0604372	9945309
UCE-211	Héctor Andrade	Manabí	Flavio Alfaro	-	Sesme-1	284	17M0604236	9946141
UCE-213	Héctor Andrade	Manabí	-	-	Rancho Grande	12	17M0564095	9937395
UCE-214	Héctor Andrade	Manabí	-	-	-	15	17M0564095	9937398
UCE-215	Héctor Andrade	Manabí	-	-	-	13	17M0564095	9937398
UCE-216	Héctor Andrade	Manabí	-	-	-	3	17M0564198	9937023
UCE-217	Héctor Andrade	Manabí	San Vicente	Canoa/Salinas	Punta Napo	2	17M0564048	9936993
UCE-218	Héctor Andrade	Manabí	San Vicente	Canoa/Salinas	Punta Napo	2	17M0564098	9936923
UCE-219	Héctor Andrade	Manabí	San Vicente	Canoa/Salinas	Portovelo	12	17M0571190	9929911
UCE-220	Héctor Andrade	Manabí	Tosagua	-	El juncal	8	17M0584204	9917474
UCE-221	Héctor Andrade	Manabí	Chone	Canuto	Canuto	57	17M0596104	9910358
UCE-222	Héctor Andrade	Manabí	Chone	Canuto	Vía canuto	24	17M0594665	9908809
UCE-223	Héctor Andrade	Manabí	Chone	Canuto	Cabello	16	17M0593844	9907507

Anexo 3. Caracteres cuantitativos evaluados en 111 accesiones de higuera

Accesión	AP (cm)	LH (cm)	AH (cm)	NLHJ	LP (cm)	DT (cm)	NR	LR (cm)	NSR	LC (cm)	AC (cm)	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	PCS (g)	IF	FM	FF
UCE-001	137	41.25	54.13	10	37.25	3.05	7	49.38	671	1.96	1.97	1.2	0.71	0.53	23	145	157	173
UCE-002	150.5	40.75	59.25	10	52	2.8	8	50.5	688	1.78	1.8	1.13	0.72	0.5	19	94	106	123
UCE-003	141.5	37.25	56.75	10	45.25	3.2	13	44.5	668	1.81	1.76	1.1	0.63	0.49	18	113	129	145
UCE-007	101.25	28.5	42.88	9	33	2.63	10	48	662	1.92	1.78	0.97	0.64	0.44	15	129	145	157
UCE-008	159.75	34	53.75	8	44	2.92	8	58.75	651	1.84	1.76	1.15	0.71	0.47	19	91	104	119
UCE-009	110.75	43.65	59.83	9	38.13	3.02	9	53.38	790	1.84	1.73	1.12	0.66	0.49	21.75	145	145	145
UCE-010	96.25	31.52	48.55	8	34.88	2.63	8	37.5	675	1.45	1.41	0.88	0.59	0.39	10	86	102	114
UCE-011	184.75	41.88	59.63	9	51.13	2.95	8	60.25	775	1.67	1.63	1.02	0.6	0.43	12	100	114	129
UCE-012	197	42.38	61.13	8	51	3.3	11	54.25	698	2.1	2.01	1.28	0.78	0.53	28	114	129	143
UCE-013	144.5	41.75	61.75	8	42.25	3.5	9	45.75	243	1.63	1.57	0.91	0.57	0.41	11	88	99	101
UCE-014	150	38.88	55.69	8	43.75	2.88	9	44.63	708	1.79	1.77	1.1	0.69	0.48	18	114	129	145
UCE-015	183	37.25	55	8	45.5	2.95	8	48.1	361	1.85	1.8	1.19	0.69	0.49	20	90	103	123
UCE-016	140.5	30.88	47.75	8	31.75	2.38	7	42.88	265	1.74	1.71	1.12	0.7	0.5	21	93	114	145
