

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



TEMA:

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA COLECCIÓN DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PERTENECIENTE A LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR EN LA PARROQUIA DE CHALTURA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR (A):

Bryan Gonzalo Ipiales Peñafiel

DIRECTOR (A):

Doris Salome Chalampunte Flores PhD.

Ibarra, 2023

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA COLECCIÓN DE
HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PERTENECIENTE A LA ZONA
CENTRO SUR DEL ECUADOR EN LA PARROQUIA DE
CHALTURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO/A AGROPECUARIO

APROBADO:

Doris Salome Chalampunte Flores. PhD.

DIRECTOR



FIRMA

Julia Karina Prado Beltran PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ima Sumac Sánchez de Cespedes Msc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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:	1004748024		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ipiales Peñafiel Bryan Gonzalo		
DIRECCIÓN:	Otavalo-Ilumán		
EMAIL:	bgipialesutn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	0958831035	TELÉFONO MÓVIL:	0958831035

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación agronómica de la colección de higuierilla (<i>Ricinus communis</i> L.) perteneciente a la zona centro sur del Ecuador en la parroquia de Chaltura.
AUTOR (ES):	Ipiales Peñafiel Bryan Gonzalo
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	13-10-2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Doris Salome Chalampunte Flores PhD.

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 el 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 18 días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Bryan Gonzalo Ipiales Peñafiel

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Bryan Gonzalo Ipiates Peñafiel, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 13 días del mes de octubre de 2023



Doris Salome Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 20 días del mes de octubre del 2023

Nombres y Apellidos: Bryan Gonzalo Ipiales Peñafiel

“Evaluación agronómica de la colección de higuierilla (*Ricinus communis* L.) perteneciente a la zona centro sur del Ecuador en la parroquia de Chaltura”

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 20 días del mes de octubre del 2023, 78 páginas.

DIRECTOR (A): Doris Chalampunte PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue:

Evaluar agronómicamente la colección de higuierilla (*Ricinus communis* L.), pertenecientes a variedades de la zona sur del Ecuador en la parroquia de Chaltura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Evaluar el comportamiento agronómico de colección proveniente de la zona centro sur del Ecuador, bajo condiciones de la granja La Pradera en Chaltura.
- Identificar materiales promisorios en base a al rendimiento para su potencialización en el Ecuador
- Proponer alternativas y estrategias para el uso sostenible de la colección de higuierilla de la zona Centro Sur del del Ecuador.



.....

Doris Salome Chalampunte Flores. PhD

Directora de Trabajo de Grado



.....

Ipiales Peñafiel Bryan Gonzalo

Autor

Índice de contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3	JUSTIFICACIÓN	3
1.4	OBJETIVOS	4
1.4.1	Objetivo general.....	4
1.4.2	Objetivos específicos.....	4
1.5	PREGUNTAS DIRECTRICES	4
2	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	5
2.1.1	Origen.....	5
2.1.2	Características	5
2.1.3	Usos.....	6
2.1.4	Producción a nivel Mundial.....	6
2.1.5	Importancia del cultivo.....	7
2.1.6	Descripción taxonómica	7
2.1.7	Morfología.....	7
2.1.8	Características morfológicas	8
2.2	MANEJO DEL CULTIVO	10
2.2.1	Necesidades agronómicas.....	10
2.2.2	Cosecha	12
2.3	CARACTERIZACIÓN VARIETAL EN PLANTAS	12
2.3.1	Variabilidad genética.....	13
2.3.2	Conservación <i>ex situ</i>	13
2.3.3	Conservación <i>in situ</i>	13
2.3.4	Materiales mejorados	13
2.3.5	Descriptorios gráficos.....	14
2.3.6	Cultivos promisorios.....	14
2.4	MARCO LEGAL.....	14
3	MARCO METODOLÓGICO.....	15
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
3.1.1	Ubicación de la investigación	15
3.2	MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS	16
3.2.1	Materiales de recolección de racimos	16

3.2.2	Materiales y herramientas de toma de datos.....	16
3.2.3	Herramientas para mantenimiento de cultivo.....	17
3.2.4	Herramientas para la trilla de la semilla	17
3.3	MÉTODOS	17
3.3.1	Variedades de estudio.....	17
3.3.2	Diseño experimental	20
3.3.3	Características de la unidad experimental.....	20
3.3.4	Análisis estadístico	21
3.4	VARIABLES A EVALUAR	21
3.5	MANEJO DEL ENSAYO	22
3.5.1	Variables cualitativas.....	23
3.5.2	Variables cuantitativas	25
3.6	Alternativas y estrategias de uso.....	30
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1	COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO	32
4.1.1	Análisis de conglomerados.....	32
4.1.2	Valor discriminante para caracteres cuantitativos identificados por grupo.....	35
4.1.3	Variabilidad morfológica de los caracteres cuantitativos de las accesiones de la zona centro sur del Ecuador.....	36
4.1.4	Análisis de correlación de Pearson.....	44
4.2	MATERIALES PROMISORIOS PARA SU POTENCIALIZACIÓN EN EL ECUADOR	45
4.2.1	UCE-001.....	46
4.2.2	UCE-026.....	48
4.2.3	UCE-031.....	49
4.2.4	UCE-138.....	50
4.2.5	UCE-148.....	51
4.2.6	UCE-158.....	52
4.3	ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIAS PARA EL USO SOSTENIBLE	53
4.3.1	Costos de producción de Higuerilla en el Ecuador y adaptabilidad, en relación al cultivo de frejol y maíz.	53
4.3.2	Potencial asociación de higuerilla en sistemas agroforestales	54
4.3.3	Uso potencial de los residuos de la higuerilla	54
4.3.4	Uso de subproductos de la extracción de aceite de resino	55
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1	Conclusiones	56

5.2	Recomendaciones	57
6	BIBLIOGRAFÍA.....	58
Tabla 1	.....	18
Tabla 2	.....	22
Tabla 3	.....	35
Tabla 4	.....	42
Tabla 5	.....	43
Tabla 6	.....	44
Tabla 7	.....	45
Tabla 8	.....	46
Tabla 9	.....	47
Tabla 10	.....	48
Tabla 11	.....	49
Tabla 12	.....	50
Tabla 13	.....	51
Tabla 14	.....	52
Tabla 15	.....	53
Figura 1	.....	5
Figura 2	.....	8
Figura 3	.....	9
Figura 4	.....	9
Figura 5	.....	10
Figura 6	.....	15
Figura 7	.....	20
Figura 8	.....	24
Figura 9	.....	24
Figura 10	.....	25
Figura 11	.....	26
Figura 12	.....	26
Figura 13	.....	27
Figura 14	.....	27

Figura 15	28
Figura 16	29
Figura 17	30
Figura 18	30
Figura 20	33
Figura 21	34
Figura 22	34
Figura 23	37
Figura 24	38
Figura 25	39
Figura 26	40
Figura 27	41
Figura 28	43

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LA COLECCIÓN DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) PERTENECIENTE A LA ZONA CENTRO SUR DEL ECUADOR EN LA PARROQUIA DE CHALTURA”

Autor: Ipiates Peñafiel Bryan Gonzalo

Universidad Técnica del Norte

Correo: bgipialesp@utn.edu.ec

RESUMEN

La higuera (*Ricinus communis* L.) especie vegetal considerada arvense en gran parte del mundo, que posee propiedades oleaginosas que son de utilidad para la industria agrícola, médica además del desarrollo de combustibles ecológicos. Una de las principales características es la gran adaptación a condiciones agrícolas precarias ya que puede adaptarse a zonas áridas y semiáridas. En la presente investigación se evaluó el rendimiento de diferentes variedades de higuera provenientes de la zona centro sur del Ecuador en base a caracteres cuantitativos y cualitativos: vigorosidad, hábito de crecimiento, forma del fruto, altura del origen del primer racimo, número de racimos por planta, longitud de racimo/semilla/capsula, semillas por fruto/planta, ancho de capsula/ semilla, grosor de semilla, peso en 100 semillas, días de fructificación/cosecha. La colección de germoplasma incluyó variedades con semillas dehiscentes de las cuales no se pudieron medir todas las variables, ya que los frutos no pudieron ser cosechados. La información recolectada sirve para evaluar que especies presentaron adaptabilidad en la localidad y pueden ser consideradas como material de producción. Los resultados mostraron seis accesiones que se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas del sector de Chaltura además presentaron un rango de rendimiento de semilla pelada de 1.5 – 2.2 ton*ha⁻¹, estas accesiones fueron UCE-001 originaria de la provincia de Cotopaxi, UCE-026 y UCE-031 proveniente en la provincia de Chimborazo y las accesiones: UCE-138, UCE-148 y UCE-158 cuyo material se recolectó en las provincias de Loja, Azuay y Bolívar respectivamente. Por ende, ya seleccionado estos materiales sería viable la continuación de investigaciones para la medición de aceite obtenido y la calidad del mismo, ya que este cultivo puede ser considerado como alternativa a cultivos tradicionales, como el frijol o el maíz, ya que su inversión en producción es menor y sus cuidados en el cultivo son mínimos.

Palabra clave: Accesoión, adaptación, rendimiento, resino, material promisorio

**“AGRONOMIC EVALUATION OF THE COLLECTION OF THE FIGUERILLA
(*Ricinus communis* L.) BELONGING TO THE CENTRAL SOUTHERN ZONE OF
ECUADOR IN CHALTURA”**

Author: Ipiales Peñafiel Bryan Gonzalo

Universidad Técnica del Norte

E-mail: bgipialesp@utn.edu.ec

ABSTRACT

The higuerrilla (*Ricinus communis* L.) is a plant species considered a weed undergrowth in most of the world, which possesses oleaginous properties that are useful for the agricultural and medical industries, as well as for the development of ecological fuels. One of its main characteristics is its great adaptation to precarious agricultural conditions, since it can adapt to arid and semi-arid zones. In the present investigation, the yield of different varieties of higuerrilla from the central-southern zone of Ecuador was evaluated based on quantitative and qualitative characteristics: vigor, growth habit, fruit shape, height of the origin of the first bunch, number of bunches per plant, bunch/seed/capsule length, seeds per fruit/plant, capsule/seed width, seed thickness, weight in 100 seeds, days to fructification/harvest. The germplasm collection included varieties with dehiscent seeds of which not all variables could be measured, since the fruits could not be harvested. The information collected was used to evaluate which species showed adaptability in the locality and could be considered as production material. The result showed six accessions that adapted to the edaphoclimatic conditions of the Chaltura sector as well as presenting a range of peeled seed yield of 1.5 - 2.2 (ton*ha⁻¹), these accessions were UCE-001 from the province of Cotopaxi, UCE-026 and UCE-031 from the province of Chimborazo and the accessions UCE-138, UCE-138, UCE-138 and UCE-031 from the province of Chimborazo: UCE-138, UCE-148 and UCE-158 whose material was collected in the provinces of Loja, Azuay and Bolívar. Therefore, once these materials have been selected, it would be feasible to continue research to measure the oil obtained and its quality, since this crop can be considered as an alternative to traditional crops such as beans or corn, since its investment in production is lower and its care in cultivation is minimal.

Keywords: Accession, adaptation, performance, ricino, promising material

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La higuera (*Ricinus communis* L.) especie cosmopolita que tiene como características fisiológicas el crecimiento espontáneo y buena adaptabilidad a bajas condiciones agronómicas. En donde permite que esta pueda colonizar y reproducirse en espacios que no están utilizados en actividades agrícolas, siendo esta una planta considerable como cultivo alternativo a la producción tradicional. Su resistencia natural plagas y enfermedades puedan interferir en su dinámica de crecimiento y desarrollo que son características agronómicas que pueden aprovecharse (Sánchez, 2006).

El aceite de ricino principal subproducto del cultivo de higuera, tiene la peculiaridad de tener una alta concentración de ácido hidroxiácido teniendo mejores propiedades químicas y físicas que otros aceites vegetales como: viscosidad, resistencia al calor, es miscible con alcohol por lo que resulta como un buen lubricante (Valero et al, 2009)

En 2009, a nivel mundial el aceite de ricino representó el 0.0078% de la manufactura neta de aceites vegetales con una extensión de cultivo de 1 473 751 ha y una producción de 1 499 111 ton de semilla, siendo Brasil y China los mayores productores (Mazzini et al., 2009).

Siendo una especie oleaginosa utilizada en diferentes industrias: agrícola, pecuaria, médica, energética y cosmética por este motivo, países como Brasil, Ecuador, Venezuela, Colombia y México han realizado investigaciones dirigidas, a mejorar variedades de esta especie que muestran niveles óptimos de rendimiento y manejo para la industrialización. En Ecuador las distintas variedades presentan diferentes niveles de aceite Solera et al(2015) y Dueñas y Uscocovich (2012), demostraron, que mediante la evaluación y la caracterización de la semilla se lograron mejores rendimientos, este aspecto es muy importante porque estos pueden variar dependiendo de las características que presentan cada variedad.

Estudios realizados por Mazzini et al (2009) mostraron que existen características propias en las diferentes variedades tales como; contenido de aceite en las semillas (26.89 y el 39.73 %) de su peso neto en 100 unidades (14.76 a 67.94g), largo de semilla, número de cápsulas por racimo (71-400 unidades), número de racimos y longitud de los mismos, cada variable puede mostrar una diferencia de entre el 5% al evaluarlas con el rendimiento de semilla.

En Grecia, un estudio de adaptación de higuera mostró variación en altura de planta de 79 a 278 cm y de 44.5 a 54.2% en el contenido de aceite; esta última consistente con la variación

encontrada en el rendimiento, los autores señalan que estas variaciones se deben principalmente a factores genotípicos más que factores ambientales (Mazzani et al., 2009). El objetivo principal de la caracterización varietal es formar una guía, que ayude a describir las características de las variedades vegetales, a razón de las variaciones morfológicas de cada género y especies que permite llevar un registro de los caracteres deseados de cada especie (Secretaría de Gobernación de México [SEGOB], 2013)

Evaluaciones fenológicas realizadas en Perú por Camacho et al (2012) en cuatro cultivares donde se midieron la altura al primer racimo de materiales denominados Higuierilla L3 – 007 e Higuierilla L 2-004 mostrando que existe variación entre diferentes materiales, por ejemplo: menor altura de planta al final del ciclo con 90 y 105 cm respectivamente siendo menor también en lo que corresponde a la altura de planta a la emisión del primer racimo que fue de 27.5 y 41 cm. Sin embargo, en el parámetro de rendimiento de grano los eco tipos Higuierilla BRS Nordestina e Higuierilla L 2-004, rindieron un total de 602 y 524.8 kilos/ha respectivamente pero no superaron los 1 500 kg/ha.

1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Los recursos fitogenéticos en el mundo son una riqueza incalculable al poseer alta variabilidad interespecífica e intraespecífica, siendo muy escasos los estudios de caracterización morfo agronómica, lo cual implica un limitado aprovechamiento de recursos que pueden brindar las especies en el objetivo de la sustentabilidad alimentaria (Mazzini et al, 2009).

El Ecuador caracterizado por ser un país megadiverso, 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 de especies en las diferentes zonas del país (Ruilova et al, 2022).

En el Ecuador, la provincia de Manabí cuenta con 5 000 ha de este sembrío distribuidos en cinco cantones, con una producción neta de 1.25 ton/ha, estudios indican que en la provincia existe un potencial para aumentar a 200 000 hectáreas esta producción (Lombeida, 2015). Además, se debe considerar que existen variedades mejoradas que pueden tener una producción de que varía entre 3 y 4.5 toneladas de frutos (sin cascara) anuales por hectárea

que corresponden a una producción de 1.5 a 2 ton/ha/año de aceite teniendo una conversión de semilla- aceite de 2:1(Sánchez et al., 2016).

Actualmente en el Ecuador la producción de higuerilla tiene poco desarrollo y está focalizada, provocando que no exista mucha información sobre su producción a nivel nacional, siendo la provincia de Manabí la mayor productora con un área que varía entre 3000 y 5000 hectáreas, divididas en diferentes parcelas de menor tamaño (Álvarez, 2018).

