

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

(Creada por Ley Nro. 29531)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



Variación intraespecífica en frutos y semillas de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

AUTOR

Roxseli Yanini Burga Cubas

ASESOR

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez

CO – ASESOR

M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero

CHOTA – PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 770-2025-UNACH

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, **Dr. Jim Jairo Villena Velásquez**, docente asesor de la Bachiller **Roxseli Yanini Burga Cubas**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota,

HACE CONSTAR:

Que la tesis de investigación titulada: **“Variación intraespecífica en frutos y semillas de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca”**, desarrollada por la bachiller **Roxseli Yanini Burga Cubas**, asesorada por el **Dr. Jim Jairo Villena Velásquez** y coasesorada por el **Dr. M. Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero**, presenta **un índice de similitud del 8 %** (sin incluir bibliografía); por lo tanto, cumple satisfactoriamente con los criterios de originalidad establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, aprobado mediante la **Resolución de Comisión Organizadora N.º 770-2025-UNACH**.

Se expide la presente a solicitud de la parte interesada, para los fines académicos y administrativos que estime convenientes.

Chota, 06 de octubre del 2026.

Atentamente,

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez

Docente Asesor

ROXSELI Y BURGA CUBAS

 Roxseli Yanini Burga Cubas

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:629085196

Fecha de entrega

24 sept 2026, 10:12 GMT-5

Fecha de descarga

24 sept 2026, 10:34 GMT-5

Nombre del archivo

ROXSELI Y BURGA CUBAS FINAL FINALLLLLL.pdf

Tamaño del archivo

4.6 MB

131 páginas

32.442 palabras

157.199 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 8% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unc.edu.pe	4%
2	Internet	repositorio.unach.edu.pe	1%
3	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	<1%
4	Internet	repositorio.unne.edu.ar	<1%
5	Internet	hdl.handle.net	<1%
6	Internet	www.cien.adexperu.org.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2020-10-08	<1%
8	Internet	files.library.northwestern.edu	<1%
9	Internet	www.scielo.org.pe	<1%
10	Trabajos del estudiante	HAS Den Bosch on 2026-04-17	<1%
11	Internet	repositorio.espe.edu.ec	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio on 2024-02-01	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad de Nebrija on 2020-10-26	<1%
14	Internet	pruebaredalyc.redalyc.org	<1%
15	Internet	www.researchgate.net	<1%
16	Trabajos del estudiante	CONACYT on 2018-05-17	<1%
17	Internet	docplayer.es	<1%
18	Internet	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2020-10-01	<1%
20	Internet	documents.mx	<1%



Dr. Jim Jairo Villena Velásquez
Docente Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA
Reglamento de Grados y Títulos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 054-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.° 078-2026-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza	Presidente
Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón	Secretario
Dr. Pedro Javier Mansilla Córdova	Vocal

De la tesis titulada:

Variación intraespecífica en frutos y semillas de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca.

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Roxseli Yanini Burga Cubas	73392320

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

☒ Unanimidad	☐ Mayoría
--	----------------------------------

☒ Aprobar	☐ Desaprobar
---	-------------------------------------

Otorgando la calificación de:

☒ Aprobado
☐ Excelente
☒ Bueno
☐ Regular

☐ Desaprobado

Colpa Matara 03 de 08 del 2026

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
Presidente

Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón
Secretario

Dr. Pedro Javier Mansilla Córdova
Vocal

Dr. Jim Jairo Villena Velasquez
Asesor

M.Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero
Coasesor

DEDICATORIA

A mis padres Arsenio Burga y Luz Cubas, por apoyarme constantemente, por ser mi ejemplo de perseverancia; gracias por todo el sacrificio y por creer en mí.

A mis hermanas, mis pequeñitas Itzel y Yasnairi quienes cada día me recuerdan la importancia de sonreír y ser feliz en la vida, este logro es para ustedes, con el anhelo de que encuentren inspiración para perseguir sus propios sueños.

A mi hija Lía Cristhel, el tesoro más grande de mi vida, mi mayor inspiración y el motor de mis sueños, gracias por tus besos y abrazos en los días de cansancio, esta tesis te la dedico especialmente a ti, eres lo más bonito de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su infinita misericordia y por ser el pilar fundamental de mi existencia, gracias por darme la oportunidad de cumplir este propósito y por acompañarme en cada paso de mi formación profesional.

A mi asesor el Dr. Jim Villena, por su invaluable guía, paciencia y por compartir sus conocimientos conmigo a lo largo de este difícil proceso, su experiencia en el área de fueron el faro que orientó esta tesis.

A los señores propietarios de los bosques de tara, quienes generosamente me permitieron el acceso a sus tierras para la recolección de muestras, sin su colaboración esta investigación no habría sido posible, su apoyo fue un pilar fundamental de este logro.

Finalmente, agradezco a la Universidad Nacional de Jaén, por el financiamiento del Proyecto a través del Concurso de Proyectos de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico PROINTEC 2021.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	12
ABSTRACT AND KEYWORDS	13
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Justificación	16
1.3. Formulación del problema	18
1.4. Objetivos	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
Internacionales	19
Nacionales	20
Regionales	20

2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. Características generales de <i>Tara spinosa</i>	22
2.2.2. Características botánicas de <i>Tara spinosa</i>	23
2.2.3. Características edafoclimáticas requeridas por la <i>Tara</i>	25
2.2.4. Usos de la <i>Tara spinosa</i>	26
2.2.5. Exportación de la <i>Tara spinosa</i> del Perú	27
2.2.6. Morfotipos de <i>Tara</i> en la región de Cajamarca	28
2.2.7. Descriptores para frutos y semillas	31
2.2.8. Variación intraespecífica en plantas	37
2.2.9. Variación intraespecífica en frutos y semillas	38
2.3. Definiciones conceptuales	39
CAPÍTULO III	41
METODOLOGÍA	41
3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación	41
3.2. Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis	41
3.2.1. Ubicación	41
3.2.2. Población	43
3.2.3. Muestra	43
3.2.4. Muestreo	43
3.2.5. Unidad de análisis	43

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.3.1. Toma de muestras	43
3.3.2. Evaluación del fruto o vaina	44
3.3.3. Evaluación de las semillas	44
3.4. Hipótesis	45
3.5. Operacionalización de variables	45
3.6. Procedimientos de recolección de datos	47
3.7. Procedimientos de análisis de datos.....	49
3.7.1. Análisis de datos.....	49
3.8. Material y equipos	50
3.9. Aspectos éticos	51
CAPÍTULO IV	52
RESULTADOS	52
4.1. Descripción de resultados	52
4.1.1. Lugares de colecta	52
4.2. Datos pasaporte de las colectas realizadas.....	52
4.3. Análisis de conglomerados con caracteres o descriptores cualitativos	53
4.3.1. Análisis de agrupamiento para las variables cualitativas.....	53
4.3.2. Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cualitativos	60
4.4. Caracterización de los caracteres cuantitativos de fruto y semillas de <i>Tara spinosa</i>..	66

4.4.1. <i>Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cuantitativos</i>	67
4.4.2. <i>Análisis de correlación entre caracteres cuantitativos de vaina y semilla de T. spinosa</i>	73
4.4.3. <i>Análisis de componentes principales (ACP) de factores bioclimáticos y los caracteres cuantitativos de vaina y semilla</i>	76
4.5. Contrastación de hipótesis	83
4.6. 1. <i>Análisis de conglomerados con descriptores cualitativos</i>	84
4.6.2. <i>Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cualitativos</i>	85
4.6.3. <i>Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cuantitativos</i>	87
4.6.4. <i>Análisis de correlación entre caracteres cuantitativos de vaina y semilla de T. spinosa</i>	89
4.6.5. <i>Análisis de componentes principales (ACP) de factores bioclimáticos y los caracteres cuantitativos de vaina y semilla</i>	90
CAPÍTULO V	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
5.1. Conclusiones	94
REFERENCIAS	96
ANEXOS	111
Anexo 1. Matriz de consistencia	111
Anexo 2. Panel fotográfico	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de variables de estudio</i>	46
Tabla 2. <i>Lugares de colecta de T. spinosa y número de colecta por zona.....</i>	52
Tabla 3. <i>Grupos identificados, entradas que los conforman, procedencia y morfotipos.....</i>	58
Tabla 4. <i>Morfotipos y descriptores de acuerdo a las características predominantes.....</i>	58
Tabla 5. <i>Valores propios y varianza explicada por cinco primeros componentes de 75 entradas de T. spinosa, caracterizadas con 11 descriptores cualitativos.....</i>	62
Tabla 6. <i>Cinco primeros componentes principales, varianza total, factores y coeficientes de correlación de 75 entradas de T. spinosa.....</i>	64
Tabla 7. <i>Valores propios y varianza explicada por cinco primeros componentes de 75 entradas de T. spinosa, caracterizadas con 11 descriptores cuantitativos.....</i>	69
Tabla 8. <i>Cinco primeros componentes principales, varianza total, factores y coeficientes de correlación de 75 entradas de T. spinosa.....</i>	71
Tabla 9. <i>Valores propios y varianza explicada por cinco primeros componentes de 75 entradas de T. spinosa, caracterizadas con 19 variables bioclimáticas.....</i>	82
Tabla 10. <i>Matriz de consistencia</i>	111
Tabla 11. <i>Datos pasaporte de las colectas de Tara spinosa realizadas en la Provincia de Santa Cruz.....</i>	112
Tabla 12. <i>Matriz básica de datos de la caracterización cualitativa de vainas y semillas de las 75 entradas recolectadas de Tara spinosa</i>	114
Tabla 13. <i>Matriz básica de datos de la caracterización cuantitativa de vainas y semillas de las 75 entradas de T. spinosa.</i>	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Evolución de las exportaciones de tara en el Perú entre los años 2019 – 2023.....</i>	27
Figura 2. <i>Morfotipos de T. spinosa determinados para la región Cajamarca</i>	30
Figura 3. <i>Formas principales de la vaina</i>	31
Figura 4. <i>Apariencia superficial de la vaina</i>	32
Figura 5. <i>Presencia de pelos glandulares en la superficie de la vaina.....</i>	32
Figura 6. <i>Tamaño de la vaina</i>	34
Figura 7. <i>Amplitud de la vaina</i>	35
Figura 8. <i>Forma predominante de la semilla.....</i>	36
Figura 9. <i>Ubicación del hilo</i>	37
Figura 10. <i>Mapa de ubicación de la provincia de Santa Cruz y los lugares donde se realizó la colecta de frutos y semillas.....</i>	42
Figura 11. <i>Fenograma de agrupación de 75 entradas de Tara spinosa considerando la similitud de sus características.....</i>	57
Figura 12. <i>Gráfico de barras de los componentes principales que aportan a la variación de los caracteres cualitativos</i>	61
Figura 13. <i>Biplot de los caracteres cualitativos que más aportan en la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca</i>	65
Figura 14. <i>Gráfico de barras de los componentes principales que aportan a la variación de los caracteres cuantitativos.....</i>	68
Figura 15. <i>Biplot de los caracteres cuantitativos que más aportan en la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca.....</i>	72
Figura 16. <i>Correlación estadística entre 13 variables de fruto y semilla.....</i>	76