UCE-017	209	44.92	60.38	8	52.75	3.38	11	54.75	458	1.84	1.83	1.12	0.69	0.49	19	114	129	142
UCE-018	120.63	36.27	51	8	32.63	3.17	11	35.75	235	1.84	1.79	1.11	0.66	0.47	20	114	129	140
UCE-019	172.5	29.75	37	8	27.65	3.4	10	35	378	1.82	1.75	1.08	0.61	0.44	15	114	136	142
UCE-020	84.75	32	49	9	35.5	2.7	13	44.5	427	2.03	1.91	1.15	0.7	0.54	20	145	159	173

UCE-021	89.83	23.23	35.67	8	28.1	2.04	6	34.67	322	1.66	1.6	0.96	0.64	0.45	14	100	124	145
UCE-023	72.65	26.4	41.42	8	23.95	2.48	7	56	301	1.78	1.69	1.17	0.69	0.49	20	87	98	114
UCE-024	139.25	33	47.63	8	38	2.83	6	41.13	323	1.83	1.8	1.12	0.65	0.47	20	114	127	145
UCE-026	220	52.88	71.38	9	56	4.45	15	81.88	612	1.92	1.83	1.2	0.7	0.48	21	114	129	143
UCE-027	191.25	45.2	65	9	47.13	3.35	8	51.63	546	1.71	1.64	1.14	0.7	0.54	21	114	130	144
UCE-028	127.25	38.13	57.5	8	44	2.95	10	46.88	367	1.77	1.65	1.11	0.71	0.49	17	97	114	145
UCE-029	149.75	35.88	52	7	48.63	2.77	8	47.5	371	1.78	1.74	1.1	0.71	0.48	17	91	114	145
UCE-031	178	42.7	61.38	8	42.25	3.58	9	48.25	261	2.06	2.01	1.22	0.72	0.5	22	100	115	145
UCE-032	135	41.95	64.13	8	53.63	3.38	9	52.75	586	1.78	1.74	0.99	0.66	0.5	18	97	114	145
UCE-033	132.5	37	48	8	40	2.75	7	48.5	679	1.96	1.87	1.05	0.61	0.46	15.5	145	154	165
UCE-034	81	24.2	38.25	8	24.25	1.75	9	29	287	1.99	1.9	1.22	0.63	0.54	25	114	154	136
UCE-036	111	37	54.5	10	36	2.73	7	59	319	1.92	1.84	1.23	0.72	0.5	25	114	123	139
UCE-038	164.33	51.83	71.83	8	44.83	3.93	13	69.67	355	2.1	1.92	1.3	0.79	0.54	31	102	128	142
UCE-039	152.5	40.13	61.5	9	40.38	3.25	10	64.63	310	2.05	1.94	1.22	0.78	0.53	24.5	114	123	136
UCE-040	127.7	38.7	60.55	8	35.98	3.45	10	51.75	295	2.33	2.15	1.22	0.71	0.51	26.75	94	102	113
UCE-041	215.75	42.33	62.88	8	39.63	3.42	12	50	403	2.35	2.11	1.38	0.81	0.6	37	96	114	123
UCE-043	117	31.5	45	9	43.5	2.7	7	35	305	1.6	1.54	0.97	0.66	0.52	14	114	128	145
UCE-044	101.33	35.1	54.6	10	33.17	2.77	10	46.67	441	2.18	1.98	1.37	0.81	0.57	31	111	121	145
UCE-045	144.75	40.63	64.13	10	38.13	3.55	10	66.75	541	2.13	2.04	1.34	0.8	0.58	29	102	121	145
UCE-046	200.25	40.92	63.63	10	54.25	3.56	11	65.25	572	1.97	1.87	1.15	0.71	0.49	25	114	128	145

UCE-047	179	43.25	64.25	8	49.25	3.91	15	51	427	1.93	1.82	1.1	0.68	0.49	19	114	128	145
UCE-048	103.5	32.88	49.75	8	34.5	2.85	13	29.63	328	2.03	2.03	1.14	0.69	0.51	18.75	99	114	128