En la zona andina ecuatoriana las especies nativas de higuerilla pueden presentar porcentajes de adaptabilidad que van desde el 92% hasta el 100% (Correa, 2014). En el país existen variedades silvestres que no han sido aprovechadas en su totalidad, ya que la mayoría de las investigaciones que existen en el Ecuador se han realizado en la provincia de Manabí y con individuos endémicos de un sector (Rendon y Triviño. 2009), lo que provoca que en la sierra ecuatoriana no se pueda explotar este recurso correctamente.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Aunque es una especie originaria de África ha logrado adaptarse a diferentes ambientes, es común encontrar a la higuerilla en suelos pobres en nutrientes demostrando su potencial agronómico y la variabilidad, desaprovechando los beneficios que puede tener la planta como especie agrícola (Machado et al., 2012). La falta de evaluación de las variedades nativas en Ecuador hace que se desconozca su capacidad agro productiva, razón por la cual la caracterización de germoplasma es indispensable para reconocer los recursos agronómicos que podamos obtener de la higuerilla (Núñez y Escobedo, 2015).

Su aceite es usado en la elaboración de productos industriales como el biodiesel y cosméticos, la información que se obtiene sobre los niveles de rendimiento, se usa para elegir variedades para establecer cultivos (Goytia et al., 2011). Estudios indican que las condiciones edafoclimáticas influyen en las características morfométricas de las semillas como: humedad del grano, porcentaje de cáscara/almendra y dehiscencia, así como en la cantidad de aceite (Correa. 2014).

El uso de los combustibles fósiles y la creciente necesidad de buscar fuentes alternativas, el ricino se muestra con un alto potencial de materia prima para la producción de biodiesel. Países como: Brasil, Ecuador, Venezuela, Colombia y México, realizan investigaciones para mejorar variedades de esta especie que muestren niveles óptimos de producción y manejo para su industrialización al evaluar y seleccionar los descriptores morfológicos y

agronómicos adecuados para la caracterización (Solera et al., 2014). La caracterización agronómica de especies nos ayuda a recopilar información sobre la variabilidad que puede existir entre distintos individuos, para encontrar o seleccionar cuales serían los que puedan producirse de mejor manera y con mejor adaptabilidad al entorno

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general.

Evaluar agronómicamente la colección de higuera (*Ricinus communis* L.), pertenecientes a variedades de la zona sur del Ecuador en la parroquia de Chaltura.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Evaluar el comportamiento agronómico de colección provenientes de la zona centro sur del Ecuador, bajo condiciones de la granja La Pradera en Chaltura.
- Identificar materiales promisorios en base a al rendimiento para su potencialización en el Ecuador
- Proponer alternativas y estrategias para el uso sostenible de la colección de higuera de la zona Centro Sur del del Ecuador.

1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Existe material genético de la zona centro sur del Ecuador con características deseables para la producción y que esta sea una alternativa para cambiar la matriz productiva?
- ¿Todos los materiales presentes en el germoplasma tienen comportamiento agronómico con características deseables para fines de fitomejoramiento?
- ¿La higuera puede ser una alternativa para reemplazar cultivos tradicionales en lugares con bajas condiciones agronómicas?

2 MARCO TEÓRICO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

2.1.1 Origen

El origen de la higuera (*Ricinus communis* L.) no tiene aún un origen definido algunos creen que es nativa de Asia y otro de América, pero la mayoría mencionan que su origen se ubica entre el Norte de África donde se encuentran registros de utilización de hace más de 6000 años. En el cercano y medio Oriente se los ubica hace 4 000 años , los primeros registros que se tienen en América datan del siglo XIV, en la isla La Española actual República Dominicana y Haití (Machado et al., 2012; Bonilla et al., 2016).

2.1.2 Características

La higuera es una planta oleaginosa que contiene el 50% de aceite en su composición. Esta se conoce con varios nombres a nivel mundial como: ricino, mamoneira, mamona, palma christi, tártago, higuera. Es considerada una especie polimórfica que presentan diferentes coloraciones con diferentes hábitos de crecimiento y distintos tamaños entre variedades (Córdoba, 2013) (Figura 1).

Figura 1

Planta de higuera adulta.



Es una planta monotípica de la familia de las Euphobiaceae, conformada por 22 subespecies, además algunos países como Colombia, Costa Rica y México se han logrado producir variedades que han sido mejoradas para la explotación de este cultivo (Machado, et al., 2012).

2.1.3 Usos

En la actualidad se comenzó a diversificar sus beneficios, ya se pueden obtener más de 700 productos, que se emplean en diferentes industrias como: médica, cosmética, elaboración de lubricantes y barnices, además que se espera que sea la nueva materia prima para elaboración de biocombustibles como el biodiesel (Machado et al., 2012).

La semilla de la higuierilla presenta el valor principal de este cultivo, ya que es de muy buena calidad y que contiene un gran porcentaje de aceite en la misma, siendo usado como materia prima de varias industrias, como parte de los procesos de extracción se generan gran cantidad de residuos, como la pasta de extracción, la cáscara del fruto y materia vegetal verde del cultivo. Al detoxificar la pasta esta puede ser usada como suplemento nutricional para elaborar alimento para ganado, con el material vegetal y la cáscara de la semilla, se pueden producir pellets que son usados como combustible sólido o elaborar bioplásticos, nylon y poliuretanos (Montes et al., 2018).

2.1.4 Producción a nivel Mundial

2.1.4.1 Distribución de la producción mundial

Desde el año 2000 hasta el 2010 a nivel mundial hubo un incremento del 8% en la producción de grano aproximadamente, pasando de 1 371 000 toneladas hasta alcanzar las 1 481 000 toneladas. Más de 95% de la producción de higuierilla en el mundo está concentrada en India, China y Brasil. India con 840 000 ha, cosechadas: China con 210 000 ha; Brasil con 159 205 ha (Bonilla et al., 2016). Alrededor de 30 países cuentan con producciones considerables de este cultivo, los principales productores son India que produce un total de 900 000 toneladas anuales de semilla, le sigue Mozambique con 350 000t anuales, en Sudamérica las principales naciones son Brasil y Paraguay que cuentan con 100 000t y 15 000t respectivamente (Pérez y Pascual, 2015).

2.1.4.2 Rendimiento de semilla

Estudios realizados, sugieren que la producción de la semilla de ricino en variedades mejoradas puede alcanzar un rendimiento de 3 a 4.5 ton/ha/año, esto dependiendo de la densidad de siembra y de la ubicación del cultivo, en elaboración del aceite se logra obtener 1.5 a 2 ton/ha/año y este logra producir alrededor de 687 gal/ha/año, además, que los residuos

de la extracción pueden ser utilizados como suplementos para la elaboración de comida animal (Sánchez et al, 2016).

2.1.5 Importancia del cultivo

La higuera es considerada como alternativa a los productos derivados del petróleo, ya que su aceite, al ser no comestible y por sus características químicas, es una materia prima estratégica, empleada en el sector industrial y energético para la elaboración de pinturas, plásticos, cosméticos, lubricantes, fluidos aeronáuticos y biodiésel; no obstante, se desconocen cuál es la verdadera potencialidad de esta especie en nuestro país, y la sustentabilidad de su cultivo en los diferentes ambientes del territorio (Cardona, 2009).

2.1.6 Descripción taxonómica

La taxonomía sugerida por Mongiello (2015) y Correa (2014) se presenta a continuación:

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobinta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Subrosidae

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Ricinus*

Especie: *Ricinus communis* L.

2.1.7 Morfología

Planta anual o perenne, llegando hasta los 6m al dosel, arbustiva o ramificada, tiene tonalidades que van en los verdes, rojos y amarillos, con capas de cera en algunas variedades, hojas palmeadas con los bordes aserrados, su semilla puede ser ovalada o redonda, la mayoría de las cápsulas presentan espinas (Servicio Nacional de Investigación y Conservación de Semilla de México [SNICS], 2018)

2.1.8 Características morfológicas

2.1.8.1 Raíz

Tiene un sistema pivotante de raíces, que pueden alcanzar profundidades de hasta 5 metros, su composición es fibrosa y su crecimiento es limitado por la cantidad de humedad y tipo de suelo (Córdoba, 2012).

2.1.8.2 Tallo

El tallo es de crecimiento erecto y hueco con entrenudos estos pueden tener tonalidades de color verde, moradas o rojos, con la presencia de cera o no sobre este órgano, de los entrenudos del tallo emergen las hojas (Figura 2), estos nudos se caracterizan por tener una longitud menor mientras más cerca se encuentren de la base, además este puede tornarse leñoso con el paso del tiempo (Díaz, 2013).

Figura 2

Tallos de higuera.



Nota. Coloración morada de tallos de higuera(A), coloración verde del tallo de higuera(B).

2.1.8.3 Semilla

Generalmente tiene forma ovalada, de 0.8 a 3 cm de longitud y de 0.6 a 1.5 cm de ancho, con un espesor que va desde 0.4 a 1.0 cm, este órgano está cubierto por la testa que es una cobertura dura y quebradiza, por debajo se encuentra una capa delgada que cubre al albumen que es la parte rica en aceite. La semilla está constituida por un 25% o 35% de epicarpio (testa) y un 65 - 75% de endospermo; su composición química está dada por agua (5.5%), aceite crudo (48.6%), proteína cruda (17.9%), fibra bruta (12.5%), cenizas (2.5%) y carbohidratos (13%) (Córdoba, 2012).

En el embrión se encuentra la carúncula, para que logren brotar correctamente es necesario que el ambiente se encuentre en los 30°C, las temperaturas inferiores a los 14°C perjudican al nacimiento de las semillas y forman deformidades en las plantas (Montes et al, 2018)(Figura 3).

Figura 3
Semillas de higuera.



Nota. Las semillas presentan diferentes coloraciones, formas y tamaños

Las semillas tienen una coloración muy variada que puede tener tonalidades cafés, rojizas y negras, con manchas de color blanquecino o crema o de una sola tonalidad.

2.1.8.4 Hoja

Es una planta muy frondosa y las hojas tienen una distribución de forma alterna, con filotaxia 2/5; son de forma palmeada y cuentan de 5 a 11 lóbulos acuminados, los bordes son aserrados, las tonalidades pueden ser de color rojos, morados, verdes o amarillo. Las nervaduras pueden tener un color diferente de las láminas, estas pueden o no tener cera (Córdoba, 2012) (Figura 4).

Figura 4
Hojas de higuera.



Nota Tres diferentes hojas de higuera en colores y tonalidades: verde(A), verde claro(B) y verde rojizo(C)
Fuente: SNICS (2018)

2.1.8.5 Flores

Las flores de cada sexo se desarrollan en distintos grupos y diferentes partes de la inflorescencia. En el vértice de esta se hallan las flores femeninas y en la parte superior las masculinas, la relación de flores masculinas en comparación a las femeninas varía entre las variedades, las flores masculinas presentan estambres ramificados, y están marginadas por un perigonio de cinco divisiones, las flores femeninas están formadas por un cáliz de tres a cinco divisiones, que rodean al ovario y con un solo pistilo que es corto que se divide en tres estigmas (Figura 5). Raramente se han encontrado variedades dioicas en otros países (Mongiello, 2015).

Figura 5
Inflorescencias femeninas de higuera.



2.2 MANEJO DEL CULTIVO

El manejo de cultivo es una parte importante para la producción, por ello se toma en cuenta diferentes variables como, tipo de semilla, tipos de suelo, clima de la región y necesidades agronómicas de la planta.

2.2.1 Necesidades agronómicas

2.2.1.1 Clima y suelo

El clima caliente y húmedo es el más propicio para esta especie; con precipitaciones en la época de crecimiento y seco en la cosecha. Como se trata de una especie esencialmente tropical, su producción y rendimiento dependen de las condiciones ambientales. El estrés hídrico en la fase de maduración de los frutos determina bajo peso de la semilla y menor

contenido de aceite. No obstante, se considera que es tolerante a la sequía. La temperatura debe de estar comprendida entre 20° y 35° C (Jachmanian et al., 2009).

En general se considera que es una especie poco exigente, sin embargo, por el desarrollo y estructura de la planta y por la rapidez de su crecimiento requiere suelos profundos y bien drenados. Las texturas pesadas son adecuadas para este cultivo. El pH debe ser ligeramente ácido, pH 5-6,5 aunque hay registros de producción en suelos con valores de 8 (Jachmanian, et al., 2009).

2.2.1.2 Control de malezas

Se puede realizar con herbicidas químicos, en antes o después de encontrada la plaga o bien por medios mecánicos. El cultivo debe permanecer limpio, sobre todo en la fase de crecimiento. Por experiencias locales se recomienda el uso de (Treflán en dosis de 1 a 3 l/ha) incorporado antes de la siembra y se complementa su acción con un pase de cultivadora una vez establecido el cultivo. El combate natural completo consiste de dos a tres limpiezas durante el ciclo (Ministerio de Agricultura y Ganadería "Costa Rica"[MAG], 1991).

2.2.1.3 Riego

La particularidad de la planta de ricino es que ella tiene la capacidad de producir, de forma económicamente viable, con una cantidad de agua considerada insuficiente para otros cultivos. Sin embargo, con mayor disponibilidad de agua, de lluvia o de riego, a productividad será mayor. Para una productividad satisfactoria, son necesarios por lo menos 500 mm de lluvia bien distribuidos a lo largo del ciclo de la planta (Severino y Milano, 2007).

2.2.1.4 Fertilización y pH

El ricino es un cultivo exigente de nutrientes para lograr buenos rendimientos, por lo que es necesario realizar análisis de suelo para conocer los valores nutricionales que tiene el área de siembra, para lograr suplir los nutrientes que haga falta. Cuando el pH se encuentra bajo la escala de 5 se usa cal para reducir la acidez del suelo, esta aplicación debe realizarse tres meses antes de la siembra. Los altos niveles de nitrógeno perjudican la producción de flores y frutos, además que esto incrementa la producción de hojas innecesarias. Para tener un equilibrio se debe dar importancia a las aplicaciones de calcio y fósforo. En el país se fertiliza de la siguiente forma: a la siembra se adicionan entre 50 y 70 kg/ha de fósforo y entre 30 y

50 kg/ha de potasio y nitrógeno; a los veinticinco días se aplican 50 kg/ha de nitrógeno y a los cincuenta días otros 50 kg/ha de nitrógeno (López, 2012).

2.2.2 Cosecha

La cosecha de la semilla se puede realizar cuando se llega a la madurez fisiológica, esta se identifica cuando la cápsula cambia de color a tonalidades más oscuras y la cáscara empieza a romperse de forma longitudinal, especialmente en la hendidura natural del fruto, cuando las variedades son dehiscentes, es necesario realizar la colecta en horas de la mañana antes que comiencen a romperse, los racimos sueltan el fruto en horas cercanas al medio día por lo que se recomienda suspender la cosecha para evitar pérdidas (López, 2012).

2.3 CARACTERIZACIÓN VARIETAL EN PLANTAS

La caracterización en plantas, nos sirve para identificar la variación que existe en una colección de germoplasma, dando como objetivo de esta acción la identificación y diferenciación de distintas accesiones de una especie. En las caracterizaciones se estima la variabilidad que existe en el genoma de una población, para una caracterización varietal es indispensable el uso de descriptores que pueden ser cualitativos y cuantitativos. Los descriptores son atributos que son fáciles de medir, registrar y evaluar haciendo referencia a comportamiento, estructura y formas de la accesión estos valores pueden cuantificarse con valores numéricos, códigos, letras escalas y adjetivos calificativos (Avedaño, 2012).

La caracterización hace referencia a atributos propios responsables de la morfología y la arquitectura de la planta llamadas botánicas-taxonómicas; las cualidades relacionadas con aspectos de manejo agronómico y de producción denominadas (morfo agronómicas) y las evaluativas que son las que se expresan como reacción a estímulos del medio ambiente (Valencia y García, 2020).

La caracterización de la variabilidad que no es detectable a simple vista se denomina molecular porque se refiere a la identificación de productos o funciones internas de la célula. Las técnicas para detectar estas diferencias entran en el concepto de marcadores moleculares (Hernández, 2012), por lo tanto, la descripción es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación.

2.3.1 Variabilidad genética

Se da por organismos disponibles para seleccionar, se encuentra en poblaciones o genotipos previamente adaptados, ya que, de cada especie en estado silvestre, no puede utilizarse directamente, por lo que en el mejoramiento se utilizan en individuos de trabajo propios de una zona y otros no originarios con caracteres de resistencia y mejor producción (Rimieri, 2017).