Figura 17. <i>Biplot de los caracteres cualitativos que más aportan en la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca</i>	<i>78</i>
Figura 18. <i>Gráfico de barras de los componentes principales que aportan a la variación de las variables morfométricas.....</i>	<i>80</i>

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en desarrollar el conocimiento acerca de la variación morfológica de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose en poblaciones silvestres de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca. El objetivo general fue evaluar la variación intraespecífica en frutos y semillas mediante descriptores biomorfológicos cuantitativos y cualitativos para identificar los morfotipos existentes, para ello la metodología empleada consistió en un estudio de nivel descriptivo con diseño no experimental y transeccional, donde se recolectaron muestras de 75 árboles en los distritos de Chancaybaños, Santa Cruz y Catache, se evaluaron descriptores cualitativos y cuantitativos de vainas y semillas. Los datos fueron procesados mediante análisis de conglomerados (clúster) y análisis de componentes principales (ACP) utilizando el lenguaje de programación R Studio. Los resultados del ACP para caracteres cualitativos explicaron el 72,5% de la varianza total, destacando la apariencia superficial y el tamaño de la vaina como variables clave. Por su parte, el ACP cuantitativo explicó el 74,68% de la variación, donde el ancho, espesor y peso de la vaina fueron los rasgos más discriminantes. Se identificaron cinco morfotipos principales en la zona: Titán, Jancos, Ista, Blanca y Roja. Se concluyó que existe una alta variación intraespecífica en la provincia, siendo el morfotipo "Blanca" el de mayor distribución geográfica.

Palabras clave: *Tara spinosa*, variación intraespecífica, caracterización morfológica, morfotipos, Cajamarca.

ABSTRACT

The present study focused on expanding knowledge of the morphological variation of *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose in wild populations of Santa Cruz Province, Cajamarca. The main objective was to evaluate intraspecific variation in fruits and seeds using quantitative and qualitative biomorphological descriptors to identify the existing morphotypes. The methodology consisted of a descriptive study with a non-experimental, cross-sectional design, in which samples were collected from 75 trees in the districts of Chancaybaños, Santa Cruz, and Catache. Qualitative and quantitative descriptors of pods and seeds were evaluated. The data were processed using cluster analysis and principal component analysis (PCA) in the R programming environment. The PCA results for qualitative traits explained 72.5% of the total variance, with pod surface appearance and pod size standing out as key variables. In turn, the quantitative PCA explained 74.68% of the variation, with pod width, thickness, and weight being the most discriminating traits. Five main morphotypes were identified in the study area: Titán, Jancos, Ista, Blanca, and Roja. It was concluded that there is high intraspecific variation in the province, with the "Blanca" morphotype showing the widest geographical distribution.

Keywords: *Tara spinosa*, intraspecific variation, morphological characterization, morphotypes, Cajamarca.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Desde una perspectiva global, existen pruebas que demuestran que las características morfológicas de los frutos y las semillas pueden revelar variaciones importantes dentro de una misma especie; sin embargo, estas pruebas siguen basándose principalmente en muestreos observacionales y ensayos de germinación, y no en diseños de investigación que integren la genética molecular, los campos de ensayo colaborativos y los ensayos de variedades a largo plazo (Wang et al., 2023; Silva et al., 2025; Aspalter et al., 2025). Aunque la variación morfológica de los frutos y las semillas está presente de forma sistemática tanto dentro de las poblaciones como entre ellas, su importancia relativa varía en función de la especie y la escala de muestreo (Wang et al., 2023; Boko-Haya et al., 2022; Gnonlonfin et al., 2022). Sin embargo, estos rasgos de los frutos y las semillas se están utilizando indebidamente como indicadores operativos sustitutivos de la diversidad para la selección de árboles de calidad, la identificación de fuentes de semillas y la mejora de las actividades de recuperación y conservación (Silva et al., 2025; Wang et al., 2023). Esta situación pone de manifiesto que la variación morfológica de los frutos y las semillas de las especies forestales autóctonas tiene valor biológico y gran utilidad práctica; sin embargo, en la actualidad se carece de un marco suficientemente exhaustivo que permita distinguir con rigor qué parte de dicha variación es genética, qué parte es plástica y qué parte tiene un verdadero valor predictivo para el fitomejoramiento de los árboles, la restauración de los ecosistemas y la adaptación al clima.

El árbol de tara es una especie arbórea forestal nativa del Perú, crece a una altitud que va de 50 m.s.n.m. a 2800 m.s.n.m. Hace algunos años, esta especie se cultivaba en los bosques naturales

como una planta silvestre, pero debido al aumento actual de la demanda, las plantaciones se están incrementando a lo largo de la costa y en los bosques nativos de los valles de los Andes. El departamento de Cajamarca es actualmente uno de los más importantes centros de producción de tara en el país, además, esta especie ha sido declarada como cultivo prioritario de esta región, cuyos productos provienen principalmente de los bosques nativos que encontramos en las diferentes zonas (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] , 2019), asimismo, en 2018 se exportaron grandes cantidades de productos: 22 000 t de polvo, 5 000 t de goma y 14 000 t de vaina, los cuales pertenecieron a productores de Cajamarca, esto es equivalente a un promedio a 32 200 000 soles al año, los cuales otorgan beneficios a un aproximado de 20 000 familias, por otro lado, la tara es utilizada para distintos usos como: curtidor de pieles, en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética (Sáez & Sebastián, 2021).

Sin embargo, a pesar de ser una especie de gran importancia económica se desconocen los morfotipos y genotipos presentes en estas poblaciones silvestres, debido a que existen escasas investigaciones que se hayan centrado en estos aspectos que tienen gran importancia, es por ello, que este problema a limitado el estudio, uso y conservación de la especie, asimismo el desconocimiento sobre los morfotipos de tara existentes en la región conlleva a darse un manejo poco adecuado y uso insuficiente, limitando así el conocimiento del potencial en cuanto al contenido de taninos que son utilizados para la industria del curtido y otros compuestos económicamente importantes (Villena *et al.*, 2019). Se sabe muy poco sobre las proporciones de estos componentes en relación con los morfotipos de tara y a los aspectos biométricos involucrados, por lo que este conocimiento es importante ya que permitirá la selección de morfotipos con mayor rendimiento (Florian, 2020).

Por tal motivo, se ejecutó el estudio en la provincia de Santa Cruz, Cajamarca para evaluar la variación intraespecífica a través de las características biomorfológicas cuantitativas y cualitativas de tara y también determinar la existencia de morfotipos, debido a que, en este lugar el aprovechamiento de la tara es una actividad que complementa a la agricultura tradicional, por ende, los campesinos desconocen o conocen muy poco acerca de técnicas de manejo productivo que les permita poder realizar una adecuada gestión y manejo de las poblaciones silvestres, por esto, es necesario realizar el estudio de la variabilidad intraespecífica de esta especie a fin de lograr un mayor conocimiento de la especie y orientar al mejoramiento de la producción y calidad de los productos en esta zona.

1.2. Justificación

Las poblaciones naturales consisten en individuos fenotípicamente diversos que presentan variaciones en sus parámetros demográficos e interacciones intraespecíficas e interespecíficas (Bu et al., 2011) y para comprender el potencial genético que tiene una especie es fundamental desarrollar una caracterización morfológica con descriptores estandarizados, que sean fáciles de observar, y enfatizar en aquellos con alto poder discriminativo y de fácil heredabilidad; al formular una lista básica de descriptores ayuda a registrar datos de manera sistemática y objetiva, asimismo brindan mayor facilidad para intercambiar información entre investigadores y proporciona mayor conocimiento a los agricultores y otras personas que puedan mostrar interés en esta especie (Bioversity International, 2007; Villena, et al., 2019).

Cada vez más, las diferencias entre las poblaciones a nivel intraespecífico se ha considerado como un tema de investigación de gran importancia para comprender la biodiversidad, la especiación y el cambio adaptativo (Downie, 2010), ya que estos estudios permiten la descripción y diferenciación de una población, es decir varios individuos de una sola especie, en datos tanto cualitativos como cuantitativos, en función de su utilidad, asimismo, crear conocimientos técnicos básicos para un buen manejo y gestión de los cultivos en determinadas zonas agrícolas sostenibles (Suárez et al., 2012).

Al ser la tara un producto de gran relevancia económica a nivel regional y nacional, los estudios que se han realizado se han centrado principalmente en la transformación o procesamiento y en la comercialización del fruto, y se cuenta con muy poca cantidad de estudios que se basen en una descripción morfológica y agronómica que nos permita identificar y seleccionar los morfotipos con mejores características cuantitativas y cualitativas para un mejor aprovechamiento y que por ende permitan a los agricultores desarrollar métodos eficientes para la producción y para que puedan determinar las mejores épocas de establecimiento de los cultivos y así se pueda garantizar la seguridad de los productos basado en la sostenibilidad, es por ello que realizaremos un estudio en la provincia de Santa Cruz, donde existen bosques naturales de tara distribuidos en diferentes zonas pero que han sido poco estudiados, desconociéndose así la gran variedad de morfotipos y por ende la variación intraespecífica que se presenta en esta zona, en la presente investigación se buscó realizar una caracterización biomorfológica para poder identificar variabilidad intraespecífica que existe en los frutos y semillas de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es la variación intraespecífica en frutos y semillas de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca?

1.4. Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la variación intraespecífica en frutos y semillas de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca.

Objetivos específicos

- Identificar la variación intraespecífica cualitativa en frutos y semillas de *Tara spinosa* provenientes de bosques naturales de la provincia de Santa Cruz.
- Identificar la variación intraespecífica cuantitativa en frutos y semillas de *Tara spinosa* provenientes de bosques naturales de la provincia de Santa Cruz.
- Determinar el número de morfotipos de *T. spinosa* como expresión de la variación intraespecífica en bosques naturales de la provincia de Santa Cruz.
- Determinar la influencia de las variables bioclimáticas sobre los caracteres morfológicos de la vaina y semilla de *Tara spinosa* en la provincia de Santa Cruz.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacionales

Seid & Mengesha (2022) estudiaron las diferencias intraespecíficas en morfología entre poblaciones de *Milicia excelsa* (galés) CCBerg, *Pouteria adolfi-friedericii* (Robyns & Gilbert) y *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman, en bosques naturales de Etiopía. Se realizó un muestreo sistemático y se colocaron un total de diez transectos de 160 m de largo a intervalos de 100 m, y se midió la altura del tallo, el diámetro y la longitud del fuste; los resultados mostraron diferencias considerables entre los grupos de población de *M. excelsa* y *P. africana*, pero no significativas, sin embargo, indicaron la presencia de una disimilitud considerable entre los grupos de población de *P. adolfi-freidericii*, que fue significativa.