UCE-053	187	42.7	60.75	9	50.5	3.88	17	55.88	418	1.97	1.95	1.21	0.8	0.54	27	121	140	149
UCE-074	168	42.5	60.5	9	53	4.67	15	68	652	1.84	1.72	1.1	0.66	0.46	17	84	98	109
UCE-095	165.68	38.75	58.88	8	51.5	3.46	12	57.25	542	1.95	1.89	1.21	0.77	0.52	25	96	105	119
UCE-097	185.5	42	58.63	9	50.25	4.13	15	65	618	2.31	2.17	1.35	0.85	0.56	35	98	111	128
UCE-118	112	31.67	45.67	9	35.83	2.47	11	34	438	1.65	1.58	1.02	0.68	0.43	15.67	102	119	137
UCE-138	177.25	41.88	57.75	8	43.25	3.39	12	50.13	257	1.8	1.73	1.11	0.73	0.52	23.75	95	111	128
UCE-142	158	43.33	60.33	9	46.67	3.79	14	59.33	605	1.8	1.8	1.07	0.69	0.47	17.67	111	129	139
UCE-143	201	44	68	10	45.5	3.85	17	36	259	2.03	1.96	1.17	0.71	0.52	21	111	129	139
UCE-144	119.67	29.33	43.67	8	36.33	2.73	14	45	326	1.65	1.58	0.96	0.63	0.48	15	114	128	139
UCE-145	112.45	35.38	53.2	8	45.23	2.48	12	41.38	211	1.81	1.73	1.02	0.62	0.46	13	94	108	128
UCE-146	215.5	34.5	52.5	10	43.5	3.1	12	48.25	608	1.64	1.59	1.03	0.63	0.46	15	98	116	135
UCE-147	149.63	39.25	56.75	9	44.23	3.27	11	43.75	459	1.87	1.78	1.03	0.67	0.49	18.5	93	99	108
UCE-148	120.5	43.88	51.25	8	42.88	3.33	10	44.25	554	1.65	1.58	1.04	0.71	0.48	18	100	111	129
UCE-149	157	43	59.5	10	41.25	3.15	13	48.13	547	1.88	1.81	1.05	0.62	0.47	15	114	128	140
UCE-150	86	36.25	39.25	8	29.75	2.2	7	37.5	304	1.63	1.49	0.94	0.56	0.43	11	100	111	111
UCE-151	113.33	34.17	52.67	9	40.83	2.77	7	40.33	220	1.87	1.79	1.14	0.7	0.54	21.33	98	113	128
UCE-152	235	43	59	8	50	4.4	12	41	394	1.73	1.64	1.09	0.65	0.5	16	114	129	140
UCE-153	163	43	55	8	43.33	3.27	11	43	413	1.8	1.69	1.1	0.65	0.46	17	100	113	105

UCE-154	128	38.5	52.5	9	36	3.2	10	29	261	1.76	1.66	1.08	0.62	0.48	16	95	102	109
UCE-155	166.5	43.58	62.88	9	43.13	3.08	10	37	344	2.96	2.52	1.74	1.1	0.73	70	100	114	128
UCE-157	162.67	46.33	69.67	9	55.5	3.47	13	57.67	536	1.78	1.72	1.04	0.64	0.48	17	114	128	139
UCE-158	126.5	41.5	60.75	8	48.38	3.02	8	47.25	580	1.96	1.87	1.14	0.68	0.53	20	116	129	142
UCE-159	102.25	29.75	47.25	9	38.5	2.27	6	42.7	230	1.86	1.78	1.11	0.67	0.51	18	100	111	129
UCE-160	106	27	46	9	36.5	2.4	8	24.25	244	1.88	1.77	1	0.64	0.44	15	114	129	145
UCE-161	174.5	37.75	56.25	9	46.75	3.15	11	37.5	428	1.84	1.74	1.02	0.68	0.48	17	128	147	160
UCE-162	141	41	58.33	8	54.33	3.53	9	52.83	537	1.85	1.77	1.11	0.68	0.5	18	97	113	129