Existe una gran cantidad de variedades de ricino independientemente de cada región, estas cuentan con caracteres fenotípicos que se pueden observar cómo: tamaño de la planta, color, serosidad de los tallos y peciolos, además; en forma, tamaño color de semillas y racimos y la composición química de la semilla todas estas características varían en función de las condiciones agroecológicas donde se encuentren las plantas (Mogiellio, 2015; Vasco et al., 2017).

2.3.2 Conservación *ex situ*

Se denomina a la conservación de genotipos fuera de su ambiente natural, para uso actual o futuro, esta pertenece al conjunto de actividades de manejo agronómicos para preservar una especie. Estas componen el manejo de los recursos fitogenéticos. La conservación *ex situ* abarca un amplio espectro taxonómico ya que sirve para proteger desde especies silvestres y formas regresivas hasta especies cultivadas, aplicada en especies domesticadas, la técnica busca conservar fuera de su centro de origen las especies y la variabilidad producida durante el proceso evolutivo de domesticación (Jaramillo y Baena, 2000).

2.3.3 Conservación *in situ*

Es la que se realiza en el mismo lugar de origen de la especie a conservar es un proceso para la conservación de recursos fitogenéticos, que tiene como objetivo conservar la variación genética entre y dentro de poblaciones de especies únicas de cada ecosistema. Teniendo en cuenta el ambiente y los recursos fitogenéticos que son complementarios para el desarrollo, además para que este método tenga éxito es necesario realizar monitoreos y manejos específicos para que se conserve el ambiente y mantenga la diversidad genética a través del tiempo (Verzino et al., 2020).

2.3.4 Materiales mejorados

En Brasil en el año de 1936 se desarrollaron variedades mejoradas con resistencia a la deficiencia de los frutos, en la india en la década de los 70 se logró obtener un híbrido con

una productividad del 120% mayor. En finales de la década de los 90 China presentó plantas con alta precocidad, mayor rendimiento, alto contenido de aceite y resistencia a enfermedades (Ventura et al., 2020).

2.3.5 Descriptores gráficos

Son herramientas que mediante el uso de gráficos, dibujos y fotografías donde se puede identificar los caracteres propios de las variedades, esto nos ayuda a distinguir la población de una especie que constituyen una variedad. Esta guía nos permite tomar en cuenta todas las características fisiológicas y morfológicas de la planta para identificar las diferencias entre variedades, estos manuales se pueden usar para trabajos botánicos, agrícolas, laboratorios de análisis de semillas, e instituciones que regulan el mercado de semillas (Jiménez, 2009).

2.3.6 Cultivos promisorios

Los cultivos promisorios, constituyen un recurso de gran interés ya que pueden ayudar a reducir las consecuencias del cambio climático, por ejemplo, estos enriquecen nuestra dieta y como alternativa para contribuir al desarrollo rural desde una perspectiva agroecológica. (Egea et al, 2015).

2.4 MARCO LEGAL

La Constitución de la República del Ecuador (2008) indica en el Eje económico Del Plan de creación de oportunidades 2021-2025, Objetivo 3 Art. 276 “Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”. Y el Artículo 378 menciona:

Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.

Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.

Reconocer la condición de investigador de acuerdo con la Ley

3 MARCO METODOLÓGICO

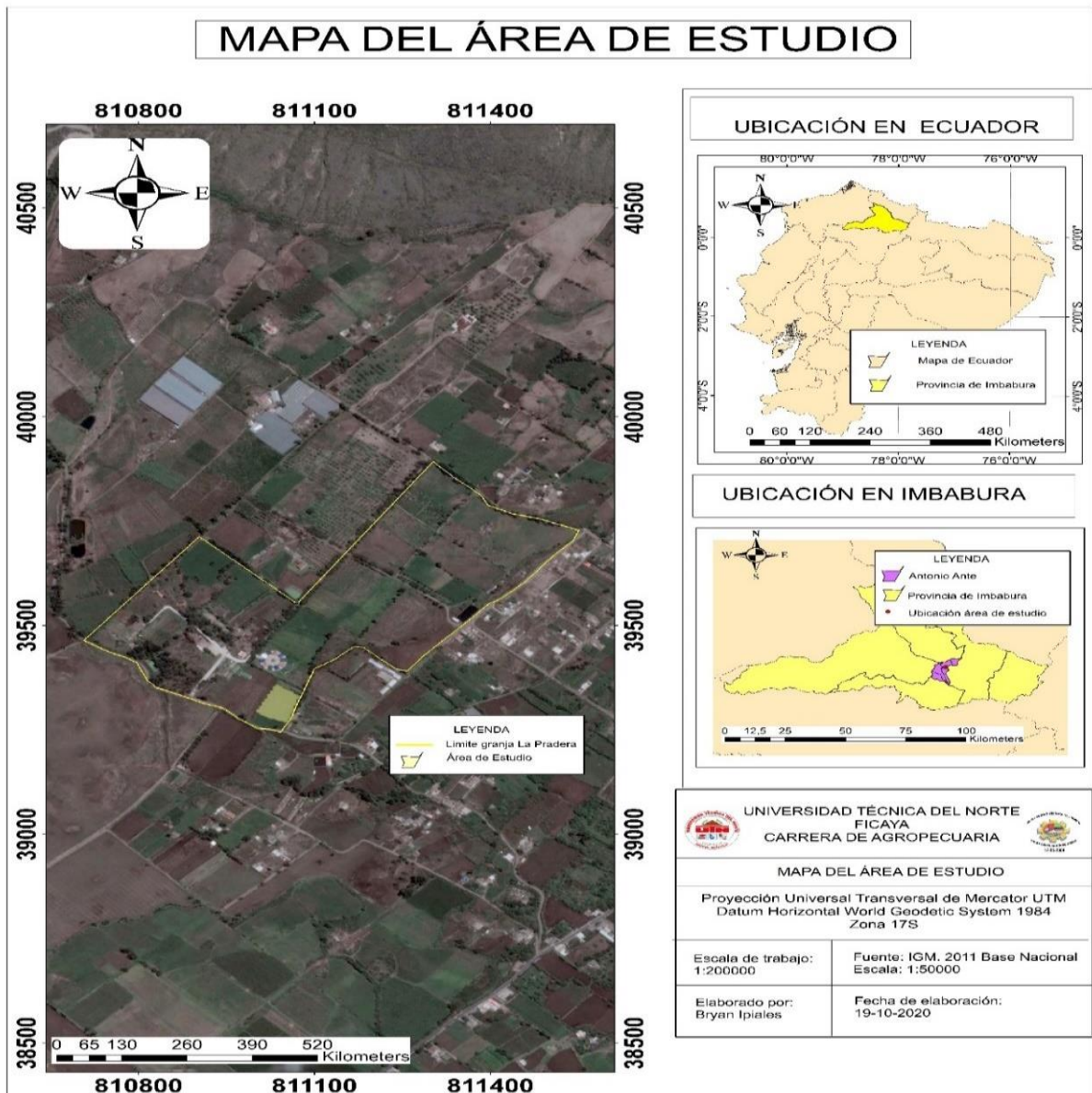
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Parroquia San José de Chaltura, en La Granja Experimental La Pradera, de la Universidad Técnica del Norte, con una superficie de 27.42 ha. El ensayo se realizará en el área marcada (Figura 6) con una superficie de 620m²

Figura 6

Mapa de ubicación de la Granja Experimental la Pradera.



La ubicación del ensayo tiene las siguiente, ubicación geográfica y características climáticas que y edafológicas en el cual se implemento el ensayo.

Provincia: Imbabura

Cantón: Antonio Ante

Parroquia: San José de Chaltura

Latitud: 0° 21' 19" N

Longitud: 78° 11' 32" E

Altitud: 2 340 m.s.n.m.

Temperatura promedio: 14-16° C

Precipitación: 500- 750 mm/año

Tipo de Suelo: Franco

Humedad Relativa: 40-60%

3.2 MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS

3.2.1 Materiales de recolección de racimos

Los materiales que se usaron para la recolección manual de semilla son:

- Costales
- Tijeras de poda

3.2.2 Materiales y herramientas de toma de datos

Para la recolección y diferenciación de las variables a evaluar fueron:

- Libro de campo
- Piolas
- Estacas
- Flexómetro
- Cinta métrica
- Rótulos
- Tiras de Plástico
- Marcadores
- Lápiz
- Balanza
- Gavetas plásticas
- Fundas plásticas
- Calibrador electrónico

3.2.3 Herramientas para mantenimiento de cultivo

Para el mantenimiento del cultivo fueron necesarias diferentes herramientas como:

- Machete
- Moto guadaña
- Pala
- Azadón

3.2.4 Herramientas para la trilla de la semilla

Para la recolección y conservación de la semilla se usó:

- Costales
- Plásticos negros
- Tablas de madera
- Ventilador
- Baldes

3.3 MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en La Granja Experimental “La Pradera”, para determinar el rendimiento de las distintas accesiones de higuera procedentes de la zona Sur del país, que han sido recolectadas por la Universidad Central del Ecuador y entregadas a la institución.

Para la fase de estudio el lote se dividió en 123 accesiones de las cuales solo en 101 pudieron adaptarse a las condiciones climáticas, de este grupo se marginaron 49 accesiones las cuales por razón de que no pudieron llegar a etapa de cosecha no se logró recolectar completamente los datos. Cincuenta y dos accesiones fueron evaluadas, cada accesión se conformó de cuatro, dos, tres o una repetición que se colocó en campo, para finalmente evaluar descriptores cualitativos y cuantitativos. Las 52 variedades de la zona Centro Sur del Ecuador fueron evaluadas utilizando 18 descriptores, tres de tipo cualitativo y quince descriptores de tipos cuantitativos.

3.3.1 Variedades de estudio

Las variedades de estudio son 101 pertenecientes a la colección de semillas de la Universidad Central del Ecuador, y que son originarias de la zona centro sur del Ecuador, la información las variedades como la provincia, ciudad, parroquia y sector de origen y altitud (Tabla 1).

Tabla 1*Datos pasaporte de las distintas variedades estudiadas.*

Código UCE	Provincia	Cantón	Parroquia	Sector	Altitud
UCE-001	Cotopaxi	Pujilí	Poaló	Turuchupa	2915
UCE-002	Cotopaxi	Pujilí	Poaló	Calle principal	2911
UCE-003	Cotopaxi	Pujilí	Pujilí	Redondel vía Zumbahua	2932
UCE-007	Cotopaxi	Salcedo	Salcedo	Frente los Bomberos	2660
UCE-011	Tungurahua	Ambato	La Península	Río de Janeiro	2509
UCE-014	Tungurahua	--	--	--	2350
UCE-016	Tungurahua	Ambato	Pishilata	San Vicente	2626
UCE-019	Tungurahua	Ambato	Totoras	Puente del río Pachánlica	2645
UCE-020	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	Pelileo	El corte	2737
UCE-023	Tungurahua	Cevallos	Cevallos	Santa rosa	--
UCE-024	Chimborazo	Guano	San Andrés	San Miguel	2975
UCE-026	Chimborazo	Guano	La Matriz	Espíritu Santo	2668
UCE-027	Chimborazo	Guano	El rosario	El rosario de los elenos	2653
UCE-031	Chimborazo	Riobamba	San Luis	Tungshi San Nicolas	2644
UCE-033	Chimborazo	Riobamba	Punin	Santa bárbara	2747
UCE-034	Chimborazo	Riobamba	Yaruquies	Atarazoma	2735
UCE-037	Chimborazo	Riobamba	Cubijies	Socorro bajo	2634
UCE-039	Chimborazo	Guano	Chingazo	Tamaute	2504
UCE-040	Chimborazo	Guano	Providencia	--	2524
UCE-041	Chimborazo	Guano	Providencia	--	2525
UCE-046	Chimborazo	Alausí	Sibambe	subida al mirador	2284
UCE-047	Chimborazo	Chunchi	La Matriz	La Armedia	1934
UCE-053	Loja	Célica	Célica	Célica	1750
UCE-074	Tungurahua	San Pedro de Pelileo	--	--	2489

UCE-095	Tungurahua	Patate	--	--	2268
UCE-097	Tungurahua	Patate	--	--	2033
UCE-118	Loja	Paltos	Catacocha	Yamona	832
UCE-138	Loja	Sozoronga	Sozoronga	Yamama	588
UCE-142	Azuay	Paute	--	El cabo	2223
UCE-147	Azuay	El Girón	--	El Girón	2087
UCE-148	Azuay	El Girón	--	El Girón	2086
UCE-149	Azuay	El Girón	--	El Girón	2066
UCE-150	Cañar	Azogues	Chuquipata	Chuquipata	2373
UCE-153	Cañar	--	San Antonio, Paguancay	--	1121
UCE-158	Bolívar	Guaranda	--	--	2540
UCE-159	Bolívar	Guaranda	--	--	2540
UCE-160	Bolívar	Guaranda	--	--	2463
UCE-161	Bolívar	Guaranda	--	--	2478
UCE-162	Bolívar	Guaranda	San Lorenzo	San Lorenzo	2482
UCE-164	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	303
UCE-167	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	308
UCE-168	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	350
UCE-169	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	300
UCE-170	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	302
UCE-171	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	295
UCE-173	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	293
UCE-175	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	300
UCE-176	El Oro	Arenillas	--	--	12

UCE-183	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	305
UCE-184	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San bartolo	302
UCE-192	Manabí	Sucre	Charapotó	La Laguna	249,63
UCE-194	Manabí	Portoviejo	Charapotó	San Roque	125

3.3.2 Diseño experimental

Para la ubicación de las accesiones se usó un modelo en bloques aleatorio simples, las acepciones se ubicarán en las siguientes posiciones dentro del área de estudio (Figura 7), los espacios marcados son pertenecientes a variedades que no se lograron adaptar ya que la investigación se realizara es una continuación, de otro proyecto encargado de evaluar caracteres morfológicos del cultivo de higuierilla.

Figura 7

Disposición de las accesiones en el área de estudio.

S U R C O Nº	LINDERO PARED DE LADRILLO															C A L L E		
	UCE-012	UCE-013	UCE-026	UCE-027	UCE-041	UCE-042	UCE-142	UCE-143	UCE-157	UCE-158	UCE-175	UCE-176	UCE-194	UCE-195	UCE-208		UCE-209	UCE-223
	UCE-011	UCE-014	UCE-025	UCE-028	UCE-040	UCE-043	UCE-138	UCE-144	UCE-155	UCE-159	UCE-174	UCE-177	UCE-193	UCE-196	UCE-207	UCE-210	UCE-222	
	UCE-010	UCE-015	UCE-024	UCE-029	UCE-039	UCE-044	UCE-118	UCE-145	UCE-154	UCE-160	UCE-173	UCE-178	UCE-192	UCE-197	UCE-206	UCE-211	UCE-221	
1	UCE-001	UCE-009	UCE-016	UCE-023	UCE-030	UCE-038	UCE-045	UCE-097	UCE-146	UCE-153	UCE-161	UCE-171	UCE-179	UCE-191	UCE-198	UCE-205	UCE-212	UCE-219
3	UCE-002	UCE-008	UCE-017	UCE-022	UCE-031	UCE-037	UCE-046	UCE-095	UCE-147	UCE-152	UCE-162	UCE-170	UCE-180	UCE-190	UCE-199	UCE-204	UCE-213	UCE-218
	UCE-003	UCE-007	UCE-018	UCE-021	UCE-032	UCE-036	UCE-047	UCE-074	UCE-148	UCE-151	UCE-164	UCE-169	UCE-181	UCE-184	UCE-200	UCE-203	UCE-214	UCE-217
	UCE-002	UCE-006	UCE-019	UCE-020	UCE-033	UCE-034	UCE-048	UCE-053	UCE-149	UCE-150	UCE-167	UCE-168	UCE-182	UCE-183	UCE-201	UCE-202	UCE-215	UCE-216
	LOTE DEL GALPÓN																	

Nota.

Los espacios marcados con color gris son las accesiones donde no existen variedades para evaluar.