López et al. (2015) analizaron la variación interespecífica e intraespecífica en biomasa de frutos, número de semillas y características físicas de semillas en cinco especies de *Opuntia*. Estudiaron 89 variantes del Altiplano Sur de México, cuantificaron la biomasa total y de pulpa con semillas; se midió la longitud, el ancho, el grosor y la masa deshidratada y la dureza de las semillas. Así obtuvieron que los frutos de *O. albicarpa* y *O. ficus-indica* presentaron mayor biomasa, seguidas por *O. hyptiacantha* y *O. megacantha* y *O. streptacantha*, existiendo diferencias no significativas en la dureza de las semillas. La biomasa de frutos y pulpa se correlacionó significativamente y positiva con la biomasa de semillas. Las especies con mayor domesticación se agruparon según sus frutos de más grandes y el mayor número de semillas abortadas.

Nacionales

Bonilla et al. (2016) analizaron variables morfométricas que permitan identificar características agromorfológicas y que a su vez permitan diferenciar poblaciones, se analizó diez variables de vaina y semilla de *T. spinosa* provenientes de Ayacucho y Yauyos, como resultado se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,01$) para las diez variables estudiadas, con excepción en la longitud de vaina y la cantidad de semillas en un fruto, y se obtuvo la mediana de seis para las dos zonas lo que puede considerarse como una peculiaridad de la especie.

Galindo (2013) ejecutó la caracterización morfológica de colecciones de tara en Ayacucho” estudió a 32 colecciones de *C. spinosa* de Huánuco, Ayacucho, La Libertad y Apurímac utilizando descriptores morfológicos de vaina y semilla. Encontró 11 morfotipos de *C. spinosa* donde el cultivar Morocho, tiene los valores más bajos en la mayoría de características de vaina, mientras que los valores más altos se relacionan con los cultivares Verde esmeralda, Almidón gigante y Roja ayacuchana por lo que propone seleccionar estas plantas plus y posteriormente hibridarlas con el cultivar Morocho para formar híbridos intercultivares.

Regionales

Díaz (2024) evaluó las características morfológicas e identificó los morfotipos de *T. spinosa*, basándose en fruto y semilla; realizó una colecta de 64 entradas de la ruta Jesús – Cajabamba, para la identificación utilizó ocho descriptores morfológicos. Identificó cinco morfotipos (Ista, Jancos, Roja, Blanca y Saparcón), los cinco primeros componentes principales explicaron 74,7% de la variación total y las características con mayor influencia fueron: peso promedio de semilla y color

de vaina del lado expuesto al sol, también se obtuvieron 13 grupos, los tres primeros componentes principales explicaron el 76,07 % de la variación total y las características que más favorecieron a la variabilidad fueron peso de vaina, peso de vaina sin semilla, ancho de vaina, peso de semilla y ancho de semilla. La correlación de 11 variables de fruto y semilla entre sí, indicó que, las correlaciones de peso de vaina, peso de vaina sin semilla, ancho de vaina y peso de vaina sin semilla, son altamente significativas.

Villena et al. (2019) evaluaron la variabilidad morfológica de *C. spinosa*, en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla. Evaluaron 56 muestras de vainas de *C. spinosa* de nueve provincias de la región, establecieron once descriptores para fruto y semilla, identificándose siete morfotipos: Gigante (Cajamarca, Contumazá y Chota); Blanca y Roja (en todas las provincias); Barbada (Celendín); Jancos (Cajamarca, San Pablo y Santa Cruz); Ista (Cajamarca y Contumazá) y Globosa (Cajamarca). Las características con mayor importancia para la determinación de morfotipos son ubicación del hilo, forma de la semilla, relación largo/ancho de la vaina, color de vaina de lado opuesto al sol, apariencia superficial de la vaina, presencia de pelos glandulares en la vaina, peso de la semilla y relación largo/ancho de la semilla. Asimismo, estos autores identificaron dos morfotipos adicionales Titán y Enana cuyas características se encuentran en fruto, semilla y color de follaje.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Características generales de *Tara spinosa*

La *T. spinosa*, pertenece a la familia Fabaceae , es una especie oriunda del Perú (Huarino & Ramos, 2012), comúnmente conocida como «Taya o Tara», es una especie considerada como árbol caducifolio de sequía, no nodulante, longevo que presenta una altura que se encuentra en un rango de 2 a 5 m, sus hojas son hipostomatosas bipinnadas con inflorescencias terminales amarillas y frutos alargados con una vaina plana que contiene de dos a ocho semillas (Ponce et al., 2020; Cordero et al., 2021), esta especie a partir la período prehispánico ha sido utilizada en la medicina popular o folclórica y en los últimos años, como materia prima para hidrocoloides alimentarios en el mercado mundial (MINAGRI, 2019), esta especie es una leguminosa neotropical con alto valor ecológico y productivo, y la podemos encontrar en los bosques secos, los cuales están siendo amenazados por el cambio climático (Cordero et al., 2021).

En la actualidad la *T. spinosa* se encuentra en zonas semiáridas de países como Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde se utilizan como plantas ornamentales, en linderos o para proporcionar sombra a los animales; en Perú la *T. spinosa* se distribuye por toda la costa peruana que va desde Piura hasta Tacna, y en las zonas montañosas de los departamentos de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Junín y Pasco (Dostert et al., 2009; López et al., 2020).

La producción de tara más importante a nivel nacional procede de los bosques naturales, aportando con el 60% y las plantaciones representan tan sólo el 20%, asimismo, la producción y rendimiento

por hectárea tienen cierta variación de acuerdo al lugar de producción y en función a la densidad que tienen los árboles por hectárea; para las plantas silvestres de tara concentradas en áreas pequeñas o solitarias, su producción alcanza a diez kilogramos por hectárea, mientras que en plantaciones se puede obtener entre veinte a cuarenta kilogramos, cuando se le brinda ambientes propicios y las más adecuadas para la especie, hasta hace algunos años atrás se manejaba como una planta silvestre de los bosques naturales; sin embargo, la demanda de este producto va en incremento, es por ello que se está aumentando las plantaciones en la costa y en la sierra (MINAGRI, 2019).

Las plantas de tara empiezan a dar frutos con un promedio de edad a los seis años y son más frutos varían las épocas según la región, por ejemplo: en los meses de enero y agosto en Cajamarca, o entre mayo y agosto en Ayacucho, o incluso desde julio y hasta principios de noviembre (Oliva et al., 2015).

2.2.2. Características botánicas de *Tara spinosa*

Raíz: Tiene raíces profundas que permiten que fácilmente pueda absorber el agua de las capas inferiores de la tierra, sin importar que la superficie sea seca, hay reservas de agua y humedad dentro del suelo que pueden ser alcanzadas y absorbidas por las raíces de la tara, convirtiendo al lugar donde se desarrollan en más húmedo, es por ello que, gracias a estas raíces la tara puede vivir lugares secos y soportar la sequía (De la Torre, 2018).

Tronco: El tronco presenta una forma redonda con espinas y en ocasiones encorvado, tiene la corteza de color gris y es muy ramificado en el follaje y tallos con espinas, que en algunas veces las ramificaciones van desde muy cerca de la base de la planta, dando la impresión de tener muchos troncos (León & Sánchez, 2019).

Hojas: Sus hojas son compuestas bipinnadas, alternas y dispuestas en forma espiralada, cuentan con seis a ocho pares de folíolos opuestos, estos son lisos, glabros, con un color verduzco claro por las dos caras en su etapa de juventud y verde oscuro en su etapa de madurez. Las hojas incluido el pecíolo, miden de ocho a doce cm de longitud, y los folíolos tienen una longitud de 2,5 a 3,5 cm por 1 a 1,5 cm de ancho y dan la forma de plumas con un largo que varía entre 8 y 12 cm es un árbol semicaducifolio. El raquis presenta espinas en pares por cada par de folíolos. También tiene espinas en los pecíolos (Linares, 2014; Aviles, 2018).

Fruto: Vaina coriáceo indehisciente que presenta forma falcada, levemente falcada o recta, el aspecto de la superficie que nos muestra es aplanada, intermedia y globosa; puede presentar pelos glandulares o no cuando el fruto está verde; cuando este madura los pelos glandulares se caen, sin embargo, al tocarla la vaina es áspera. Las vainas de tara son de color pajizo o crema, en los dos lados para la blanca, para la roja el color de la vaina es rojo y anaranjado rojizo para los dos lados, presentan longitudes que van desde los 6,5 a 21,75 cm en el largo, 0,5 a 3,5 cm en el ancho y 0,2 a 0,8 mm en el espesor, el peso de la vaina con semillas va desde 0,76 a 8,26 g y la vaina sin semillas presenta un peso que va desde 0,09 a 6,74 g, y tienen de 2 a 8 semillas por fruto (Villena et al., 2019).

Semilla Semillas obovadas redondeadas, ligeramente aplanadas, ovoides, de 0,6 cm a 0,7 cm de diámetro por 1 cm de largo; cuando las semillas están verdes, tienen un tegmen comestible, el cual es blando y transparente; a medida que maduran se endurecen, tornándose de color pardo oscuro, marrón o marrón grisáceo y son brillantes, debido a que están cubiertas de un tegumento impenetrable que es una capa cerosa (Portal, 2009; Ayala, 2014).

2.2.3. Características edafoclimáticas requeridas por la Tara

La *T. spinosa* es una planta con una muy buena plasticidad adaptativa a gradientes altitudinales de 50 a 3000 m s.n.m. y diferentes tipos de suelos (Villena et al., 2022) ; es resistente a la sequedad, las plagas y las enfermedades, soporta temperaturas cambiantes que varían entre los 12° a 18 °C, pudiendo sobrevivir con una temperatura de hasta 20 °C, en los valles andinos la temperatura perfecta para esta especie es de 16° a 17 °C, por otro lado, en cuanto a la precipitación necesita lugares con precipitaciones de 400 a 600 mm, pero también la podemos encontrarla en áreas donde la ocurrencia anual promedio es de 200 a 750 mm de precipitaciones promedio por año (Guamán, 2022).

La *T. spinosa* crece sobre suelos franco-arenosos, ligeramente calcáreos, finos, sueltos, con facilidad de drenaje y preferiblemente con mucha MO, sin embargo, también puede crecer en suelos menos ligeros que presentan más cantidad de arcillas, suelos rocosos y degradados, es decir, en los suelos que no son útiles para los cultivos agrícolas tradicionales (De la Torre, 2018).

La *T. spinosa* en Cajamarca se encuentra desde los 1396 a 2904 m.s.n.m., con temperaturas de 6,17 a 27,5 °C, con precipitaciones de 394 mm a 1029 mm, humedad relativa entre 58% a 85%. En suelos compuestos por arena de 30% a 54%, limo de 24% a 38%, arcilla 18% a 40% (Villena et al., 2022).