UCE-164	123	40.25	61.5	8	44.2	3	9	56.5	373	1.99	1.89	0.99	0.72	0.51	20	102	116	136
UCE-167	164.5	47.5	78.5	9	47	3.45	11	58	574	1.91	1.78	1.15	0.75	0.49	22.5	99	111	129
UCE-168	161.5	50.25	71.5	9	42.75	3.5	11	76	661	1.9	1.79	1.15	0.71	0.49	21	114	127	109
UCE-169	217.5	53.38	76.75	9	50.63	4.03	10	78	980	2.08	2.01	1.17	0.72	0.5	20.25	103	119	136
UCE-170	204.25	51	75.75	9	46.13	3.88	11	76.13	1072	1.76	1.67	1.19	0.73	0.53	22	103	119	136
UCE-171	229.33	52.73	77	9	50.17	4.07	12	76	479	1.97	1.89	1.19	0.72	0.51	21.67	114	127	140
UCE-173	110.83	43.83	64	9	39	3.76	12	52.67	442	2.26	2.15	1.26	0.8	0.56	27.67	140	151	165
UCE-174	175	43.33	54	9	44.57	3.1	11	43.17	412	2.08	1.94	1.2	0.79	0.53	25.33	114	129	142
UCE-175	208.25	49.45	71	8	48.38	3.85	12	78.5	801	1.89	1.79	1.23	0.75	0.56	27	123	137	152
UCE-176	242.75	44.4	65.9	9	54.88	3.6	13	48.88	614	2.06	1.88	1.33	0.82	0.54	29.75	114	129	145
UCE-177	170.75	36.63	51.88	10	43.1	2.95	11	36.25	261	2.08	1.94	1.12	0.69	0.54	27	114	129	145
UCE-178	175.33	38.83	56.83	9	49.83	3.03	13	40	372	1.98	1.78	1.24	0.8	0.54	25	100	118	129

UCE-179	264.25	46.42	66	9	53	3.75	11	52.63	331	2.09	1.88	1.28	0.81	0.52	26.5	114	129	147
UCE-180	244.25	43.38	63.13	8	45.83	3.5	13	54.88	558	2.06	1.99	1.32	0.84	0.58	31.25	101	116	136
UCE-181	220.75	46.8	67.5	8	58	3.92	12	70.38	527	2.36	2.18	1.4	0.85	0.57	32	114	129	142
UCE-182	193.25	44.63	69.88	9	50	3.6	9	22.13	147	3.16	3.07	1.82	1.44	0.84	100.25	114	128	136
UCE-183	150.83	46.13	63.5	9	41.5	3.83	10	86.67	884	2.05	1.91	1.25	0.74	0.51	23.5	102	119	136
UCE-184	245	52.5	77	9	51	4.5	9	78	514	1.67	1.62	1.15	0.74	0.53	20	114	129	145
UCE-192	161.5	55.25	58.88	10	42.13	3.4	11	30.5	156	2.72	2.57	1.63	1.16	0.76	59.5	98	114	129
UCE-193	154	43	68.33	8	48.5	3.2	8	24.67	133	2.83	3	1.8	1.43	0.81	94.33	102	116	129
UCE-194	150	49.03	70.5	8	41.43	3.2	11	36.17	196	2.35	2.58	1.54	1.17	0.72	60	99	118	136
UCE-196	96.1	36.73	58.6	8	42.1	2.87	9	25.5	106	2.78	3.06	1.75	1.35	0.81	96.33	84	99	108
UCE-197	123.5	35.13	53.98	7	34.33	2.65	10	28	133	2.19	2.35	1.43	1.11	0.69	49.25	91	101	111
UCE-198	219	49.67	74.33	9	54.17	3.9	10	58.33	280	2.94	2.6	1.98	1.2	0.76	78.33	114	128	136
UCE-199	98.5	50.25	74.3	9	48.7	3.15	15	30.25	144	3.27	3.44	1.89	1.4	0.8	101.5	87	96	137
UCE-200	194	40.5	60	8	50.5	3.98	14	49.25	380	2.15	2.09	1.26	0.85	0.56	27	81	96	111