3.3.3 Características de la unidad experimental.

- Unidades experimentales: 126
- Variedades en estudio: 101
- Área total del experimento: 630 m²
- Distancias de siembra: 2 m entre planta

- Distancia entre hilera: 2.5 m entre surco
- Número de plantas por sitio: 1-4
- Parcela neta: 4 repeticiones
- Variables del experimento: 15

3.3.4 Análisis estadístico

Se utilizó el programa InfoStat versión 2018, para realizar los análisis estadísticos. Para los caracteres cuantitativos se hizo un análisis de medias de resumen, el que incluyó datos sobre la media, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos, para datos cualitativos se realizó un análisis de tablas de frecuencias.

Posteriormente se realizó un análisis de conglomerados para lo cual los datos cualitativos fueron transformados a una matriz binaria (0-1), tanto datos cualitativos como cuantitativos se emplearon para el análisis de conglomerados. Para lo cual se usó el método de agrupamiento de Ward (1963) y la distancia de Gower (1967), se hizo un dendograma que permitió visualizar el agrupamiento de las muestras que poseen características morfológicas similares.

Para identificar variables cuantitativas significativas, se realizó el análisis de varianza a nivel de grupos y a través del estadístico de Fisher al 5%. Para identificar variables cualitativas significativas, se trabajó con tablas de contingencia, donde se emplearon los datos estadísticos de coeficiente de correlación de Pearson (ρ), Pseudo F, valor-P y Chi cuadrado (X^2).

Para la identificación de materiales promisorios se emplearon descriptores relacionados con la producción y rendimiento los cuales son: el número de días a la cosecha, número de vainas, número de semillas, rendimiento en gramos por planta, color de la semilla, además de clasificarlas según el hábito de crecimiento.

3.4 VARIABLES A EVALUAR

Las variables a evaluar serán de tipo cuantitativas y cualitativas, para la toma de datos todas tendrán su código y unidad de medida se puede observar (Tabla 2)

Tabla 2
Variables a evaluar señalando el código, y unidad de medida.

Código	Descriptor	Carácter	Tipo de carácter
D1. Hab_crec	Hábito de crecimiento	1= Erecto 2= Ramificado 3= Decumbente 4=Matorral	Cualitativo
D2. Vigor	Vigor	1= Alto 2= Medio 3= Bajo	Cualitativo
D3. Apen_cap	Forma o apéndice del fruto	1= Redonda 2= Elíptica	Cualitativo
D4. Altura	Altura de la cosecha del racimo más cercano al suelo	cm	Cuantitativo
D5. Numrp	Número de racimos por planta	Unidades	Cuantitativo
D6. Lon gr	Longitud del racimo	cm	Cuantitativo
D7. Numcr	Número de cápsulas por racimo	Unidades	Cuantitativo
D8. Largc	Largo de la cápsula	cm	Cuantitativo
D9. Ancc	Ancho de la cápsula	cm	Cuantitativo
D10. Pesor	Peso del racimo	g	Cuantitativo
D11. Numsf	Número de semillas por fruto.	Unidades	Cuantitativo
D112. Numtsr	Número total de semillas por racimo	Unidades	Cuantitativo
D13. Lgsem (cm)	Largo de la semilla	cm	Cuantitativo
D14. Ansem (cm)	Ancho de la semilla	cm	Cuantitativo
D15. Grosem (cm)	Grosor de la semilla	cm	Cuantitativo
D16. Peso100	Peso de 100 semillas	g	Cuantitativo
D17. DíasFlor	Días a la floración	días	Cuantitativo
D18. DíasCosch	Días a la cosecha	días	Cuantitativo

Nota.

Todas las variables serán identificadas dentro del ensayo en la tabla se indica código, descriptor, carácter y el tipo de carácter.

3.5 MANEJO DEL ENSAYO

Como primera parte se realizaron las labores culturales de mantenimiento que son podas que se hizo con machetes y limpieza del terreno que se usó moto guadaña y los riegos que se realizaron cada 15 días además de una fertilización de 100g de urea por cada planta.

Para los datos del tiempo de cosecha se tomaron al azar yemas de crecimiento en la planta estas pueden ser de hoja o de flor, luego se seleccionó las que presenten inflorescencia registrando la fecha, se añadió el dato de cuando el racimo este maduro y cuando el racimo esté listo para la cosecha esta variable se midió en días.

Para obtener los datos de largo de racimo, numero de racimos por planta, peso de racimo y altura de racimo se procedió a recolectar los que estén aptos para cosecha (que presentaron más del 80% de las cápsulas secas) esto se hizo manualmente con las tijeras de poda y recolectados en bolsas numeradas, para luego almacenarlas en una bodega.

Después se procedió a la trilla que se realizó en días soleados para facilitar la recolección, se lo realizara de manera mecánica con una tabla que se frotara sobre las semillas que estarán distribuidas en el suelo para obtener los valores de los variables de largo, ancho, grosor de semilla y peso de 100 de semilla.

Las muestras serán almacenadas en fundas plásticas con los códigos de cada sitio de siembra, y estas serán depositadas en gavetas plásticas por hileras de cultivo, en un lugar semi húmedo para conservar la latencia de las semillas.

3.5.1 Variables cualitativas

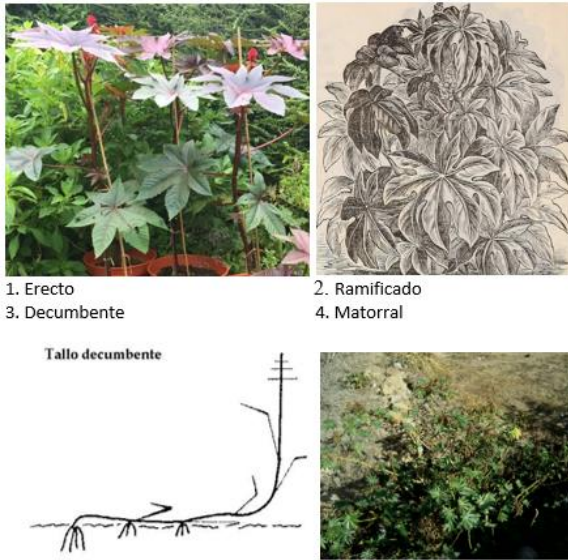
3.5.1.1 Hábito de crecimiento

Mediante observación directa de la planta adulta, desde una distancia de al menos un metro se realizó la observación del hábito o forma de crecimiento que poseen las plantas, al momento de la floración. Se identifico el hábito que presente la planta en base a los siguientes códigos (Avenidaño & Zamarripa, 2012)(Figura 8).

- 1. Erecto:** tubieron un tallo principal donde nace la inflorescencia
- 2. Ramificado:** son plantas que del suelo emerge un tallo principal que se divide en ramas donde nacen hojas e inflorescencias.
- 3. Decumbente:** estas son plantas las cuales sus ramas secundarias se entierran y dan origen a nuevas plantas.
- 4. Matorrales:** son plantas que del suelo emergen varias ramas que en las mismas se originan hojas e inflorescencias.

Figura 8

Diferentes hábitos de crecimiento que tiene la higuera.



Nota

Fuente. Avendaño & Zamarripa 2012

3.5.1.2 Vigor de la planta

Se medio bajo observación directa y se clasifico el vigor de la planta según la siguiente escala, como indica en la figura (Avendaño & Zamarripa, 2012)(Figura 9).

- 1. Alto:** No se pudieron observar los tallos por interferencia de las hojas.
- 2. Medio:** los tallos se pueden observar fácilmente y tienen una cantidad considerable de hojas.
- 3. Bajo:** existe pocas hojas en la planta.

Figura 9

Ilustraciones de los diferentes tipos de vigor que tiene la higuera baja(A), mediana(B), alta(C).



3.5.1.3 Forma del apéndice de la capsula

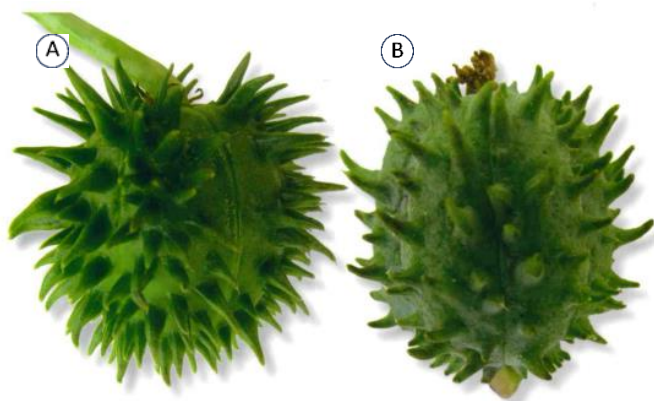
Mediante observación directa se tomaron 2 capsulas de la parte media del racimo dato que se tomó cuando aún el racimo se encontraba inmaduro, y se clasifico de acuerdo a la escala de forma 1-2(Avendaño & Zamarripa, 2012)(Figura 10).

1: Redondo. Si el largo y el ancho tienen longitudes similares a simple vista

2: Elíptico. Si el largo y el ancho no tienen longitudes similares a simple vista

Figura 10

Capsula con forma redonda (A) y capsula con forma elíptica. (B).



Nota

Fuente. Avendaño & Zamarripa 2012

3.5.2 Variables cuantitativas

Son las variables a las cuales sus características fueron medidas por asignación de un valor numérico en diferentes unidades de medida como tiempo, peso, longitud y número de unidades, con el uso de aparatos sean balanzas, cintas métricas y registros.

3.5.2.1 Altura de la planta

Se determino la altura de la planta midiendo desde el suelo hasta el ápice del racimo de la ramificación principal, de la misma. La medición se tomó en cada una de las repeticiones de cada accesión, se hizo con un flexómetro.

Figura 11

Método para medir la altura de la planta



3.5.2.2 *Número de racimo por planta*

Se contaron los racimos que produjo cada repetición por accesión para lo cual se usaron costales para su recolección los cuales estarán numerados según accesión y repetición.

Figura 12

Recolecta de los racimos



3.5.2.3 Longitud del racimo

Se selecciono cinco racimos por repetición de cada accesión y con una cinta métrica se midieron desde la base hasta el ápice del mismo, estos datos se tomaron cuando ya esté seco y listo para la cosecha (Figura 13).

Figura 13

Longitud de racimo con semillas secas de muestra



3.5.2.4 Número de cápsula por racimo

Se selecciono cinco racimos por repetición de cada accesión y se contaron todas las cápsulas individualmente por racimo (Figura. 13).

3.5.2.5 Largo de la cápsula

Se registro el largo de cinco cápsulas (Figura 14) de un racimo por repetición de cada accesión y con un calibrador se midió una por una desde la base hasta la parte terminal longitudinalmente. La toma de dato de cápsula es en estado inmaduro.

Figura 14

Técnica para medir ancho y largo de capsula.



3.5.2.6 Ancho de la capsula

Se registro el largo de cinco cápsulas (Figura 14) de un racimo por repetición de cada accesión y con un calibrador se midió una por una a nivel de la zona Ecuatorial. La toma de dato de cápsula es en estado inmaduro

3.5.2.7 Peso del racimo

Se tomaron cinco racimos por repetición de cada accesión y se registrará el peso del racimo, para lo cual se usó una balanza y el valor será expresado en gramos sin decimales.

3.5.2.8 Número de semillas por fruto

Se escogieron cinco cápsulas de un racimo por repetición de cada accesión y se procedio a contar el número de semillas presentes en cada fruto (Figura 13).

3.5.2.9 Número total de semillas por racimo

Se multiplico el número de semillas en cápsula por el número total de frutos del racimo. Se registro el dato de cinco racimos por repetición de cada accesión.

3.5.2.10 Largo de la semilla

Se registro el largo de diez semillas las cuales se escogerán al azar y con un calibrador electrónico se midió una por una desde la base hasta la canícula. La toma de dato se realizó después de la trilla (Figura15).

Figura 15

Medición del ancho/largo/grosor de semillas.



3.5.2.11 Ancho de la semilla

Se registro el ancho de diez semillas las cuales se escogieron al azar y con un calibrador electrónico se midió una por una a nivel Ecuatorial. La toma de dato se realizó después de la trilla (Figura 15).

3.5.2.12 Grosor de la semilla

Se registro el grosor de diez semillas las cuales se escogerán al azar y con un calibrador electrónico se midió una por una a nivel ecuatorial en la parte más angosta de la semilla. La toma de dato se realizó después de la trilla (Figura 15).

3.5.2.13 Peso de 100 semillas

Se peso cinco veces 100 semillas escogidas al azar del total recolectado de cada accesión, se usó una balanza digital y se utilizaron en gramos sin decimales (Figura 16).

Figura 16

Medición de 100 semillas



3.5.2.14 Días de floración

Se tomaron 5 inflorescencias al azar de cada accesión, se procedió a etiquetar con un plástico azul en el cual se registró la fecha de inicio de la flor hasta el primer secado de una cápsula.

Figura 17

Muestras de inflorescencias que presenta las diferentes variedades de higuierilla.



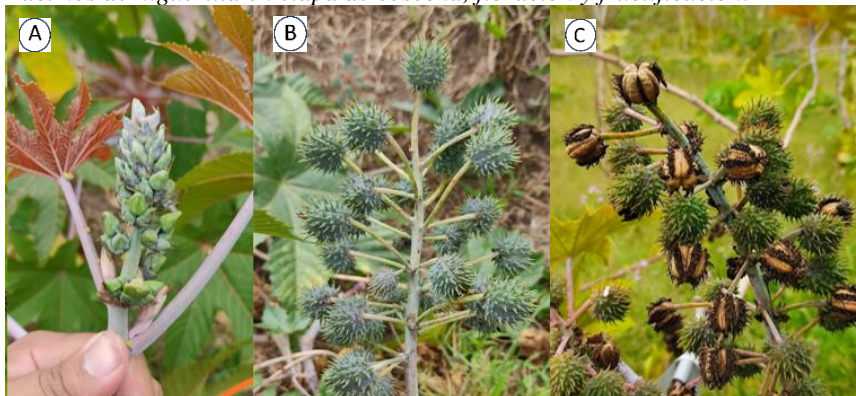
Nota. Las plantas pueden presentar diferentes tipos de inflorescencias Fuente: SNICS (2018).

3.5.2.15 Días a la cosecha

Se llevo un registro desde el primer secado de una capsula hasta cuando el racimo presento el 80% de maduras. Y se contaron los días (Figura 18) en cada etapa fenológica.

Figura 18

Racimos de higuierilla en etapa de cosecha, floración y fructificación.



Nota

Etapas que tuvo un racimo de la accesión UCE-157.

3.6 Alternativas y estrategias de uso

En los últimos 50 años el Ecuador ha tenido un desarrollo en la industria de plantas oleaginosas sean estas herbáceas o leñosas que tienen como característica los altos contenidos de aceite en las semillas. En el país la higuierilla es capaz de colonizar áreas no aptas para otros tipos de cultivos lo que sería una alternativa a cultivos tradicionales para aprovechar espacios que no están siendo aprovechados por agricultores (Andrade,2012). En el cantón Antonio ante existen proyectos para la preservación e identificación de áreas con germoplasma que puede usarse para mejorar el desarrollo social y económico (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Antonio Ante [GADCAA], 2012).

De la higuera se puede obtener beneficios de todos sus componentes además de la gran cantidad de productos que se derivan de las mismas hace que este cultivo sea una alternativa para diversificar los cultivos en la región. Actualmente la mayor parte de aceite que se produce tiene como destino el uso industrial. Se lo ha empleado en fabricación de cuero artificial, pinturas, barnices, linóleos, lubricante de motores de altos regímenes de trabajo, etc. El aceite contiene entre el 70-77 por ciento de los triglicéridos de ácido ricinoleico. A diferencia de las propias semillas, no es tóxico. En la actualidad se encuentran aplicaciones, en la industria de pinturas y barnices, así como para la fabricación de lubricantes y líquidos para frenos (Recalde y Altisent, 2009).

En el diccionario de plantas útiles del Ecuador, la hoja de la higuera sirve de alimento para el ganado vacuno, así como también es una planta productora de polen que es usada como recurso melífero y sus semillas son usadas para vetas, jabones, cremas, sebo para ratas y aceite de ricino. Sirve como remedio para cólicos, reumatismo, heridas infectadas y espanto. Con respecto a la torta de higuera se menciona que sirve para la fabricación de fertilizantes orgánicos, especialmente para la caña de azúcar (Vallejos, 2016).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se indican los resultados y discusión que se obtuvieron en el tiempo desarrollo de la investigación, en base a los objetivos específicos propuestos.