2.2.4. Usos de la Tara spinosa

Los principales usos tradicionales que se le han dado a las vainas secas de tara han sido utilizadas como fuente de materiales curtientes, impermeabilización de vasijas de barro y la fabricación de tintes para textiles, cerámica y para la escritura, además, la tara tiene aplicaciones como alimento, madera, combustible (De la Torre, 2018), asimismo, las vainas han sido grandemente empleadas en la medicina cotidiana para tratar diferentes dolencias debido a su efecto antibiótico contra enfermedades respiratorias e infecciones de la piel (Callohuari et al., 2017)

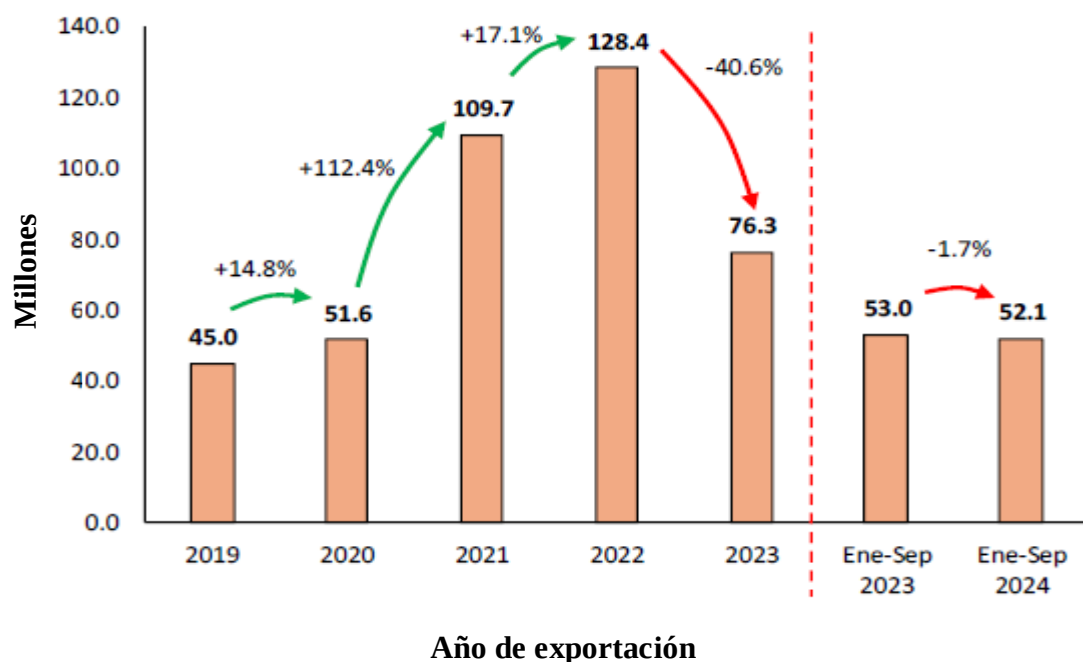
Actualmente, la tara es utilizada por su potencial económico, debido a que de sus vainas secas se puede obtener harina o polvo, asimismo, se adquieren gran cantidad de taninos (Rigano et al., 2019), los cuales son utilizados para la industria peletera, química y de pinturas (De la Cruz, 2004), para clarificar el vino, a modo sustituto de la malta, para la elaboración de plásticos y adherentes, por otro lado, de sus semillas se obtiene goma que actúa como coloide y es usada para los alimentos, se utiliza para elaborar helados, productos de frutas, yogurt, salsas y condimentos, postres y productos cárnicos, asimismo también se utiliza para preparar comidas balanceadas para animales, como vacunos y cuyes (De la Torre, 2018).

2.2.5. Exportación de la Tara spinosa del Perú

Según ADEX (2024) las exportaciones de tara en el Perú entre los años 2019 al 2023 registraron un incremento anual promedio del 14,1% (Figura 1). Este aumento se da, principalmente por la constante demanda de las diferentes presentaciones de este producto. En 2023, Perú exportó US\$ 76,3 millones de tara, esto simbolizó una caída del 40,6% respecto al 2022. Esta disminución se debe a la menor venta internacional de la goma de tara (-65,9%), respecto al 2022. Las exportaciones de tara se realizaron en las siguientes presentaciones: en polvo (US\$ 47,2 millones o 61,9% del valor total exportado) y goma (US\$ 29,0 millones o 38,1% del valor total exportado). Entre enero y septiembre de 2024, las exportaciones de tara acumularon US\$ 52,1 millones, traducido en una caída interanual de 1,7%.

Figura 1

Evolución de las exportaciones de tara en el Perú entre los años 2019 – 2023



Fuente: Tomado de ADEX (2024).

2.2.6. Morfotipos de Tara en la región de Cajamarca

De la Torre (2018) y Villena et al. (2019) determinaron siete morfotipos de tara presentes en bosques naturales de la región Cajamarca (Figura 2).

Morfotipo Globosa

Sus frutos tienen forma falcada, el aspecto de su superficie es globosa, no presentan pelos y su color es pajizo o crema. La semilla es de color marrón, de forma es romboide y con ubicación del hilo basal lateral.

Morfotipo Ista

La vaina es de forma oblonga y de apariencia superficial intermedia, no presenta de pelos y su color es pajizo o crema, su semilla es ovada globosa de tono marrón grisáceo y la ubicación del hilo basal es central y un peso promedio intermedio.

Morfotipo Gigante

Vaina que tiene forma falcada, el aspecto de la superficie es aplanada, con ausencia de pelos y su color es pajizo o crema, la semilla posee forma obovada globosa, con un tono marrón grisáceo y el hilo se ubica en la parte central, presenta un alto peso promedio.

Morfotipo Barbada

La forma de la vaina es oblonga a levemente falcada, su apariencia en la superficie es intermedia con presencia de pelos glandulares, su color es anaranjado rojizo en el lado de la vaina que da hacia el sol y amarillento o crema para el lado contrario al sol y la semilla es obovada aplanada con coloración marrón y el hilo se ubica en el área basal y en el centro, además posee un peso promedio alto.

Morfotipo Jancos

Su vaina es ligeramente falcada con apariencia superficial intermedia, no presenta pubescencia y su color es anaranjado rojizo en el lado que da hacia el sol y pajizo o crema para el lado opuesto y la semilla es obovada globosa y presenta coloración marrón, el hilo es basal y central, su peso promedio es intermedio.

Morfotipo Blanca

La vaina tiene forma oblonga y levemente falcada, la apariencia de su superficie es intermedia con ausencia de pelos glandulares, el tono del lado de la vaina hacia el sol es anaranjado rojizo y el lado opuesto es pajizo o crema, su semilla presenta forma obovada globosa, de coloración marrón grisáceo y el hilo se ubica en la parte basal central.

Morfotipo Roja

Su vaina es oblonga a ligeramente falcada de apariencia superficial intermedia con ausencia de pubescencia, presenta un tono rojo o anaranjado-rojizo por las dos partes de la vaina y la semilla posee forma obovada globosa con coloración marrón grisáceo y el hilo se ubica en el área basal central.

Figura 2

Morfotipos de T. spinosa determinados para la región Cajamarca



Nota: De izquierda a derecha. Morf. Gigante, Barbada, Blanca, Ista, Globosa, Roja y Jancos.

Fuente: Cortesía de Jim Villena

2.2.7. Descriptores para frutos y semillas

Villena et al. (2019) propone una lista de descriptores para *Tara spinosa*, basada en fruto y semilla:

2.2.7.1. Fruto

Forma de la vaina (FV): Para determinar la forma de la vaina se debe considerar los bordes que tiene, esto se hace por los dos lados (Figura 3).

Figura 3

Formas principales de la vaina



1. Oblongo

3. Ligeramente falcada

5. Falcada

Fuente: Tomado de Villena et al. (2019).

Apariencia superficial de la vaina (ASV): Se observa la vaina en vista lateral, frente a la sutura de la vaina. La depresión entre las semillas y la protuberancia debido a las semillas (Figura 4).

Figura 4

Apariencia superficial de la vaina



0. Ausente

1. Presente

Fuente: Tomado de Villena et al. (2019)

Pelos glandulares (PG) en la superficie de la vaina antes de la madurez: Se observa la superficie externa de las vainas (Figura 5).

Figura 5

Presencia de pelos glandulares en la superficie de la vaina



1. Aplanada



3. Ligeramente globosa (en cada semilla)



5. Profundamente globosa (en cada semilla)

Fuente. Tomado de Villena et al. (2019)

- **Color de vaina del lado hacia el sol:** Para determinar el color que presenta la vaina en el lado que ha estado expuesto hacia el sol, se utiliza Colour Chart de The Royal Horticultural Society (1995). Estos colores pueden ser:

- Rojo para los dos lados de la vaina (red 31–35)
- Anaranjado rojizo para los dos lados de la vaina (Orange - red 3–35)
- Pajizo o crema o para los dos lados de la vaina (Yellow – Orange yellow 11-23)

- **Color de vaina del lado opuesto al sol:** Para determinar el color que presenta la vaina en el lado opuesto hacia el sol, se utiliza Colour Chart de The Royal Horticultural Society (1995).

- Rojo para los dos lados de la vaina (red 31 – 35)
- Anaranjado rojizo para los dos lados de la vaina (Orange - red 31 – 35)
- Pajizo o crema, para los dos lados de la vaina (Yellow – Orange yellow 11 – 23)

- **Relación largo/ancho de la vaina:** Según Villena et al.(2019) para encontrar esta relación se realiza con las medidas registradas de las vainas maduras y secas de tara que han sido extraídas exclusivamente de la planta y no recogidas del suelo, para ello, de una muestra que consta de mínimo 50 vainas, que han sido tomadas aleatoriamente, se mide el largo el cual será tomado a partir la base que es el punto de encajamiento al pedúnculo, hasta el ápice de la vaina y el ancho será medido en la parte de la vaina que tiene una mayor extensión.

- Se considera una relación baja cuando el valor obtenido es menor a 4

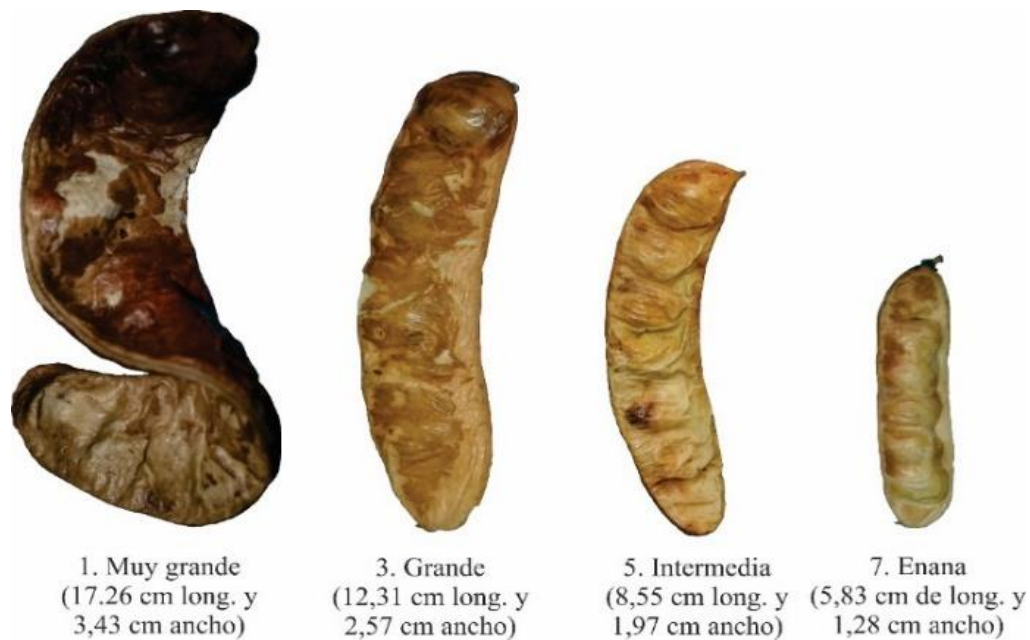
- Se considera una relación intermedia cuando el valor obtenido es mayor o igual a 4, pero menor o igual a 6.