UCE-201	169	37.75	57	10	46.5	3.68	12	38.75	314	2.16	2.18	1.35	0.97	0.64	36	114	128	136
UCE-202	179	35.5	54.67	8	49.33	3.54	14	40	228	2.11	2.02	1.38	0.8	0.54	30	114	129	142
UCE-203	154.5	41.5	66.5	9	61	4.33	11	41.5	336	2.23	2.08	1.45	0.79	0.47	28.5	114	129	147
UCE-204	171.67	43.67	68	9	51	3.67	12	49.67	328	2.45	2.27	1.42	0.85	0.57	32.67	100	114	129
UCE-205	163	47.5	69	9	55	3.9	12	46.5	251	2.13	2.08	1.48	0.95	0.56	37	102	119	136
UCE-206	160.5	44.75	71	9	48.38	3.19	10	49.75	269	1.93	1.84	1.4	0.81	0.56	30.5	114	129	140

UCE-207	215.5	39.5	59.5	8	47.13	3.88	10	53	286	1.74	1.85	1.15	0.87	0.56	28.25	100	114	129
UCE-208	213	40	62	8	49	3.9	10	57.75	290	1.81	1.95	1.14	0.69	0.53	21	114	128	142
UCE-209	170	35.13	55.5	8	47.25	3.38	9	29.25	193	2.05	1.94	1.36	0.72	0.47	25	101	116	129
UCE-210	177	35.67	51.33	8	40.67	2.8	9	37.33	425	1.69	1.6	1.07	0.65	0.43	14	111	128	142
UCE-211	168	31.88	45.88	8	35.25	3.21	12	34.5	363	1.66	1.58	1.03	0.66	0.49	14.25	114	128	142
UCE-213	137.5	39.13	65.25	9	48.63	3.77	12	31.75	238	2.05	2.12	1.34	0.95	0.66	41	102	119	136
UCE-214	134.5	40.25	58.5	9	41.75	4.21	14	57	273	2.09	2.31	1.26	0.98	0.61	29.5	113	128	142
UCE-215	159.5	44.75	66.25	8	51.88	4.32	11	41.13	199	2.46	2.38	1.42	0.94	0.58	40	111	129	142
UCE-216	145.25	41.08	56.88	9	45.25	3.28	12	41.75	251	2.35	2.26	1.43	0.93	0.59	40	113	128	142
UCE-217	208.67	44	69.33	9	43.83	3.1	16	68.67	257	2.16	1.87	1.5	0.97	0.59	43	108	121	136
UCE-219	203.75	47.38	72	8	58.38	4.88	12	43.25	195	2.56	2.51	1.7	1.06	0.67	61	102	114	129
UCE-221	164.75	43.5	65.5	8	48.75	3.95	11	39	212	2.12	2.19	1.25	0.91	0.56	33.5	102	115	129
UCE-222	216.25	42.77	65.5	8	55.63	4.5	13	65.5	590	2.17	2.12	1.27	0.78	0.56	28	102	114	128
UCE-223	209	45.13	67.5	8	49.13	4.29	13	54.63	498	1.9	1.98	1.19	0.81	0.53	27.75	100	113	128

AP= altura de planta, LH= longitud de hoja, AH= ancho de hoja, NLHJ= número de lóbulos hoja joven, LP=longitud del peciolo; DT= diámetro del tallo, NR= número de ramificaciones,LR= longitud del racimo, NSR= número de semillas por racimo, LC= longitud de cápsula, AC=ancho de cápsula, LS= longitud de semilla, AS= ancho de semilla, ES= espesor de semilla,PSC= peso de 100 semillas, IF= inicio de floración, FM= floración masculina, FM= floración femenina.