4.1 COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

Los resultados del análisis de los descriptores agronómicos de la higuera se presentan en dos secciones: 1. Análisis de conglomerados, 2. Análisis de variabilidad de datos cuantitativos. Cabe mencionar, que se consideraron 18 descriptores (14 cuantitativos y 4 cualitativos) en el primer análisis poblacional. Para el siguiente análisis se tomaron en cuenta 12 descriptores todos cuantitativos, los mismos que se tomaron en cuenta por su relevancia a partir de análisis de variancia y conglomerados previamente realizados, para lograr una estructura de dendrograma en relación al coeficiente cofenético.

4.1.1 Análisis de conglomerados

En este tipo de análisis, se seleccionó únicamente los descriptores contribuyeron a la disimilitud entre grupos, que se obtuvieron mediante análisis previos, con el objetivo de que el dendrograma sea más estable en cada agrupación formada. Para establecer relaciones de similitud en el germoplasma, se formó un dendrograma en base a las 52 accesiones seleccionadas, mediante un análisis de agrupamiento de entradas. El grupo I conformado por 16 accesiones, el grupo II que se conformó por 12 accesiones y finalmente el grupo III que se integró por 24 accesiones.

El coeficiente cofenético indica una alteración mínima en la estructura de los datos y los valores varían entre los 0.60 y 0.95. En la investigación se obtuvo un coeficiente cofenético de 0.55, valor que, aunque no se encuentra dentro del rango, pero es cercano al valor mínimo con 0.05 de diferencia del rango mencionado lo que indica una estable representación de la matriz de similitud del dendrograma.

4.1.1.1 Grupo I

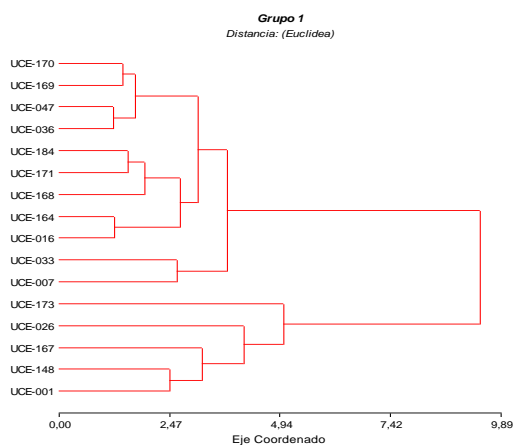
El grupo I está formado por 16 accesiones (Figura 20), las variables que obtuvieron valores más altos fueron: longitud del racimo con una media de 115.66cm y un C.V. (coeficiente de

variación) del 24.86, número de capsulas por racimo tuvo una media de 49.33 unidades, peso por racimo con una media de 60.04g con una C.V. de 44.8g y peso en 100 semillas con una media estándar de 20.36g.

Las accesiones son materiales con habito de crecimiento tipo ramificado y matorral. Según Goodarzi et al. (2011) en los C.V. en longitud de racimos es de 27.46cm en cuanto a número de capsulas por racimo indica que existe una media de 115 capsulas, en el peso del racimo con valores de 63.69g y un C.V. de 75.90

Figura 19

Dendrograma con 16 materiales que conforman el grupo I

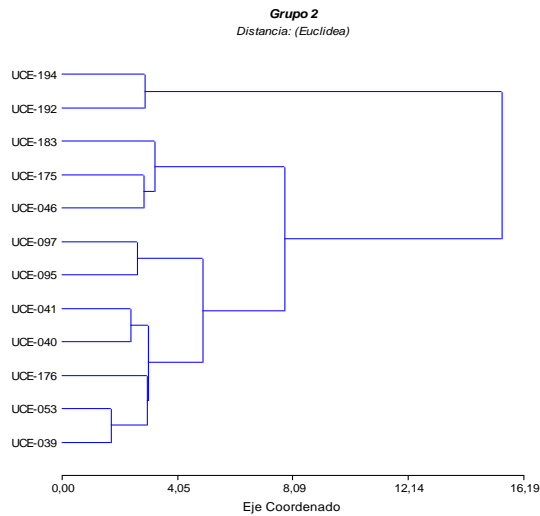


4.1.1.2 Grupo II

El grupo II está conformado por 12 accesiones (Fig.21) las variables más representativas de este grupo fueron: altura del primer racimo a la cosecha con una media de 140.26cm y un C.V. 24.86, el largo de capsulas muestra valores máximos de 2.71cm y mínimos de 1.49cm ancho de capsula, ancho de semilla, grosor de semilla, largo de semilla

Figura 20

Dendrograma de accesiones con 12 materiales que conforman el grupo II

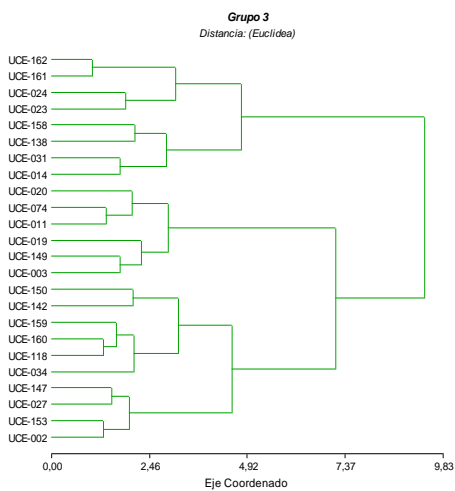


4.1.1.3 Grupo III

El grupo III se conforma por 22 accesiones (Fig.22) las variables más representativas de este grupo fueron: RTO (Recolección Total Obtenida), esta variable se obtuvo del peso total en gramo en tres cosechas de cada accesión, señalando que varias accesiones estaban incompletas o solo pudieron realizarse una sola cosecha. Con un total de 695.42g recolectados es la segunda más representativa siendo inferior a los 874.06 g promedio por accesión que se obtuvo del grupo I, y superior a los 671.25g que se obtuvieron del grupo I, pero que en el análisis de medias no existe diferencia significativa entre los tres grupos.

Figura 21

Dendrograma de 24 materiales que conforman el Grupo III



4.1.2 Valor discriminante para caracteres cuantitativos identificados por grupo.

Para la evaluación de los valores discriminantes de los caracteres cuantitativos se la realizo mediante la prueba de Fisher al 5% lo que permitió realizar las comparaciones entre grupos y seleccionar los descriptores que presentan una mayor relevancia. Los valores de la prueba de Fisher y valores promedios obtenidos de las 18 variables, de las que tres fueron cualitativas; habito de crecimiento, forma de la capsula y vigorosidad de la planta, valores cuales no tuvieron mayor relevancia.

En tanto a las variables cuantitativas fueron 15 de las que se recolectaron datos, del total tres descriptores no mostraron diferencia significativa entre ellas por lo que no se las considero para la investigación; Numero de racimos por planta, Días de fructificación y días de cosecha, ya que su valor la prueba Pearson al 5% fue $p > 0.05$ lo que indica que no existe diferencia entre las accesiones. Lo que da un total de 11 descriptores que se evaluarán.

El grupo 1 (GI), obtuvo en cuatro descriptores los valores más altos en comparación al GII y GIII, los valores que sobresalieron fueron: longitud del racimo con una media de 34.10cm, lo que hace que el número de capsulas por racimo (49.33 en promedio) sea mayor a las demás accesiones, así como, el peso en del racimo (60.04 g), en este grupo se encuentra las accesiones con mayor peso en 100 semillas con una media de 20.36g (Tabla 3).

Tabla 3

Parámetros para seleccionar los valores discriminantes en caracteres cuantitativos de las cincuenta y dos accesiones de higuera.

Código	Variable	GI	GII	GIII	CV	P-valor
Altura	Altura del racimo (cm)	130,29	140,26	93,6	17,38	0,0001
D6. LongR	Longitud de Racimo (cm)	43,82	35,57	27,07	29,15	0,0001
D7. NumCR	Numero capsulas por Racimo	67,52	39,1	41,92	37,71	0,0002
D8. Lar_Ca (cm)	Largo de capsula (cm)	1,82	2,05	1,73	9,95	0,0001
D9. Anc_C	Ancho de Capsula(cm)	1,75	1,98	1,65	10,6	0,0001
D10.Peso_R	Peso de racimo(g)	80,05	53,18	49,35	39,19	0,001
D13.L_Sem	Largo de semillas (cm)	1,11	1,33	1,04	7,94	0,0001
D14.A_Sem	Ancho de Semilla(cm)	0,67	0,84	0,64	10,11	0,0001
D15.G_Sem	Grosor de semilla(cm)	0,48	0,57	0,47	6,82	0,0001
D16.P100S	Peso en 100 semillas (g)	18,46	30,12	17,15	26,28	0,0001
RTO	Recolección total (g)	874,06	671,25	695,42	79,19	0,5316

Nota

La recolección total es una variable cuantitativa en la que no se encontró diferencia significativa entre las accesiones, por que existían márgenes muy extensos en los valores de la cosecha por lo que se procedió a evaluar el rendimiento individual de las mejores accesiones (Tabla 8).

En el grupo 2 (GII), se conforma por las accesiones que tienen el mayor número características con los valores más altos en lo que se refiere a la semilla 1.33cm y capsulas 2.05cm teniendo una mayor longitud (Tabla 3), en comparación a las variedades evaluadas por (Camacho, 2013) que tiene longitudes de capsula de 1.5 - 2 cm y en el largo de semilla rangos de 0.5 a 1.2cm.

En el descriptor altura en el grupo dos (GII) se encontró que el valor de 140.26 cm (Tabla3) es superior a la media de 110.42cm del promedio general, y que los grupos tres (GI) y grupo dos (GIII) no presenta diferencia significativa entre sí, Estos valores coinciden con los obtenidos en una investigación en Costa Rica por (Campos et al, 2014) con valores que varían entre 110cm y 160cm en plantas con diferentes tratamientos de nitrógeno, pero estos no coinciden con el estudio realizado en México por Basulto et al, 2019 ya que estos mencionan valores de 154cm hasta los 419cm de altura de la planta.

Las variables del grupo tres (GIII), fueron las que menor resultado obtuvieron siendo estas variedades de menor altura (93.6 cm) con racimos de 27.07cm y ancho de semillas de 1.04 siendo las de menor tamaño, siendo igualmente bajos en comparación a los datos obtenidos por (Goodarzi et al, 2012), siendo la longitud media de los racimos de 46.65 cm y mínima de 32.8cm.

4.1.3 Variabilidad morfológica de los caracteres cuantitativos de las accesiones de la zona centro sur del Ecuador.

Los análisis de las variables cuantitativas mostraron que en el descriptor número de capsulas por racimo fue el que registró un coeficiente de variación CV de 44.7 % (Tabla 3), siendo una de las característica con mayor variabilidad y por otro lado el grosor de las semillas presento menor variabilidad con un coeficiente de variación de 10.08% (Tabla 3), se usaron parámetros estadísticos como la media aritmética (\bar{x}) que es expresada en sus mismas unidades de la variable tal como se menciona en , Paz (2007) y el coeficiente de variación (CV) ayuda a determinar si la investigación es válida, por lo tanto acepta o rechaza el experimento, ya que si (CV) se aproxima a cero deja de ser útil como lo mencionan (Bowman, 2001; Patel, 2001).

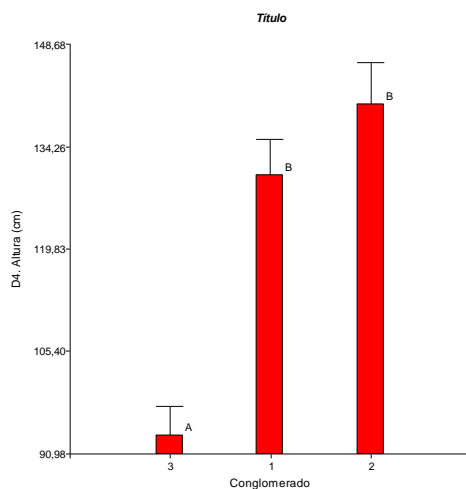
Además de considerar lo que menciona, Pimentel (1985) que señala, si en experimentos agrícolas el (CV) se considera bajo cuando este es inferior al 10%, medio en rangos de 10 a 20%, alto de 20 a 30% y superior a 30% son muy altos, lo que significa que la investigación es válida y la variación es significativa.

4.1.3.1 Altura del primer racimo

En este carácter la accesión con menor valor fue (UCE-159 Bolívar) grupo III con una altura de 52.7 cm, y la de valor máximo (198.8 cm) fue la variedad proveniente de la provincia de Manabí UCE-175 del Grupo II (Figura 23). Comparando con los datos de la colección centro Norte del Ecuador obtuvieron valores entre 64.2 cm (UCE-196 Manabí) y 415 cm (UCE-046 Chimborazo) mostrando que las plantas de la zona centro tienen menor tamaño (Escobar, 2021).

Figura 22

Análisis del descriptor altura al primer racimo de las 52 accesiones pertenecientes a la colección nacional de higuierilla de la zona centro sur, de la colección nacional de higuierilla dividida en tres conglomerados.



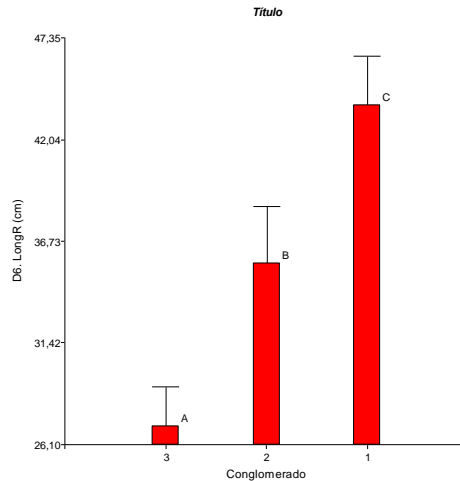
Investigaciones realizadas en Brasil por Arruda et al. (2010) mencionan que el tamaño ideal en plantas de ricino no existe, sin embargo, materiales originarios de México se encontró plantas con alturas promedio de 184 cm y un máximo de 200 cm de altura, así mismo un estudio brasileño que evaluó los caracteres agronómicos realizado por Fanan et al. (2009) indica que existe variación en las alturas de las plantas entre 150 cm a 180 cm en una sola variedad. Tomando en cuenta a Mendoza (1985) que indica rangos de altura de grandes a partir de los 300 cm en adelante, variedades enanas menores a 150 cm y variedades medianas de 150cm hasta 300 cm.

4.1.3.2 Longitud del racimo

En el grupo de conglomerados I (Figura 24) se encuentra las variedades con mayor tamaño de racimos, siendo la accesión UCE-173 originaria de Manabí la de mayor tamaño (60.33 cm), y la variedad que presento el menor tamaño fue la UCE-194 del Grupo II originaria de la misma provincia, con tamaño de racimo de 14.7cm. en comparación a estudios realizados por Goodarzi et al (2012), que menciona que variedades hibridas que van desde los 16.4cm a los 51.8cm, lo q indica que las variedades la colección de higuerrilla de la zona centro sur, muestra más variabilidad de tamaños de racimos que están sobre y por debajo de variedades comerciales.

Figura 23

Análisis del descriptor longitud de racimo de las 52 accesiones pertenecientes a la colección nacional de higuerrilla de la zona centro sur, de la colección nacional de higuerrilla dividida en tres conglomerados.