- Se considera una relación alta cuando el valor obtenido es mayor a 6

Tamaño de vaina (TV): Para determinar el tamaño de la vaina se tiene que observar su extensión y longitud en vista frontal para mayor precisión (Figura 6).

Figura 6

Tamaño de la vaina

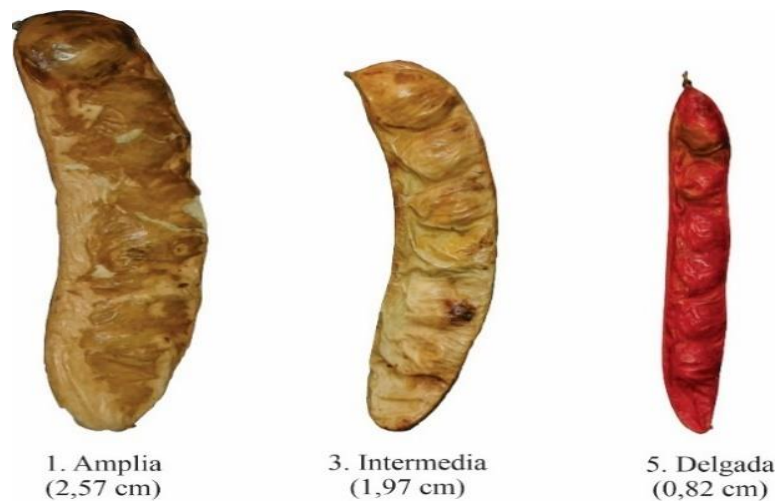


Fuente. Tomado de Villena et al. (2019)

Amplitud de vaina (AV): Para establecer la amplitud de la vaina se debe observar la depresión que tiene entre las semillas y luego proceder a medir, es mejor realizarlo en vista frontal (Figura 7).

Figura 7

Amplitud de la vaina



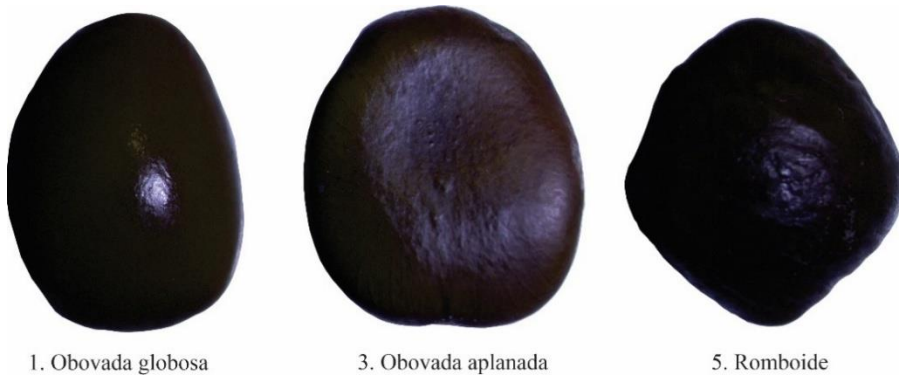
Fuente. Tomado de Villena et al. (2019).

2.2.7.2. Semilla

Forma predominante de la semilla (FS): Los datos deben ser tomados de las semillas de vainas maduras y secas que han sido recogidas de la planta exclusivamente, la forma debe establecerse observando frontalmente la semilla y considerando el eje base-ápice (Figura 8).

Figura 8

Forma predominante de la semilla



Fuente. Tomado de Villena et al. (2019).

Color principal de la semilla: Para determinar el color principal de la semilla se debe hacer uso de la cartilla Colour Chart de The Royal Horticultural Society (1995).

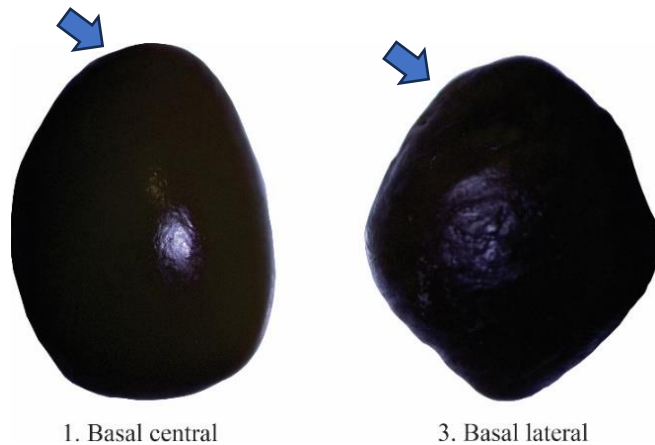
1 Marrón (200A–B–C–D)

3 Marrón grisáceo (199A)

Ubicación del hilo. Es la cicatriz que dejó el funículo al despegar del fruto Villena et al. (2019).
(Figura 9).

Figura 9

Ubicación del hilo



Fuente. Tomado de Villena et al. (2019).

2.2.8. Variación intraespecífica en plantas

Es la diferencia que existe entre los fenotipos que tiene una sola especie; es decir, los individuos que presenta una misma especie tienen caracteres morfológicos o fisiológicos diferentes (Galindo, 2018), a esto se le considera como un proceso microevolutivo en el que las plantas pueden presentar una alta variabilidad intraespecífica, es decir, la respuesta a las restricciones abióticas o bióticas (Violle et al., 2012), las plantas manifiestan gran variabilidad intraespecífica de rasgos, esta habilidad les permite sobrevivir, crecer y reproducirse en diversos ambientes, es por ello que analizar la variabilidad intraespecífica de caracteres morfológicos sobrelleva a entender el potencial de respuesta de las especies a factores de alteración, como el cambio climático (Galindo et al., 2020). Parte de esta variación tiene una base genética, siendo la mayor parte impulsada por el medio ambiente lo que afecta significativamente en el éxito reproductivo individual, la dinámica

de las poblaciones de plantas, la estructura de la comunidad y la evolución (Schupp et al., 2019), es por ello que Violle et al. (2012) sugieren medir toda la variación fenotípica, es decir, la variación de rasgos intraespecíficos ipso facto, dentro de las poblaciones naturales.

2.2.9. Variación intraespecífica en frutos y semillas

La variación de los rasgos de las plantas tales como los frutos y semilla, puede ser la consecuencia de la variabilidad ambiental, la inestabilidad del desarrollo y la plasticidad, aunque también puede surgir de presiones selectivas previas sobre las propias características del fruto y semilla o directamente en sus variaciones (Larrinaga & Guitián, 2016). A medida que los frutos y semillas van creciendo y desarrollándose, todo este proceso está determinado por los diversos factores del ambiente, tales como: la radiación del sol, la temperatura, la humedad relativa y la precipitación, estos procesos influyen directamente en su fenología y procesos metabólicos los cuales se ven reflejados en su calidad, tamaño, forma y número (Deaquiz, 2014). Por otro lado, un solo genotipo de planta suele producir una diversidad de versiones fenotípicas de un mismo órgano (Herrera, 2009); el fruto determina aspectos de la calidad física y fisiológica de la semilla, aunque es herramienta para examinar la variabilidad intraespecífica y dependencia de las especies de los factores ambientales dentro de una población, la variabilidad en frutos y semillas brinda información muy importante para estudios como mejoramiento genético de poblaciones y estandarización de pruebas en laboratorios, además de ser de gran utilidad para identificar y diferenciar la variación fenotípica dentro de una misma especie (Canazza et al., 2009).

2.3. Definiciones conceptuales

Bancos de germoplasma

Son depósitos de tipos silvestres y de variedades locales del acervo genético primario, secundario o terciario de un cultivo, donde el objetivo es conservar la diversidad genética (Cowling et al., 2017).

Biometría

“Es el estudio mensurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos”(Anabella et al., 2016).

Caracterización

“Consiste en establecer las particularidades o los atributos de algo o de alguien” (Pérez & Gardey, 2016).

Descriptor

Un descriptor es un término que representan de manera unívoca un concepto, su función principal es la de homogenizar los términos empleados para una búsqueda más precisa (Muñoz, 2016).

Morfotipos

Son un conjunto de registros que son fenotípicamente iguales, sin embargo, no precisamente pueden ser similares genéticamente, asimismo, los morfotipos son las variedades con las mismas características morfológicas, sin embargo, todos no poseen igual carga de genes (Camarena et al., 2014).

Fruto

Es el producto que se obtiene después de que el ovario de la flor es fecundado, este órgano contiene las semillas en el que quedan contenidas las semillas, y en esta formación colaboran frecuentemente el cáliz, el receptáculo floral y otros órganos de la planta (RAE, 2014).

Semillas

Su función es multiplicar y hacer que la especie perdure por mucho tiempo, constituyendo así uno de los elementos de mayor efectividad para que las especies se dispersen en muchas zonas en lo largo del tiempo (RAE, 2022).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativo, el nivel que presenta es descriptivo, debido a que, se busca describir las características de la especie en estudio, asimismo, se pretende determinar las causas de los eventos de cualquier índole en relación a la especie en estudios (Hernández & Mendoza, 2019; Guevara et al., 2020). Se llevó a cabo bajo un diseño no experimental, de tipo transeccional debido a que no se realizó manipulación de las variables y se observaron los distintos sucesos en su entorno natural, luego estos fueron analizados; la recolección de estos datos se desarrolló en un solo momento (Hernández & Mendoza, 2019).