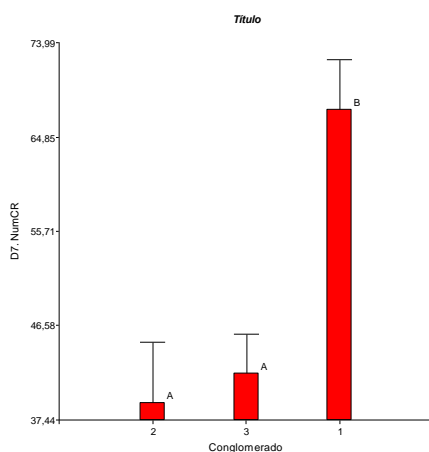
Variedades pertenecientes a la zona norte del Ecuador presentan diferentes longitudes; racimos pequeños con un largo de 12.25cm (UCE-062), valores intermedios con 43.39cm y el valor máximo encontrado de 85 cm (UCE-100) originaria de Pichincha. Según Solís et al. (2016) indica que la variante longitud de racimo debe de considerarse para seleccionar materiales altamente productivos. En tanto Valencia et al. (2019) menciona en su investigación realizada en el norte de Sinaloa indica que existe racimos con longitudes menores a 40cm siendo mayores a la media encontrada en los conglomerado III que presentan los racimos de menor tamaño con 14.7 cm y los de mayor tamaño ascienden a 73, siendo mayor en 13cm comparados con la media del conglomerado I que tienen 60.33cm.

4.1.3.3 Numero de capsulas por racimo

Para el descriptor número de capsulas por racimo (Figura 25) las variedades que presenta un mayor número de semillas son pertenecientes al conglomerado I, teniendo la accesión UCE-173 originaria de Manabí la de mayor numero de capsulas por racimo (118.35), y la variedad que presento la menor cantidad es la UCE-034 del Grupo III originaria de la provincia de Chimborazo, con una media de 67.52 entre todas las accesiones la más cercana a este valor es UCE-168 de Manabí.

Figura 24

Análisis del descriptor número de capsulas por racimo de las 52 accesiones pertenecientes a la colección nacional de higuera de la zona centro sur, de la colección nacional de higuera dividida en tres conglomerados.



Distintos resultados fueron presentados por Mazzani et al (2009) que obtuvieron como mínimo 24 y máximo de 138 semillas por racimo, con un coeficiente de variación de 63.86 de procedencia del estado de México valor muy alto que confirma la variación de este descriptor.

El número de semillas que se obtuvieron se encuentra entre 20 (UCE-072) y 213 (UCE-052) procedentes de la provincia de Pichincha de la colección nacional de higuera, con promedio un de 105 semillas por racimo (Escobar, 2022)

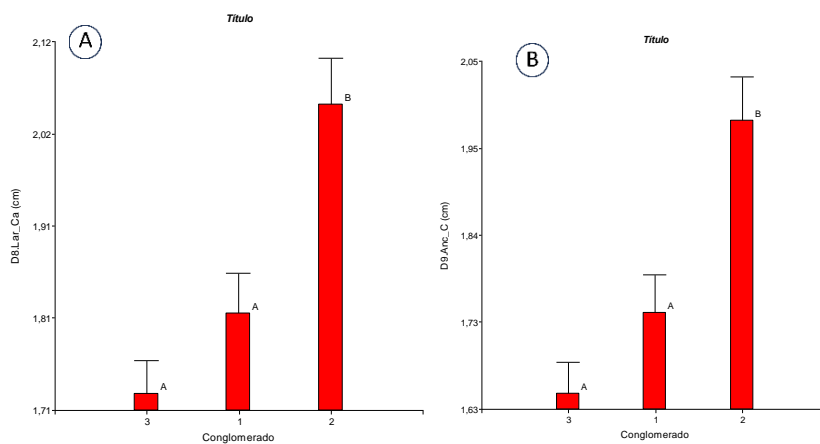
4.1.3.4 Largo de capsulas y Ancho de capsulas

Con respecto al descriptor largo de cápsula (Figura 26), se determinó dos categorías; predominó la accesión UCE-192 del Grupo II con un largo de cápsula de 2.71cm procedente de Manabí y la accesión UCE-150 del Grupo I, con un menor largo de cápsula de 1.49cm procedente de Cañar.

En el descriptor ancho de cápsula (Figura 26), el valor mayor se encontró en la accesión UCE-194 con un ancho de cápsula de 2,71cm procedente de Manabí y la accesión UCE-150, con un menor largo de cápsula de 1.38cm procedente de Cañar. Cabe señalar que la accesión UCE-192 tiene el mayor largo de capsula y su ancho es de 2.45cm siendo las capsulas de mayor tamaño que se obtuvo datos.

Figura 25

Análisis del descriptor largo de capsula(A) y ancho de capsula(B) de las 52 accesiones pertenecientes a la colección nacional de higerilla perteneciente a la zona centro sur, dividida en tres conglomerados.



Los resultados presentados por Escobar (2022), mencionan que accesiones originarias de la zona norte del Ecuador presentan un ancho de capsula de 3.26cm lo que es superior al valor máximo que se encontraron en la investigación que son de 2.71cm, sin embargo, los valores mínimos no presentan mayor diferencia ya que los datos de Escobar (2022), indican, que el valor mínimo fue de 1.39cm y en la investigación se obtuvo el valor mínimo de 1.49cm, lo que indica que existe una mayor variabilidad en este descriptor, en materiales originarios de la Zona Centro Norte del Ecuador.

En lo que se refiere al largo de la capsula se obtuvo un valor máximo de 2.71cm y un mínimo de 1.49, mientras que Escobar (2021) obtuvo un valor máximo de 3.44 y el mínimo de 1.51, lo que indica que el valor mínimo es igual y existe una variación en los valores máximos, pero se encuentran dentro del rango de las demás accesiones.

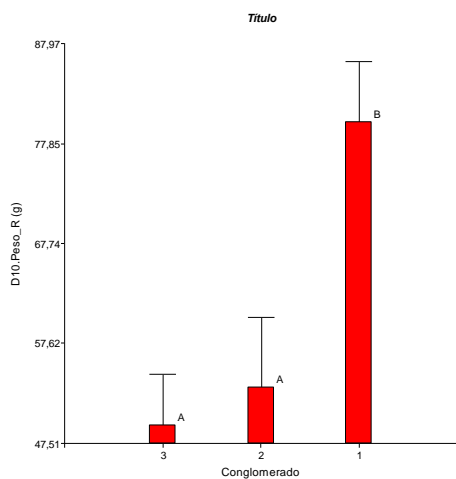
4.1.3.5 *Peso del racimo*

El peso del racimo una de los caracteres más importantes ya que de este se determinarán la cantidad de capsulas, así como o el largo del mismo, ya que si es de una gran longitud y el

peso es bajo indica que existe dehiscencia (caída de la semilla del racimo antes de llegar a la madures), en el análisis de conglomerados (Figura 27) se observa que el mayor valor de las medias es de 80.05g que es del grupo II, observando individualmente la variable se puede observar que la accesión con un peso mayor es de 145g, accesión UCE-173 que es originaria de la provincia de Manabí del grupo de conglomerados I, y la de menor peso fue de 18.44g accesión UCE-176 de la provincia del Oro que pertenece al Grupo II.

Figura 26

Análisis del descriptor largo de capsula y ancho de capsula de las 52 accesiones pertenecientes a la colección nacional de higuera perteneciente a la zona centro sur, dividida en tres conglomerados.



En el análisis de medias de LSD Fisher (Tabla 3) con valor $p > 0.05$, indico que, entre Grupo II (53.18g) y el Grupo III (49.35g) no existe diferencia significativa, siendo el grupo tres el que mayor diferencia de medias estadísticas tiene con 80.05g.

Datos obtenidos por Goodarzi., et al (2012), en material genético seleccionado, muestran que un peso medio de los racimos seco con capsulas es de 59.19g el máximo llego a los 128.94g y el mínimo solo alcanza los 11.11g. Mientras que en la investigación se obtuvo un valor medio de 60.04g, un valor mínimo de 18.44g y el máximo que alcanzo los 145g (Tabla 3). Lo que indica que las accesiones están dentro del rango de valores de variedades destinadas a producción.

4.1.3.6 Longitud, largo y ancho de semilla

Siendo la semilla de ricino el factor más importante para la obtención de aceite, el tamaño de estas determinara si se pueden considerar como materiales promisorios. Para este valor se determinó que los tres descriptores: ancho, largo y grosor como un solo factor, siendo el

grupo II el que mayor valor presenta con respecto a los demás con una media (Tabla 4) de 1.33cm de largo, con un ancho de 0.84cm y un grosor de 0.57cm, siendo superiores a los valores encontrados en el grupo I, con largo de 1.11cm, un ancho de 0.67cm y un grosor de 0.48cm, que son similares al grupo III, con un largo de 1.04cm un ancho de 0.67cm y un grosor de 0.48cm,

Tabla 4

Análisis de medias de los tres conglomerados, coeficiente variación, valor máximo y mínimo

Descriptor	Media GI	Media GII	Media GIII	C.V.	D.E.	Valor máximo	Valor Mínimo
Largo de semillas (cm)	1,11	1,33	1,04	12.62	0.14	1.49	0.85
Ancho de Semilla(cm)	0,67	0,84	0,64	15.06	0.10	1.17	0.54
Grosor de semilla(cm)	0,48	0,57	0,47	10.08	0.05	0.73	0.42

La accesión con el valor más alto en largo de semilla fue UCE-194 del grupo II, originaria de la provincia de Manabí con un valor máximo de 1.49cm, el valor mínimo se encontró en la accesión UCE-147 del grupo III, con 0.85 cm.

En ancho de semilla, fue la accesión UCE-194 del grupo II, originaria de la provincia de Manabí con un valor máximo de 1.17cm, el valor mínimo se encontró en la accesión UCE-150 originaria de la provincia de Cañar del grupo III, con 0.54 cm.

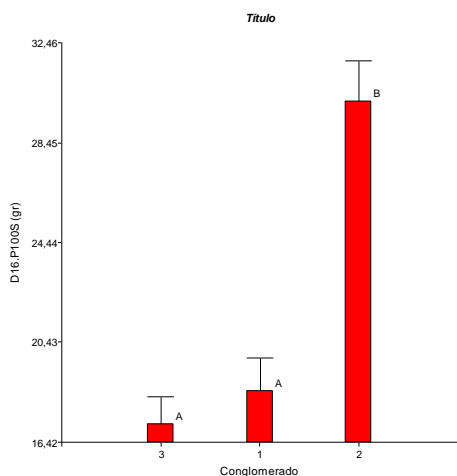
En el carácter grosor de semilla, la accesión que más resalta es la UCE-194 del grupo II, originaria de la provincia de Manabí con un valor máximo de 0.73 cm, el valor mínimo se encontró en la accesión UCE-150 originaria de la provincia de Cañar del grupo III, con 0.42 cm.

4.1.3.7 Peso en 100 semillas

El peso obtenido en 100 semillas es un valor muy importante a considerar (Figura 24) se observa que el mayor valor de las medias de los conglomerados es de 30.12g que es del grupo II teniendo una diferencia significativa mediante análisis LSD Fisher con $p < 0.005$, tanto con el grupo III con un valor de 17.15g, y el grupo I con valor medio de 18.46g son significativamente similares.

Figura 27

Análisis del descriptor largo de capsula y ancho de capsula en centímetros, de las 52 accesiones pertenecientes a la colección nacional de higuera perteneciente a la zona centro sur, dividida en tres conglomerados.



Datos obtenidos por Valdemar et al (2012), en material silvestre recolectado en la provincia de Imbabura, muestran que un peso medio en 100 semillas es de 18.17g el máximo llega a los 66.08 g en la parroquia de los Andes en y el mínimo solo alcanza los 6.4g en el sector de Ambuquí. La investigación una media en peso en 100 semillas de 20.4g, un valor mínimo de 10.7g de la accesión UCE-150 de la provincia de Cañar y el máximo que alcanzó fueron 60.0g en la accesión UCE-194 de la Provincia de Manabí (Tabla 3). Lo que indica que las accesiones están dentro del rango de valores de variedades de la Zona donde se estableció el cultivo

4.1.3.8 *Peso total de la cosecha y rendimiento*

En el análisis de correlación de Pearson el p-valor = 0.5316, lo que mediante este análisis no existe diferencia significativa entre los conglomerados, pero esto se debe a la gran variación que existen en los conglomerados, entre los valores encontrados en las diferentes accesiones con un máximo de 2725g en el grupo I y mínimo de 10g en el grupo III (Tabla 5).

Tabla 5

Análisis del peso de total de la recolección de semillas en gramos.

	Media	D.E.	C.V.	Min	Max
Grupo I	874.06	625.43	71.55	100	2725
Grupo II	671.25	487.62	72.64	35	1445
Grupo III	695.42	530.66	76.31	10	1890

En tanto a lo que es rendimiento individual se seleccionaron las seis accesiones que obtuvieron los mejores pesos totales a la recolección de tres cosechas de las cuatro repeticiones que se realizó en el ensayo (Tabla 6). Cabe mencionar que durante la recolección de datos se presentaron inconvenientes como la dehiscencia, la muerte de algunas repeticiones en las accesiones, y la imposibilidad de culminar las 3 cosechas en el cultivo.

Tabla 6

Selección de las seis accesiones con mejor rendimiento en la cosecha de semilla pelada.

Accesión	Peso recolectado g	# colectas	Plantas por accesión	Plantas/ha	Rendimiento ton*ha ⁻¹
UCE-001	1465	3	2	2000	1.5
UCE-026	2725	3	3	2000	1.8
UCE-031	1625	2	2	2000	1.6
UCE-138	1890	3	2	2000	1.9
UCE-148	1290	3	1	2000	2.6
UCE-158	1795	2	3	2000	2.2

Valencia y García (2020), en una investigación realizada en México con variedades híbridas tienen rendimientos desde los 0.6 ton*ha⁻¹ (variedad zoya) hasta los 3.2 ton*ha⁻¹ (variedad HB-8, el rendimiento más alto es de la accesión UCE-148 de la provincia de Azuay (Tabla 6) con 2.6ton*ha⁻¹.

Ecuador la variedad “La Roja” comercializada por el INIAP (Ruilova et al, 2022), presenta un rendimiento de 1.8 ton*ha⁻¹, lo que indica que las variedades seleccionadas están dentro del rango de producción de variedades

4.1.4 Análisis de correlación de Pearson

En este análisis de correlación entre las 11 variables cuantitativas para las 52 accesiones, en la investigación se resaltaron los valores mayores a 60% recomendado por Mantalio (2021). Las asociaciones que se establecieron entre las variables, Peso en 100 semilla con las variables; largo y ancho de capsula, largo, ancho y grosos de semilla, fueron significativas, para Mazzani (2009), estas relaciones son lógicas ya que son variables que se relacionan directamente en la producción. En tanto a la asociación que existe entre la altura de la planta y la recolecta total obtenida (RTO) con las demás variables no existe correlación, esto se debe a que al ser especies silvestres existe una gran variabilidad (Tabla 7).

Tabla 7
Análisis de correlación de Pearson de 52 accesiones de Higuierilla.

	Altura	LongR	NumC R	LargC	AncC	PesoR	LgSe m	AnSe m	GroSe m	Peso1 00	RTO
Altura	1										
LongR	0.46	1									
NumC R	0.19	0.56	1								
LargC	0.16	-0.02	-0.21	1							
AncC	0.22	-0.01	-0.16	0.94	1						
PesoR	0.27	0.7	0.84	-0.09	-0.08	1					
LgSe m	0.44	0.19	-0.08	0.55	0.56	0.02	1				
AnSe m	0.43	0.04	-0.23	0.61	0.7	-0.11	0.86	1			
GroSe m	0.35	0.07	-0.2	0.59	0.69	-0.09	0.84	0.83	1		
Peso1 00	0.35	-0.08	-0.24	0.71	0.8	-0.12	0.78	0.89	0.9	1	
RTO	0.16	0.35	0.44	-0.06	-0.06	0.34	-0.01	-0.05	-0.04	-0.09	1

Nota

Los números marcados con color celeste, son las interacciones o correlaciones que se encontraron en la investigación.

Córdova (2022) y Bonilla (2016) obtuvieron valores similares en el análisis de correlaciones en largo/ancho de capsula (0.9 y 0.84) respectivamente en comparación al 0.94 que se obtuvo en la investigación (Tabla 7), al comparar los resultados de Córdoba (2022) y Bonilla (2016) el peso en 100 semillas/ancho de semilla (0.89 y 0.84) comparado con el 0.8 que se encontró en los análisis.

4.2 MATERIALES PROMISORIOS PARA SU POTENCIALIZACIÓN EN EL ECUADOR

Para la selección de materiales promisorios, se tomó en cuenta los caracteres cuantitativos como; Número de Racimos por planta, peso del racimo, semillas por racimo, y peso en 100 semillas y recolección total de semilla. Para tener en cuenta accesiones para su producción se puede comparar con variedades híbridas ya en producción que tiene cultivos establecidos en el Ecuador.