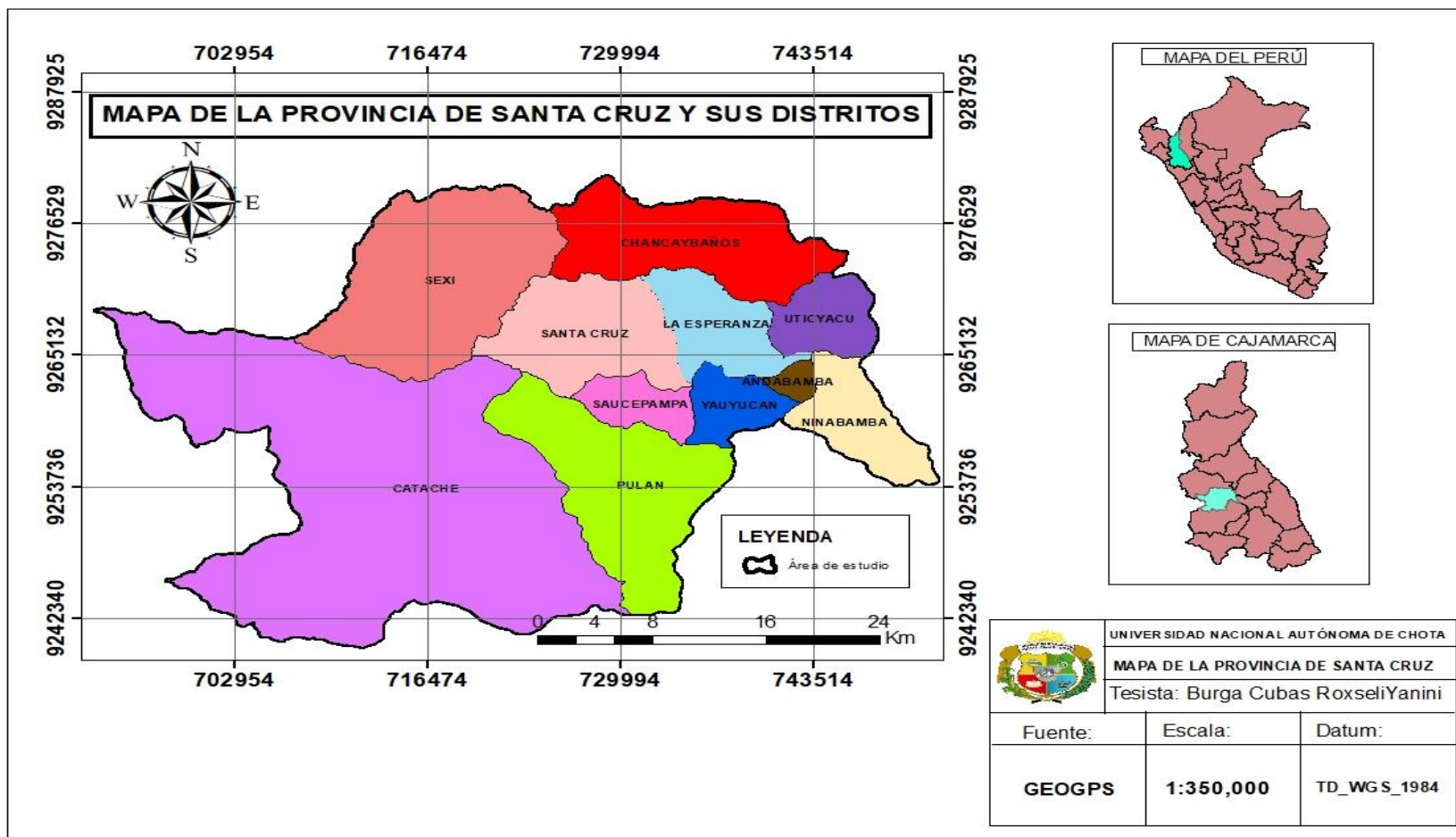
3.2. Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.2.1. Ubicación

Esta investigación se desarrolló en las zonas de mayor producción de tara en la provincia de Santa Cruz, Cajamarca, la cual se ubica en la zona céntrica del departamento Cajamarca, entre las coordenadas UTM 727267 E y 9267112 N, la misma que tiene una altitud media de 2039 m s.n.m. y presenta un clima tipo árido semicálido. A continuación, se muestra el mapa de la provincia de Santa Cruz donde se realizó el muestreo (Figura 10).

Figura 10

Mapa de ubicación de la provincia de Santa Cruz y los lugares donde se realizó la colecta de frutos y semillas



3.2.2. Población

La población de este estudio estuvo compuesta por los bosques naturales de *T. spinosa* presentes en la provincia de Santa Cruz.

3.2.3. Muestra

La muestra de esta investigación estuvo conformada por 75 individuos de *T. spinosa* que presentaron variación intraespecífica.

3.2.4. Muestreo

El muestreo que se realizó en el presente estudio fue de tipo no probabilístico por conveniencia ya que, la muestra no se seleccionó por ningún criterio estadístico (González, 2021), este tipo de muestreo nos permitió elegir las muestras de acuerdo a las características discriminantes de frutos y semillas de la especie en estudio (Villena et. al., 2023).

3.2.5. Unidad de análisis

La unidad de análisis son los frutos y semillas de *T. spinosa*

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Toma de muestras

Las muestras de vainas fueron tomadas de los árboles en plena maduración en cada bosque natural, los cuales están separados por una distancia mayor a 5 m; estos fueron elegidos al azar, teniendo en cuenta la diferencia en sus características. De cada árbol seleccionado, se tomó de 0,5 kg a 1 kg de vainas secas, las cuales se encontraban distribuidas en diversas partes de la copa. Se tomaron

las vainas con cuidado para no romper ni dañar la muestra. Una vez recolectadas, estas fueron colocadas en una bolsa con una etiqueta de identificación, la cual contenía los datos de la localidad, el número de colecta, la altitud y las coordenadas del punto de muestreo.

3.3.2. Evaluación del fruto o vaina

De una muestra recolectada de 0,5 kg a 1 kg de vainas de *T. pinosa*, se determinó el color de la vaina y la semilla haciendo uso de la carta de colores de la RHS Colour Chart; para el color de la vaina esta fue analizada del lado expuesto y opuesto al sol, ambos lados se diferencian por la intensidad del color; la forma de la vaina fue tomada de acuerdo a las formas propuestas por Villena et al. (2019) y se representaran mediante fotografías, para medir la longitud de la vaina se utilizó un vernier digital para obtener mediciones con alta precisión; para la longitud de la vaina se midió desde la base de la vaina hasta el ápice, para el ancho se tomó en cuenta el lado más ancho de la vaina perpendicular al eje longitudinal anterior y esta fue medida, para el espesor de la vaina se tomó la medición en la parte central de la misma, perpendicular al eje del ancho y para el peso de la vaina con y sin semilla se empleó una balanza de precisión.

3.3.3. Evaluación de las semillas

Para la evaluación de las semillas se determinó el color de estas utilizando la carta de colores de la RHS Colour Chart, para realizar las mediciones de hizo uso de un vernier digital con el cual se midió la longitud de la semilla que fue tomada a partir de la base de esta hasta llegar a su ápice, el ancho, se tomó en la zona donde la semilla tenía la mayor amplitud y el espesor fue medido en la parte céntrica de la semilla, en dirección perpendicular al eje del ancho; también se tomó el peso

en gramos de todas las semillas contenidas cada vaina y el peso de cincuenta semillas por muestra o entrada con ayuda de una balanza digital.

3.4. Hipótesis

H0: No existe variabilidad morfométrica significativa en las características cuantitativas y cualitativas de fruto y semilla entre las poblaciones naturales de *T. spinosa* de la provincia de Santa Cruz, lo que no permite la diferenciación de morfotipos.

H1: Existe variabilidad morfométrica significativa en las características cuantitativas y cualitativas de fruto y semilla entre las poblaciones naturales de *T. spinosa* de la provincia de Santa Cruz, lo que permite la diferenciación de morfotipos.

3.5. Operacionalización de variables

Para la demostración de la hipótesis planteada, se desarrolló la metodología que a continuación se especifica en la Tabla 1.

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables de estudio

Tipo de variable	Definición	Indicador	Instrumentos	Índice
Dependiente	Variación intraespecífica de <i>Tara spinosa</i>	Es la diferencia que existe entre los fenotipos que tiene una sola especie; es decir, los individuos que presenta una misma especie tienen caracteres morfológicos o fisiológicos diferentes (Galindo, 2018)	Caracteres cualitativos en fruto y semilla	Lista de descriptores (Villena et al., 2019)
			Caracteres cuantitativos en fruto y semilla	
Independiente	Factores bioclimáticos	Los factores bioclimáticos son los aspectos ambientales y geográficos que, en su conjunto, definen las condiciones climáticas de un sitio y su interacción con los organismos vivos (Cortes, 2009)		Fruto: Forma de fruto, presencia de pelos glandulares, color del lado del sol y en sombra.
				Semilla: Ubicación del hilo, forma de semilla, color de semilla.
Independiente	Factores bioclimáticos	Los factores bioclimáticos son los aspectos ambientales y geográficos que, en su conjunto, definen las condiciones climáticas de un sitio y su interacción con los organismos vivos (Cortes, 2009)		Fruto: Longitud, ancho, espesor, relación longitud/ancho, peso con semillas y peso del fruto sin semillas.
				Semilla: Longitud, ancho, espesor, relación longitud/ancho, peso de semillas por fruto y peso de una semilla.
Independiente	Factores bioclimáticos	Los factores bioclimáticos son los aspectos ambientales y geográficos que, en su conjunto, definen las condiciones climáticas de un sitio y su interacción con los organismos vivos (Cortes, 2009)		Bio_1: Temperatura media anual, Bio_2: Rango diurno medio (Media de la diferencia entre la temp. máxima y mínima de cada mes), Bio_3: Isotermalidad ($Bio_2 / Bio_7 \times 100$), Bio_4: Estacionalidad de la temperatura (Desviación estándar $\times 100$), Bio_5: Temperatura máxima del mes más cálido, Bio_6: Temperatura mínima del mes más frío, Bio_7: Rango anual de temperatura ($Bio_5 - Bio_6$), Bio_8: Temperatura media del trimestre más húmedo, Bio_9: Temperatura media del trimestre más seco, Bio_10: Temperatura media del trimestre más cálido, Bio_11: Temperatura media del trimestre más frío, Bio_12: Precipitación anual, Bio_13: Precipitación del

		mes más lluvioso (o más húmedo), Bio_14: Precipitación del mes más seco, Bio_15: Estacionalidad de la precipitación (Coeficiente de variación), Bio_16: Precipitación del trimestre más húmedo, Bio_17: Precipitación del trimestre más seco, Bio_18: Precipitación del trimestre más cálido, Bio_19: Precipitación del trimestre más frío
Factores topográficos	Los factores topográficos son las características físicas que presenta la superficie terrestre y afecta a su formación (Fong, 2019)	Aspecto, pendiente, longitud y latitud.
Factores de suelo	El suelo se genera y evoluciona a distintos ritmos y a través de diferentes procesos; el origen del suelo se produce por la transformación de roca, material parental, a través de factores denominados formadores de suelo (Fong, 2019).	Capacidad de intercambio catiónico, suelo limoso, suelo arcilloso, suelo arenoso, y carbono orgánico del suelo

3.6. Procedimientos de recolección de datos

Para la recolección de datos de esta investigación se realizaron dos fases, en la primera se ejecutó el trabajo de campo y en la segunda el trabajo en el laboratorio.

-Trabajo de campo:

Para realizar el trabajo en campo se consideraron los distritos de mayor producción de *T spinosa* pertenecientes a la provincia de Santa Cruz, tales como: Chancay Baños, Santa Cruz y Catache. En estos se identificaron los bosques naturales que mostraban individuos de esta especie con variaciones o características diferentes referidas a nivel de fruto o semilla.

Se registraron los puntos de cada árbol seleccionado con ayuda de un GPS manual, los mismos que fueron georreferenciados a través de Google Earth. De cada individuo se realizó cuidadosamente la colecta de vainas maduras en planta procurando que estas no se rompan, obteniendo un aproximado de 0,5 kg a 1 kg por cada árbol, la recolección de las entradas se realizó desde 30 de junio del 2025 hasta el 2 de agosto del 2025 de manera periódica.

Cada una de las muestras fueron colocadas en bolsas debidamente etiquetadas con el número de entrada correspondiente, lugar y coordenadas para su correcta identificación.

- Trabajo de laboratorio:

De las muestras de *T. spinosa* recolectadas en campo se obtuvieron datos de vaina y semilla:

Para la obtención de los datos requeridos de la vaina se utilizó un vernier digital con una precisión de $\pm 0,05$ mm, con el cual se tomaron las características cuantitativas (largo, ancho y espesor).

Para obtener la longitud de la vaina se midió desde su base hasta el ápice, asimismo se obtuvieron las medidas del ancho y espesor; por otro lado, con ayuda de una balanza analítica se obtuvo el peso de la vaina con y sin semillas, teniendo en cuenta estos datos obtenidos obtuvo la relación largo/ancho de la vaina, este procedimiento se realizó para 50 vainas consideradas en cada entrada.

Para las características cualitativas se tomaron en cuenta los descriptores propuestos por Villena et al. (2019).

Para la obtención de los datos de la semilla se empleó un vernier digital con el cual se tomaron las características cuantitativas (longitud, ancho y espesor). Para obtener la longitud de la semilla se midió desde su base hasta el ápice, asimismo, se obtuvieron las medidas del ancho y espesor; por

otro lado, con ayuda de una balanza analítica se obtuvo el peso de semillas por vaina, peso de una semilla, y la relación largo/ancho.

3.7. Procedimientos de análisis de datos

Después de la recopilación de datos, se procedió a realizar el análisis de estos, donde fueron tabulados en el programa Microsoft Excel obteniendo así la matriz básica de datos (MBD), la data climatológica de los individuos muestreados se descargó de WorldClim v2 (Fick & Hijmans, 2017). El análisis de correlación de Pearson, análisis de conglomerados y componentes principales se ejecutaron con el lenguaje de programación R Studio (Team, 2022).

3.7.1. Análisis de datos

La información establecida en la MBD fue analizada mediante el lenguaje de programación R Studio (Team, 2025) que consta de tres partes:

-El agrupamiento jerárquico de las entradas que es un método estándar de análisis multivariante estadístico que nos ayudará a reducir conjuntos de datos grandes y complejos a una pequeña cantidad de grupos o clústers de datos donde los miembros de un grupo comparten características similares (Lin & Chen, 2006).

-El análisis de componente de datos (ACP) es una técnica multivariada utilizada para analizar tablas que contienen datos en la cual las observaciones son referidas a través de muchas variables dependientes cuantitativas interconectadas, con el fin de recopilar la información más relevante de la tabla, asimismo poder representarlo como un nuevo grupo de nuevas variables ortogonales denominadas componentes principales y manifestar el modelo de parecido de las observaciones y de las variables graficadas a través de puntos en los mapas (Abdi & Williams, 2010).

-El **coeficiente de correlación de Pearson (r)** el cual nos permitió medir el nivel de relación directa entre las variables continuas, asimismo, nos muestra la magnitud y la orientación de la asociación lineal entre dos o más variables, si tal relación existe, podremos obtener un modelo de regresión que puede ser simple o multivariado (Pérez, 2014). Se trabajó con Pearson porque este modelo funciona bien con variables cuantitativas y que sigan bien la distribución normal (Ferre, 2019). Para clasificar la correlación se tomó en cuenta a las escalas de clasificación planteado por Martínez (2012); Akoglu (2018) y Her & Wong (2020).

- Correlación perfecta, cuando $r = 1$ o -1
- Correlación excelente, cuando r es mayor de 0,90 y menor de 1
- Correlación aceptable, cuando r se encuentra entre 0,8 y 0,9
- Correlación regular, cuando r se encuentra entre 0,6 y 0,8
- Correlación mínima, cuando r se encuentra entre 0,3 y 0,6
- No hay correlación Cuando r menor de 0,3 y mayor a 0.

3.8. Material y equipos

Para la colecta de material vegetal se utilizaron, tijeras de podar en la obtención de las vainas de *T. spinosa*, bolsa de papel para su almacenamiento, GPSMAP 64sx Garmin (Sistema de posicionamiento global) para ubicar el punto de donde tomaron las muestras, libreta y lapiceros tomar apuntes, cámara fotográfica para tomar evidencia de la recolección de muestras y todo el trabajo realizado en campo.

Para el trabajo de gabinete, se utilizó un vernier digital el cual permitió tomar las medidas precisas de cada una de las vainas y semillas de *T. spinosa*; balanza electrónica con la cual tomamos los

diferentes pesos; carta de colores de la RHS Colour Chart de The Royal Horticultural Society (1995) con la cual definimos el color de las muestras, laptop e impresora para ordenar y procesar los datos obtenidos.

3.9. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó con total responsabilidad en cuanto a todos los procedimientos que se llevaron a cabo para dicho estudio, además este trabajo respeta los derechos de autor, es por ello que la revisión bibliográfica está debidamente citada, asimismo estas fuentes son de mucha confiabilidad, por otro lado, los datos obtenidos tienen total veracidad de acuerdo a lo que se ha obtenido, para corroborar esto se presenta distintas evidencias; por otra parte con esta investigación no se ha puesto en riesgo al medio ambiente ni a las poblaciones de *T. spinosa* que fueron utilizadas para nuestra investigación.

Por último, se solicitó permiso a SERFOR y SERNANP para la obtención del material vegetativo, la autorización fue emitida mediante resolución N° 002-2023-SERNANP-ZRCHB-JEF. Asimismo, a los propietarios de los bosques naturales donde se realizó la colecta del material para la presente investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Lugares de colecta

Como se muestra en la Tabla 2 se realizó la colecta de tara en la provincia de Santa Cruz con un total de 75 entradas.

Tabla 2

Lugares de colecta de T. spinosa y número de colecta por zona

Provincia	Procedencia	Nº colectas
Santa Cruz	Catache	20
	Santa Cruz	25
	Chancay Baños	28
	El Álamo	2
TOTAL		75

4.2. Datos pasaporte de las colectas realizadas

En la Tabla 11 (ver en anexos) se detallan los datos pasaporte de cada una de las muestras colectadas considerando los lugares de colecta (Santa Cruz, Catache, Chancaybaños y El Álamo), asimismo, las coordenadas respectivas de donde fue extraída la muestra; también se registró la altitud, siendo 2209 m s.n.m. la altitud máxima, ubicada en El Álamo (E30) y una altitud mínima de 1156 m s.n.m. en el distrito de Catache (E31), registrar los datos pasaporte de las muestras colectadas es muy importante ya que permite que los datos pertinentes estén disponibles y sean aprovechados para nuevos usuarios hasta donde la información sea posible (FAO, 2023).

4.3. Análisis de conglomerados con caracteres o descriptores cualitativos

Teniendo en cuenta los descriptores de Villena et al. (2019) se realizó la matriz básica de datos (MBD) de la caracterización morfológica de los caracteres cualitativos Tabla 12 (ver en anexos) por cada una de las entradas colectadas de *T. spinosa*, de esta manera tener la información ordenada y estructurada lo cual permite su posterior análisis, así como Baranger (2009) menciona que la MBD es una herramienta fundamental e indispensable en cualquier proceso de investigación y que su importancia está en la capacidad de organizar, ordenar y visibilizar los datos para su análisis posterior.

Después de haber realizado la matriz básica de datos (MBD) con las 75 entradas correspondientes en el programa Excel, esta se procesó con el lenguaje de programación R Studio para así obtener el fenograma de las 75 entradas colectadas.

4.3.1. Análisis de agrupamiento para las variables cualitativas

En el fenograma (Figura 11) obtenido a partir de las 75 entradas procesadas de *T. spinosa* con nivel máximo de similitud en una distancia de cero se puede observar la conformado 11 grupos; tres grupos formados por dos entradas cada uno (E22, E28), (E8, E66) y (E12, E38), un grupo formado por tres entradas (E45, E5, E31), dos grupos formados por cuatro entradas cada uno (E49, E25, E3, E6) (E69, E48,E29,E36), cuatro grupos formados por cinco entradas cada uno (E68, E63, E57,E11, E19), (E41, E39, E24, E15, E16), (E65, E55, E32, E2, E17), (E71, E53, E51, E4, E42) y un grupo de 15 entradas (E75,E73, E72, E70, E67, E64, E61, E59, E52, E46, E34, E23, E13, E1, E9).

A una distancia de similitud de cinco se forman nueve grupos, de los cuales tenemos un grupo formado por dos entradas (E10, E14), un grupo formado por cuatro entradas (E35, E37, E58, E60), un grupo formado por seis entradas (E7, E41, E39, E24, E15, E16), un grupo formado por siete entradas (E71, E53, E51, E4, E42, E8, E66), un grupo formado por ocho entradas (E68, E63, E57, E11, E19, E26, E40, E54), dos grupos formados por once entradas (E20, E74, E21, E33, E27, E43, E45, E5, E31, E22, E28) y (E44, E49, E25, E3, E6, E62, E65, E55, E32, E2, E17).

El fenograma de agrupación explicado anteriormente permite conocer los morfotipos que se encuentran en la provincia de Santa Cruz, agrupándolos de acuerdo a la similitud de las características de cada entrada, se utilizó este método de análisis puesto que, los fenogramas tienen como objetivo principal representar gráficamente las relaciones y el grado de similitud o disimilitud entre las unidades de estudio (Goyenechea, 2006; Kassambara, 2017a). Para identificar que morfotipos existen en la zona se tomó en cuenta a los siete morfotipos descritos por Villena et al. (2019).

El fenograma a una distancia de similitud mayor a cinco pero menor a diez nos permitió formar los grupos de *T. spinosa* identificados en este estudio, apoyándonos de los descriptores cualitativos y de la minuciosa observación del material recolectado en campo; se formaron cinco grupos bien definidos y separados de acuerdo a la semejanza de características que presentan cada una de las entradas.

El primer grupo está formado por una sola entrada (E30), la cual fue colectada en El Álamo, esta muestra se distingue claramente del resto debido a que presenta una longitud y ancho de vaina muy superior al de otras entradas, una característica que resulta bastante notoria frente a las demás

entradas evaluadas. Asimismo, tal como lo mencionan Villena et al. (2024) este material se denomina ‘Titán’ que es un morfotipo único y completamente distinto tanto en la morfología que presenta y en el color del follaje de planta.