Teniendo en cuenta que los factores más importantes para la selección serían la producción neta de semilla y la adaptación al área de cultivo se tomó en cuenta principalmente, las accesiones que tuvieron una robusticia media y alta además una producción parecida a variedades híbridas.

Tabla 8

Características agronómicas y origen de las accesiones que presentaron mejor adaptabilidad y producción y son recomendadas como materiales promisorios en comparación a la variedad “La Roja” (Ruilova et al,2022).

Características	La roja	UCE-001	UCE-026	UCE-031	UCE-138	UCE-148	UCE-158
Origen (Provincia)	Manabí	Cotopaxi	Chimborazo	Chimborazo	Loja	Azuay	Bolívar
Altura cm	126.0	119.0	135.00	115,00	113,33	115,67	81,50
Longitud de Racimo cm	42.0	36,68	42,88	33,20	29,15	32,30	27,29
Dehiscencia	Semi	Semi	No	Semi	No	No	No
Peso en 100 semillas g	52.0	17,10	21,38	21,00	22,50	16,27	18,50
Rendimiento o ton*ha ⁻¹	1.8	1.5	1.6	1.8	1.9	2.6	2.2

Se puede observar (Tabla 8) en la que en la característica altura de las accesiones se encuentra en rangos similares a los que tiene la variedad “La Roja”, (126cm), por lo que esta

característica es apreciable por la facilidad al momento de la cosecha, igualmente en la longitud de los racimos con rangos que van desde los (27.3 a 42.9 cm), pero la característica que mejor se aprecia es la del rendimiento por hectárea, siendo las accesiones

UCE- 138(1.9 ton*ha⁻¹), UCE-148(2.6 ton*ha⁻¹) y UCE-158(2.2 ton*ha⁻¹), las que mejor rendimiento tienen, y las accesiones UCE- 001(1.5 ton*ha⁻¹), UCE-026 (1.6 ton*ha⁻¹) y UCE-131(1.6 ton*ha⁻¹) teniendo valores inferiores pero cercanos al rendimiento de los valores obtenidos por la variedad” La Roja” (1.8 ton*ha⁻¹).

4.2.1 UCE-001

Tabla 9
Características morfoagronómicas de la accesión UCE-001

Código UCE	UCE-001
Provincia	Cotopaxi
Cantón	Pujilí
Parroquia	Poaló
Sector	Turuchupa
Altitud	2915
Latitud	17M0758631
Longitud	9903002
Tipo de suelo	Arenoso
Descripción del lugar	Orilla carretera
Hábito de crecimiento	Ramificado
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Estado cultivo	Silvestre
Color	Verde/Rojo
Carácter del racimo	Compacta
Dehiscencia de cápsulas	Moderada
Altura de cosecha (cm)	119.0
Numero de Racimos por planta	16.0
Longitud del racimo (cm)	36.7
Numero de capsulas por racimo	87.7
Largo de capsulas(cm)	1.89
Ancho de capsulas(cm)	1.84
Peso del racimo(g)	113.13
Numero de semilla por fruto	3.00
Número total de semillas por fruto	261.38
Largo de semillas (cm)	0.98
Ancho de semillas (cm)	0.54
Grosor de semillas (cm)	0,45
Peso en 100 semillas(g)	17.10
Días de Floración	116.40
Días de Fructificación	142.00
Rendimiento por hectárea (kg)	1 500



4.2.2 UCE-026

Tabla 10

Características morfoagronómicas de la accesión UCE-026

Código UCE	UCE-026
Provincia	Chimborazo
Cantón	Guano
Parroquia	La Matriz
Sector	Espíritu Santo
Altitud	2668
Latitud	17M0763805
Longitud	9822211
Tipo de suelo	Arenoso
Descripción del lugar	Orilla carretera
Hábito de crecimiento	Matorral
Tipo de crecimiento	Herbácea
Estado cultivo	Silvestre
Color	Verde
Carácter del racimo	Laxa
Dehiscencia de cápsulas	Moderada
Altura de cosecha (cm)	135.00
Numero de Racimos por planta	19.00
Longitud del racimo (cm)	42.88
Numero de capsulas por racimo	88.90
Largo de capsulas(cm)	1.74
Ancho de capsulas(cm)	1.66
Peso del racimo(g)	76.60
Numero de semilla por fruto	3.00
Número total de semillas por fruto	261.38
Largo de semillas (cm)	1.18
Ancho de semillas (cm)	0.64
Grosor de semillas (cm)	0.48
Peso en 100 semillas(g)	21.38
Días de Floración	102.80
Días de Fructificación	129.00
Rendimiento por hectárea (kg)	1 600



4.2.3 UCE-031

Tabla 11

Características morfoagronómicas de la accesión UCE-031

Código UCE	UCE-031
Provincia	Chimborazo
Cantón	Riobamba
Parroquia	San Luis
Sector	Tungshi San Nicolas
Altitud	2644
Latitud	17M0764703
Longitud	9810846
Tipo de suelo	Pedregoso
Descripción del lugar	Orilla carretera
Hábito de crecimiento	Matorral
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Estado cultivo	Silvestre
Color	Morada
Carácter del racimo	Compacta
Dehiscencia de cápsulas	Moderada
Altura de cosecha (cm)	115.00
Numero de Racimos por planta	26.50
Longitud del racimo (cm)	33.20
Numero de capsulas por racimo	42.70
Largo de capsulas(cm)	2.00
Ancho de capsulas(cm)	1.88
Peso del racimo(g)	50.50
Numero de semilla por fruto	3.00
Número total de semillas por fruto	261.38
Largo de semillas (cm)	1.17
Ancho de semillas (cm)	0.69
Grosor de semillas (cm)	0.51
Peso en 100 semillas(g)	21.00
Días de floración	102.40
Días de fructificación	128.60
Rendimiento por hectárea (kg)	1 800



4.2.4 UCE-138

Tabla 12

Características morfoagronómicas de la accesión UCE-138

Código UCE	UCE-138
Provincia	Loja
Cantón	Sozoranga
Parroquia	Sozoranga
Sector	Vamama
Altitud	588
Latitud	-4.329099
Longitud	-79.791561
Tipo de suelo	Arenoso
Descripción del lugar	Quebrada
Hábito de crecimiento	Ramificado
Tipo de crecimiento	ramificado
Estado cultivo	Silvestre
Color	Verde /amarillo
Carácter del racimo	Compacta
Dehiscencia de cápsulas	ausente
Altura de cosecha (cm)	113.33
Numero de Racimos por planta	29.33
Longitud del racimo (cm)	29.15
Numero de capsulas por racimo	47.29
Largo de capsulas(cm)	1.60
Ancho de capsulas(cm)	1.54
Peso del racimo(g)	43.41
Numero de semilla por fruto	3.00
Número total de semillas por fruto	141
Largo de semillas (cm)	1.09
Ancho de semillas (cm)	0.71
Grosor de semillas (cm)	0.52
Peso en 100 semillas(g)	22.50
Días de floración	113.60
Días de fructificación	137.00
Rendimiento por hectárea (kg)	1 900



4.2.5 UCE-148

Tabla 13

Características morfoagronómicas de la accesión UCE-148

Código UCE	UCE-148
Provincia	Azuay
Cantón	El Girón
Parroquia	No hay dato
Sector	El Girón
Altitud	2086
Latitud	17M0706275
Longitud	9650692
Tipo de suelo	Arcilloso
Descripción del lugar	Quebrada
Hábito de crecimiento	Ramificado
Tipo de crecimiento	Erecto
Estado cultivo	Silvestre
Color	No hay dato
Carácter del racimo	Compacto
Dehiscencia de cápsulas	No hay dato
Altura de cosecha (cm)	115.67
Numero de Racimos por planta	20.67
Longitud del racimo (cm)	32.30
Numero de capsulas por racimo	99.79
Largo de capsulas(cm)	1.68
Ancho de capsulas(cm)	1.66
Peso del racimo(g)	76.43
Numero de semilla por fruto	3.00
Número total de semillas por fruto	165
Largo de semillas (cm)	0.97
Ancho de semillas (cm)	0.68
Grosor de semillas (cm)	0.48
Peso en 100 semillas(g)	16.27
Días de floración	86.20
Días de fructificación	111.20
Rendimiento por hectárea (kg)	2 600



4.2.6 UCE-158

Tabla 14

Características morfoagronómicas de la accesión UCE-158

Código UCE	UCE-158
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	No hay dato
Sector	No hay dato
Altitud	2540
Latitud	721700
Longitud	9818036
Tipo de suelo	Arcilloso
Descripción del lugar	Terreno plano
Hábito de crecimiento	No hay dato
Tipo de crecimiento	No hay dato
Estado cultivo	Silvestre
Color	Morado
Carácter del racimo	Laxo
Dehiscencia de cápsulas	Ausente
Altura de cosecha (cm)	81,50
Numero de Racimos por planta	19,50
Longitud del racimo (cm)	27,29
Numero de capsulas por racimo	52,00
Largo de capsulas(cm)	1,70
Ancho de capsulas(cm)	1,68
Peso del racimo(g)	78,53
Numero de semilla por fruto	3,00
Número total de semillas por fruto	162
Largo de semillas (cm)	1,08
Ancho de semillas (cm)	0,65
Grosor de semillas (cm)	0,50
Peso en 100 semillas(g)	18,50
Días de floración	102,60
Días de fructificación	123,40
Rendimiento por hectárea (kg)	2 200



4.3 ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIAS PARA EL USO SOSTENIBLE

En esta sección se mencionarían los posibles sistemas de cultivos, en los cuales la higuierilla podría presentar un beneficio para el agricultor.

4.3.1 Costos de producción de Higuierilla en el Ecuador y adaptabilidad, en relación al cultivo de frejol y maíz.

La Constitución del Ecuador (2008) en su Art. 57 incentiva la incorporación de las comunidades a unirse en programas que se orienten a conservar de manera sustentable la biodiversidad con la participación del agricultor en los beneficios de políticas públicas relacionadas al manejo sustentable de la agrobiodiversidad.

Con estos aspectos de apoyo en la política cabe recalcar que también existes beneficios agronómicos como la adaptación del cultivo a bajas condiciones agronómicas y los bajos costos de producción por hectárea, en lo que se refiere a costos variables 164\$ americanos y en costos fijos de 720\$ dólares americanos (Figura 25), en comparación a los 750 dólares en costos variables del maíz y 950 dólares del frejol que son considerados cultivos tradicionales en la zona andina del Ecuador (ESPAC, 2018).

Tabla 15
Costos de producción

Labor o Actividades	Costo Total \$
A. Costos variables	556.5
Preparación de suelo	120
Siembra	70
Fertilización	54
MIPE	312
B. Costos Fijos	163.77
Herramientas	24.42
Transporte	22
Uso de suelo	117.35
Costo total(A+B)	720.27
Rentabilidad	
Ingresos	990
Egresos	720.27
Utilidad	269.73

Nota

Fuente (Ruilova et al, 2022)

En lo que se refiere a adaptación esta se puede cultivar en todo ambiente con bajas cantidades de agua ya que solo se requiere entre 400-600 mm de agua en etapa de desarrollo vegetativo,

en comparación al maíz que requiere de 500-800mm en todas las etapas de cultivo, además de no tener un tipo de plaga que afecte directamente la producción de semilla por lo que se recomienda una sola aplicación de un fungicida a los 10 días después de la siembra para prevenir la contaminación por *Fusarium spp*(Ruilova et al, 2022).

4.3.2 Potencial asociación de higuierilla en sistemas agroforestales

El objetivo de los SAF (Sistemas Agroforestales) es optimizar la producción total por área, para mejorar la economía familiar del productor y su calidad de vida, además de ser una producción diversificada y más duradera (sustentable). Es por esto que el balance entre las interacciones positivas y negativas depende de las especies sembradas, su arreglo espacial, su densidad y manejo (Limongui y Andrade 2002).

La acción de la competencia de las plantas, ya sea de diferentes especies o de la misma, reducen la producción. Sin embargo, Rico et al (2011), midiendo la cantidad de semilla en kg/ha no observaron diferencias significativas entre las densidades de 10.000 y 5.000 plantas por ha.

Lo que indica que no necesariamente se deben tener cultivos con altas densidades para obtener una buena productividad y un beneficio económico. Otro aspecto por analizar es la opción de plantar la higuierilla como componente agrícola en un sistema agroforestal, sin embargo, existe la limitante de la toxicidad de la planta, la cual eventualmente podría ser consumida por los animales, pero tal como lo plantea Duarte et al (2008) y Anderssona et al (2012) los animales adquieren inmunidad a dosis bajas del ricino.

Además, animales con disponibilidad de alimento no consumen la planta tal como demostró Anderssona et al (2012), en un ensayo con *Jartropha curcas* (planta toxica), en asociación con gramíneas pastoreadas por cabras en Sudáfrica, donde se planteó como especie promisoría para sistemas pastoriles, ya que este tuvo un bajo o nulo consumo de *Jartropha curcas* por parte de las cabras, que se dedicaron al consumo de la gramínea disponible.

4.3.3 Uso potencial de los residuos de la higuierilla

Las hojas y tallos de la planta de higuierilla, aunque no es apta para consumo, por su contenido toxico, tiene una amplia variedad de usos desde la fabricación de papel o papiros con finalidad artesanal en México (Escoto García, 2010), hasta para alimentación de gusanos Eri productores de seda artesanal (Montoya, 2010). Torta de higuierilla Abono: El residuo de

la extracción del aceite, es la llamada torta que corresponde aproximadamente al 50% del peso de la semilla. La presencia de factores anti nutricionales (ricina y ricinina) no permite la utilización de la torta como alimento para animales.

Las tortas de aceite no comestibles como es el caso de higuierilla y algunas variedades de *jatropha*, se utilizan como fertilizantes orgánicos (Duarte et al, 2008). Esta tenía un valor en el mercado como fertilizante de \$ 60 USS/Ton. (Sayegh & Cárdenas, 2011).

4.3.4 Uso de subproductos de la extracción de aceite de resino

La torta de ricino tiene un alto valor nutricional por ser rica en proteínas, fibras, materia mineral y grasa. El alto contenido de proteínas también la hace una buena materia prima para la producción de aminoácidos, tales como arginina, cistina, fenilalanina, leucina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, tirosina, treonina, triptófano y valina (Duarte et al, 2008).

Severino (2005), reporto que el contenido de aminoácidos esenciales (lisina y triptófano) es mucho más pequeño en la torta de ricino que en torta de soja, limitando de esta manera el uso de la semilla de ricino como fuente de proteína en la alimentación de animales monogástricos (caballo, cerdo, aves, pescado). Por el contrario, puede ser buena fuente de nutrientes para los rumiantes, ya que la mayoría de la proteína utilizada para estos animales proviene de proteína microbiana sintetizada en el rumen, la torta se puede utilizar como fuente de proteína en las dietas bajas en aminoácidos esenciales.

En vista de la calidad nutricional de la torta, Furtado et al., (2012), realizaron un experimento en donde se detoxifico torta de higuierilla, evaluando piedra Caliza 60g, 10g de urea, fosfato monodicalcico 60g, colocándola en autoclave por 15 minutos a 60/psi para promover la desaparición completa de la ricina en la torta de ricino, obteniendo que este proceso mejoró el consumo y la digestibilidad de nutrientes.

La torta de semilla de ricino sin tratamiento de desintoxicación se puede utilizar en la alimentación de las ovejas como un alimento rico en proteína, participando en hasta un 8% de la ración total, sin causar una reducción significativa en el consumo y digestibilidad. Entre tanto, de acuerdo con Duarte et al (2008), La composición bromatológica de la torta de higuierilla detoxificada es: materia seca 97,26%; proteína 41,07 %, fibra cruda 37,49%, extracto etéreo 1,34 %, cenizas 4,3%, calcio 0,35%, fosforo 0,43%.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se observó que existe una mayor diversidad y variabilidad en los descriptores altura de la planta, largo de la semilla, número de capsula, peso de cien semillas, las diferencias en los valores, posiblemente se generalizan porque los materiales fitogenéticos fueron recolectados en diferentes lugares y son especies sin domesticar.

Existieron seis accesiones que presentaron los mejores rendimientos y por ende con potencial para ser seleccionados como materiales estos son: UCE-001 originaria de Cotopaxi, UCE-026 y UCE-031 nativas de Chimborazo UCE-138 recolectada en Loja y por último UCE-148 y UCE-151 que su origen fueron las provincias de Azuay Y Bolívar respectivamente, siendo las variables con mayor peso de cien semillas, altura, rendimiento. Cabe mencionar que todas las variedades que tuvieron mejor adaptación son originarias de la zona andina del Ecuador

Al no ser un cultivo que se consuma directamente este aporta a la diversificación de cultivos, constituyendo una clave para el fortalecimiento de la economía local de los pequeños y medianos agricultores aprovechando suelos en barbecho que impulsando la mejora de agrobiodiversidad. Además, que este cultivo puede adaptarse en sistemas agroforestales y silvopastoriles.

En comparación a costos de producción, aunque el margen de ganancia no sea tan alto, si se evalúa el rendimiento costo beneficio es comparable con cultivos como el frejol o maíz que son considerados cultivos tradicionales en el Ecuador, lo que hace interesante a propuesta de siembra de este cultivo en áreas de terreno que no son aptas para estos cultivos.

En la agroindustria las diversas utilidades que les puede dar a las diferentes partes de la planta, después de extraerse el aceite la pasta sobrante se usa como alimento de ganado, la cutícula residual de la trilla se utiliza para elaborar papel, y tallos y hojas frescas como alimento para ganado. Porque su lo que el cultivo será aprovechado en su totalidad.

5.2 Recomendaciones

Proponer estudios de caracterización in situ de las accesiones UCE-001, UCE-026, UCE-031, UCE-138, UCE-148, UCE-151 procedente de la zona centro sur del Ecuador, en lugares con condiciones edafoclimáticas similares a las de la parroquia de Chaltura.

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.

Evaluar el potencial productivo de las líneas promisorias con énfasis en el manejo agronómico. Para su establecimiento en centros de producción tradicional como una alternativa de cultivo y futura industrialización. Incentivar mediante programas dirigidos por entidades gubernamentales universidades y ministerios, la producción y agro industrialización de la higuera con programas de incentivo a la producción en zonas que cuenten con condiciones climáticas poco favorables

.

Realizar estudios enfocados extracción del aceite de las accesiones seleccionadas como materiales promisorios por su productividad para fomentar los usos y la industrialización de la higuera y de esta manera incentivar la producción del cultivo.

Hacer estudios de cultivos asociados con cultivos de ciclo perenne en el Ecuador como el café, aguacate o cítricos, ya que estos ocupan una gran parte del porcentaje de cultivos perennes existentes en el Ecuador.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, N. E. (2018). *Plan de negocios para la expansión de la empresa Proycomtec SA, Ecuador, en la producción de materias primas*. [Tesis de posgrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]
- Andrade, J. V. (2012). Colecta de los ecotipos de la higuierilla (*Ricinus communis*) en las zonas de la vida de Imbabura y Carchi para su conservación. *Revista científica axioma*, (9), 21-25.
- Anderssona, E. F; Eversona, T. & Everson, C. S. (2012). *Management of oil producing Jatropha curcas silvopastoral systems: Risk of herbivory by indigenous goats and competition with planted pastures*. School of Life Sciences. University of KwaZulu-Natal. Scottsville, Pietermaritzburg. South África.
- Arruda Rodrigues, H., Pereira de Carvalho, S., Alves de Carvalho, A., Sandes de Carvalho Filho, J., & Natel Custódio, T. (2010). *Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (Ricinus communis L.) por meio de caracteres morfoagronômicos*. Rev. Ceres, Viçosa. pg 110-119
- Avedaño, H. (2012). *Guía gráfica de descriptores varientales de higuierilla (Ricinus communis.)*. Inifap.
- Bonilla, J., Orosco, A., Salvador, J., & Zamarripa, 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.
- Basulto-Graniel, J. A., Gamboa, J. A., & Reyes-Chávez, E. (2019). Evaluación Agronómica de Variedades e Híbridos de Higuierilla en un Suelo Luvisol Ródico de Yucatán, México. *Agroecosistemas tropicales*, 283.
- Bowman, D. (2001). Uso común del CV: una aberración estadística en los ensayos de rendimiento de cultivos (edición contemporánea). *The Journal of Cotton Science*, 5, 137-141.
- Camacho, A. (2013). Manejo agronómico del cultivo de higuierilla (*Ricinus communis*) en la región Ucayali. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Rev. INIA. (15) 51-60
- Camacho Villalobos, A. A., Barreto de Medeiros Nóbrega, M., & Dávila Ramírez, F. (2012). Evaluación de cultivares locales e introducidos de (*RICINUS COMMUNIS L*) Higuierilla para condiciones de selva del Perú región Ucayali 2011. *In V Congresso Brasileiro de Mamona, II Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas & I Fórum Capixaba de Pinhão Manso, Guarapari, 2012. Brasil*.
- Cardona, C. (2009). Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericano y mundial. *Revista de Ingeniería*, (29)109-120
- Córdoba, O. (2013). *Comportamiento eco fisiológico de variedades de higuierilla (Ricinus communis L.) para la producción sostenible de aceite y biodiesel en diferentes agroecosistemas colombianos*. [Tesis doctoral, Universidad nacional de Colombia]
- Correa, M. D. (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 Grado, Universidad técnica de

- Ambato]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25379/1/FAG-CIA-CORDOVA%20JOSE.pdf>
- Del Ecuador, A. C. (2008). Constitución de la República del Ecuador, Última modificación: 12 de marzo de 2020.
- Duarte, M. J., Delmondes, M. A. & Severino, L. S. (2008). *Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal*, III. Congreso Brasileiro de Mamona. Energía y ricinoquímica. Salvador.
- 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] <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/201>
- Dueñas, V. & Uscocovich, J. (2012) *Evaluación de 10 cultivares promisorios de Higuierilla (Ricinus communis L.)*[Tesis de grado. Universidad Técnica de Manabí].
- Encuesta de Superficie, y Producción Agropecuaria Continua (2018). ESPAC. 2014. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec.
- Escobar Cevallos, J. K. (2022). *Evaluación morfológica y agronómica de materiales de higuierilla (Ricinus communis L.)* procedentes de la zona Norte del Ecuador (Bachelor's thesis).
- Escoto Garcia, T. (2010). *Taller para el aprovechamiento de la Higuierilla y Tule en la elaboración de amate y Papiro en Amatitan. Departamento de Madera Celulosa y Papel. Centro universitario de ciencias exactas e ingenierías*. Universidad de Guadalajara. México.
- Fanan, S., Medina , P., Paes, M., & Galbieri, R. (2009). Descrição de características agronômicas e avaliação de épocas de colheita na produtividade da mamoneira cultivar IAC 2028. *Bragantia*, 68, 415-422.
- Furtado, R. N., Carneiro, M. S. S. & Candide, M. J. D. (2012). *Valor nutritivo de las dietas que contienen semillas de ricino sometido a métodos alternativos de desintoxicación para las ovejas*. Ciencia y tecnología de los animales y la inspección de productos de origen animal. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64.
- García, T. E., Castro, S. M., Rivas, A. R., & Hernández, J. A. (2010). Diseño factorial de un proceso alcalino para obtener celulosa de Higuierilla (*Ricinus communis* L.) y su aplicación en cartón ondulado. *Conciencia Tecnológica*, (40), 15-19.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Antonio Ante [GADCAA], (2012). *Actualización Plan de desarrollo ordenamiento territorial del cantón Antonio Ante "Cada Dia Avanzamos" 2012-2030*, 95.
- Goodarzi, F., Darvishzadeh, R., Hassani, A., & Hassanzaeh, A. (2012). Study on genetic variation in Iranian castor bean (*Ricinus communis* L.) accessions using multivariate statistical techniques. *Journal of medicinal plants Research*, 6(7), 1160-1167.
- Gower, J. (1967). A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometrics*, 23, 623-637.
- Goytia, M. A., Gallegos, C. H., & Núñez, C. A. (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.
- Hernández, M., & Montes, S. (2018). *Variedad de higuierilla para extracción de aceite industrial en Guanajuato*. Celaya: Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío. .
- Hernández, A. (2012). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Bio Ciencias*, 2(3), 113-118, <https://doi.org/10.15741/revbio.02.03.05>
- Jachmanian, I., Pérez, E., Villamil, J., & Villamil, J. (2009). *El cultivo de tártago (Ricinus communis L.) en el Uruguay: Información preliminar*. INIA.
- Jaramillo, S., Baena, M. (2000). *Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos fitogenéticos*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI),
- Jiménez, J. (2009). *Descriptores varietales de avena (Avena sp.) cultivadas en México*. [Tesis de grado, Institucio de enseñansa e investigacion en ciencias agricolas]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1573>
- Limongui, A. J. & Andrade, J. R. F. (2002). *Caracterización del sistema agroforestal “maíz con árboles dispersos” en la cuenca del rio Carrizal, Manabí, Ecuador*. Turrialba, Costa Rica.
- Lombeida, N. (2015). *Diseño de un reactor tipo BATCH para la obtención de biodiesel a partir de aceite de ricino(Ricinus communis)*. [Tesis de grado,Escuela Politécnica Nacional del Ecuador], 20-21. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9102>
- López, R. (2012). *Caracterización, cuantificación y cartografía del potencial productivo de higuierilla (Ricinus communis L.) para biodiesel en Veracruz*, [Tesis de grado, Universida autónoma agraria"Antonio Narro"]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5431>
- 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.
- Matailo, E. (2021). *Caracterización morfológica de la colección nacional de higuierilla (Ricinus communis L.) de la Universidad Central del Ecuador*, en el CADET. Quito: (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Mendoza, H. (1985). *Guía del cultivo de Higuierilla de Portoviejo*. (I. N. Agropecuaria, Ed.) Portoviejo
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica[MAG]. (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. San Jose: Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- Mazzini, E., Rodríguez, E., Islam, M. M., Siddika, A., Sultana, S., & Haque, S. (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.

- Mongiello, C. (2015). Botánica y sociedad “Ricino”. *Revista Boletín Biológica*, 1,(34), 40-47.
- Montoya, J. L. (2010). *Cria del gusano Eri, para la obtención de seda artesanal*. Delegación de SAGARPA S.L.P. México.
- Montes, S., Camarena, M., Hernández, M., & Medina, T. (2018). *Producción de semilla de higuierilla (Ricinus communis L.) en guanajuato*. SAGARPA.
- Núñez, C. y Escobedo, L. (2015). Caracterización de germoplasma vegetal: la piedra angular en el estudio de los recursos fitogenéticos. *Acta agrícola y pecuaria*, 1-6.
- Patel, J. (2001). *Coefficiente de variación en experimentos de campo y varilla de los mismos en un estudio empírico*. México.
- Paz, K. (2007). *Media aritmética simple*. Guatemala.
- Peréz, F. & Pascual, C. (2015). *Ricino un cultivo alternativo*, ProfesionalAGRO. <https://profesionalagro.com/agrosector/endirecto/036-Ricino-cultivo-alternativo.php>
- Peréz, J., & Hernández, M. (2009). *Comportamiento de búsqueda y localización de huésped en Diabrotica virgifera zea (Coleoptera: Chrysomelidae) en genotipos de maíz en Jalisco*. [ArchivoPdf]. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2009/BHN/250-255.pdf>
- Pimentel, F. (1985). *Curso de estadística experimental*. São Paulo, Brasil : Livraria Nobel S.A.
- Quiroz-Ojeda, C. M., Botero-Ospina, M. J., & Castaño-Zapata, J. (2011). Etiología de la necrosis de los brotes terminales de la higuierilla (*Ricinus communis L.*). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(135), 133-142.
- Recalde, E. R., & Altisent, J. M. (2009). *Cultivos Energéticos Alternativos*. Ibarra: Grupo Seritex.
- Rendon, N.A. y Triviño, J.P. (2009). *Producción y exportación de la higuierilla (Ricinus communis L.) a Colombia como materia prima para la elaboración de biocombustibles*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/6509>
- Rico, H. R., Tapia, L. M. & teniente, R. (2011). *Guía para cultivar higuierilla (Ricinus communis L.) en Michoacán*. Investigación regional del pacífico centro campo experimental valle de Apatzingán Apatzingán. Folleto Técnico, 1.
- Rimieri, P. (2017). La diversidad genética y la variabilidad genética: dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. *Journal of basic and applied genetics*, 28(2), 7-13.
- Ruilova, F., Zambrano, E., Ponce, W., Mendoza, J., López, J., Mejía, N., & Avellán, B. (2022). *Varietal de Higuerrilla INIAP-402 “LA ROJA”*.
- Sánchez, L. E. (2006). *La higuierilla (Ricinus communis L.) una alternativa de producción para los productores y el mercado energético*. Boletín estadístico del sector agropecuario, 7(2).

- Sánchez, M., Castañeda, R., & Castañeda, M. (2016). Usos y potencialidad de la Higuierilla (*Ricinus communis*) en sistemas agroforestales en Colombia. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 10(6), 507-512.
- Sayegh, O. A. & Cardenas, A. L. (2011). *Plan de empresa basado en el uso de aceite de higuierilla para la industria cosmética*. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Maestría en administración. Universidad ICESI. Cali, Colombia.
- Secretaria de la Gobernación[SEGOB] (2013). *Diario Oficial de la Federación*.: http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5379/sagarpa2a12_C/sagarpa2a12_C.html
- Severino, L. & Milano, M. (2007). *Ricino*. Embrapa.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS]. (2018). *Manual Gráfico para la Descripción Varietal de la Higuierilla (Ricinus communis L.)*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/434469/MG_Higuierilla-OK.pdf
- Solera, P., Moreira, I., & Jesus., H. (2015). Descriptores botánicos para caracterizar germoplasmas de (*Ricinus communis*) de diferentes zonas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 28(1), 38-48.
- Solís Bonilla, J., Muñoz Orozco, A., Escalante Estrada, J., & Zamarripa Colmenero, A. (marzo de 2016). *Crecimiento de variedades y componentes del rendimiento de higuierilla (Ricinus communis L.) en Montecillo, Estado de México*, 311-323. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n2/2007-0934-remexca-7-02-00311-en.pdf>
- Spiege, M., & Larry, S. (2015). *Estadística Schaum*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Toledo, N. (2015). *Técnicas de Investigación cuantitativas y cualitativas*. MEXICO DF: Universidad autonoma de Mexico.
- Valero, M. F., Pulido, J. E., Ramírez, Á., & Cheng, Z. (2009). Determinación de la densidad de entrecruzamiento de poliuretanos obtenidos a partir de aceite de ricino modificado por transesterificación. *Polímeros*, 19, 14-21.
- Valencia, G., & García, A. (2020). Productividad de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el norte de Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(5) 1011-1022.
- Vallejos Ortiz, J. L. (2016). *Evaluación de la producción y comercialización potencial del aceite de higuierilla (Ricinus communis L.) en el cantón Urcuquí* (Tesis de Grado, Universidad Tecnica del Norte).
- Vasco, J. F., Hernández, I., Méndez, S. D. J., Ventura, E., Cuella, M. L., & Mosquera, J. D. (2017). Relación entre la composición química de la semilla y la calidad de aceite de doce accesiones de *Ricinus communis* L. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(6), 1343-1356.
- Valencia, G., Gracia, A., Ochoa, X., Grijalva, O., Hernández, A., & Coyac, J. (2019). Productividad de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en el norte de Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10, 12.
- Ventura, A. P. S. C., Lázaro, A. A. C., Amasifuen, Á. D. H., & Bozzetta, J. L. R. (2020). Viabilidad del polen de *Ricinus communis* L. "higuerillas" presentes en el campus de

la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. *Big Bang Faustiano*, 8(4).25-32

Verzino, G., Frassoni, J., Joseau, M., Clausen, G., & Navarro, C. (2020). Conservación ex situ, circa situ e in situ realizada por el Banco Nacional de Germoplasma de Prosopis, Córdoba, Argentina. *Revista Nexo* 7(1)1-9).

Ward, J. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236-240.