El segundo grupo está formado por diecisiete entradas: E20, E74, E21, E33, E27, E43, E45, E5, E31, E22, E28, E10, E14, E35, E37, E58, E60, la característica más importante que los agrupa y que lo diferencia de los demás grupos es el color de la vaina, pues este va desde anaranjado rojizo hasta rojo, esto hace referencia al morfotipo ‘Roja’, de la misma, manera Altamirano (2025) nos menciona que la característica diferenciadora para este morfotipo es la vaina de color rojo en el lado expuesto al sol y anaranjado rojizo en el lado contrario, o bien, anaranjado rojizo en ambos lados.

El tercer grupo está formado por dieciocho entradas identificadas E71, E53, E51, E4, E42, E8, E66, E44, E49, E25, E3, E6, E62, E65, E55, E32, E2, E17, las características morfológicas diferenciadoras que une a estas entradas y que lo hace distintas de los demás grupos es la forma oblonga que presenta y que a su vez se manifiesta en la alta relación largo/ancho de semilla que exhiben consistentemente estas dieciocho entradas, asimismo estas muestras presentan un color de lado de la sombra de pajizo crema, esto hace referencia al morfotipo ‘Ista’

El cuarto grupo está conformado por dieciséis entradas: E18, E69, E48, E29, E36, E47, E50, E56, E12, E38, E7, E41, E39, E24, E15, E16, la característica fundamental que los une y que nos sirve como criterio de diferenciación frente a los demás grupos relación largo/ancho de vaina, esta combinación es lo que la hace diferente del resto de grupos y morfotipos analizados en esta investigación.

El quinto grupo comprende una muestra de veintitrés entradas: E75, E73, E72, E70, E67, E64, E61, E59, E52, E46, E34, E23, E13, E1, E9, E68, E63, E57, E11, E19, E26, E40, E54, las cuales comparten un rasgo morfológico altamente distintivo y es el cual constituye primordialmente la agrupación de estas entradas y es el color de la vaina, este se muestra con tonalidades que abarcan desde pajizo hasta una coloración crema; estas coloraciones comprendidas entre estos tonos nos permite diferenciar categóricamente y de manera acertada este grupo como morfotipo blanca, asimismo, Cabrera (2025) menciona que, el color del lado de la vaina que está expuesto al sol es color anaranjado rojizo y el lado opuesto es pajizo o crema.

Figura 11

Fenograma de agrupación de 75 entradas de Tara spinosa considerando la similitud de sus características

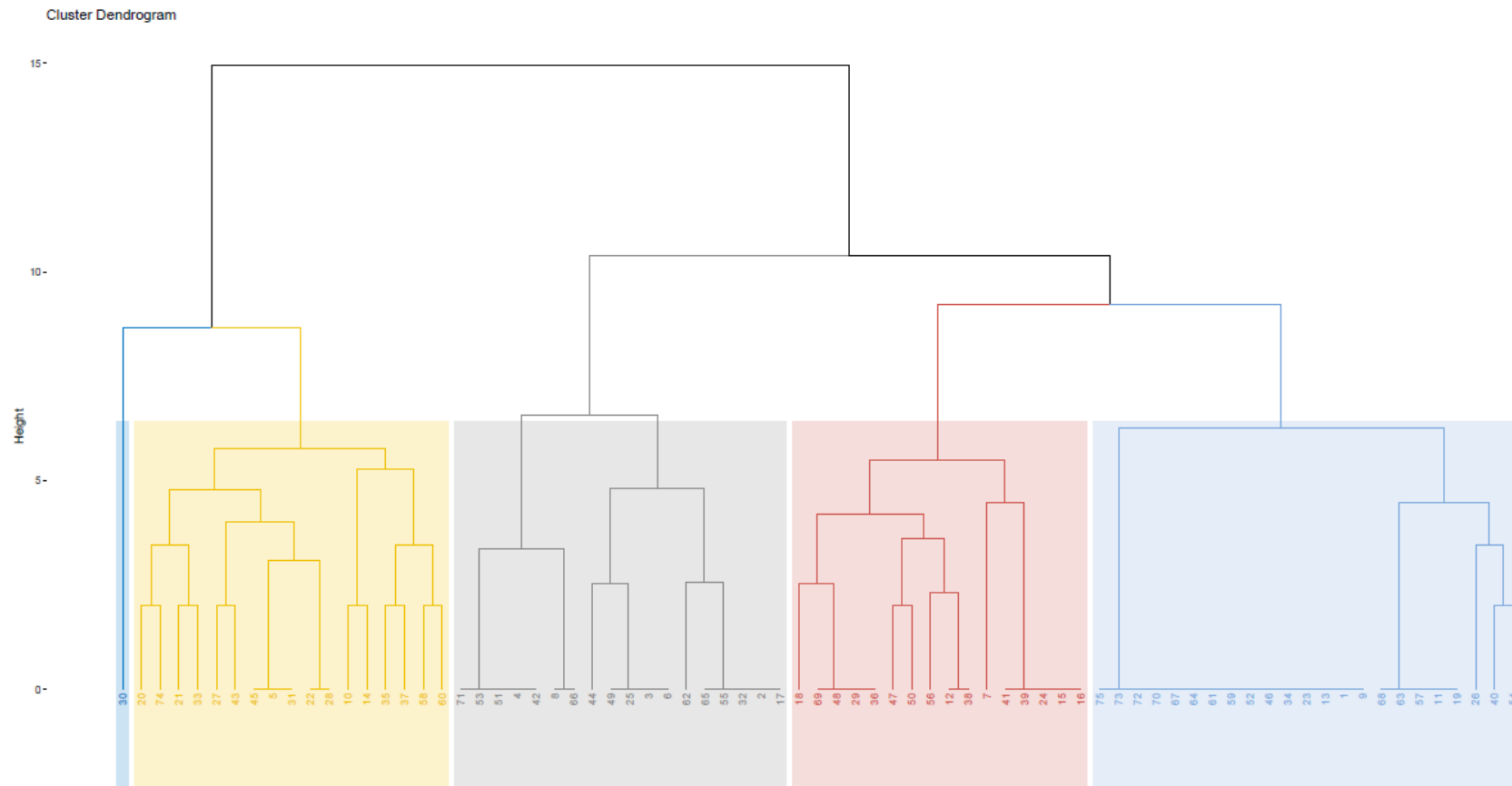


Tabla 3

Grupos identificados, entradas que los conforman, procedencia y morfotipos

Grupo	Entradas	Procedencia	Morfotipo
Grupo 1	E30	El Álamo	Titán
Grupo 2	E20, E74, E21, E33, E27, E43, E45, E5, E31, E22, E28, E10, E14, E35, E37, E58, E60	Chancaybaños, Catache y Santa Cruz	Roja
Grupo 3	E71, E53, E51, E4, E42, E8, E66, E44, E49, E25, E3, E6, E62, E65, E55, E32, E2, E17	Chancaybaños, Catache y Santa Cruz	Ista
Grupo 4	E18, E69, E48, E29, E36, E47, E50, E56, E12, E38, E7, E41, E39, E24, E15, E16	Chancaybaños, Catache y Santa Cruz	Jancos
Grupo 5	E75, E73, E72, E70, E67, E64, E61, E59, E52, E46, E34, E23, E13, E1, E9, E68, E63, E57, E11, E19, E26, E40, E54	El Álamo, Chancaybaños, Catache y Santa Cruz	Blanca

Tabla 4

Morfotipos y descriptores de acuerdo a las características predominantes

Morfotipo	Entradas	Descriptores	Procedencia
Titán	E30	Vaina con apariencia superficial larga y ancha y de delgado espesor, con coloraciones desde anaranjado rojizo hasta rojo, presenta semilla obovada globosa	El Álamo
Roja	E20, E74, E21, E33, E27, E43, E45, E5, E31, E22, E28, E10, E14, E35, E37, E58, E60	Vaina de apariencia superficial ligeramente globosa con coloraciones de anaranjado rojizo en el lado opuesto al sol y rojo en el lado expuesto al sol	Chancaybaños, Catache y Santa Cruz
Ista	E71, E53, E51, E4, E42, E8, E66, E44, E49, E25, E3, E6, E62, E65, E55, E32, E2, E17	Vaina de taya de apariencia oblonga con color pajizo crema en ambos lados	Chancaybaños, Catache y Santa Cruz
Jancos	E18, E69, E48, E29, E36, E47, E50, E56, E12, E38, E7, E41, E39, E24, E15, E16	Vaina de apariencia ligeramente falcada, intermedicamente globosa y relación largo ancho de vaina	Chancaybaños, Catache y Santa Cruz

Morfotipo	Entradas	Descriptores	Procedencia
Blanca	E75, E73, E72, E70, E67, E64, E61, E59, E52, E46, E34, E23, E13, E1, E9, E68, E63, E57, E11, E19, E26, E40, E54	Vaina de apariencia intermedicamente globosa con color pajizo crema en ambos lados en la mayor parte de las vainas.	El Álamo, Chancaybaños, Catache y Santa Cruz

A continuación, se muestran los morfotipos identificados en el fenograma:

a. Morfotipo Titán: Colectado en la E 30 perteneciente al Álamo, este morfotipo tiene la menor distribución geográfica en la provincia de Santa Cruz, esta variedad se caracteriza por su gran longitud y ancho de vaina con respecto al resto de morfotipos encontrados, presenta coloración desde anaranjado rojizo (Orange - red (31 – 35) hasta rojo ((red 31 – 35) en la carta de colores de la RHS Colour Chart, en cambio su semilla no es muy diferente a las semillas del resto de morfotipos.

b. Morfotipo Roja: Este morfotipo está conformado por 16 entradas: E74, E21, E33, E27, E43, E45, E5, E31, E22, E28, E10, E14, E35, E37, E58, E60, las cuales pertenecen a los distritos de Santa Cruz, Chancaybaños y Catache, pertenecientes a la provincia de Santa Cruz, Cajamarca, este morfotipo se caracteriza por tener las coloraciones que van desde anaranjado rojizo (Orange - red (31 – 35) hasta rojo (red 31 – 35) en ambos lados de la vaina, es uno de los morfotipos con mayor distribución geográfica en la provincia de Santa Cruz.

c. Morfotipo Ista: Este morfotipo está conformado por 18 entradas: E71, E53, E51, E4, E42, E8, E66, E44, E49, E25, E3, E6, E62, E65, E55, E32, E2, E17, pertenecientes a los tres distritos evaluados de la provincia de Santa Cruz, se caracteriza por la forma de vaina que presenta que es oblonga y la alta relación largo/ancho de semilla que mantiene.

d. Morfotipo Jancos: Este morfotipo está conformado por 16 entradas (E18, E69, E48, E29, E36, E47, E50, E56, E12, E38, E7, E41, E39, E24, E15, E16) las cuales pertenecen a los tres distritos de colecta de la provincia de Santa Cruz, este morfotipo de taya se caracteriza por la relación largo/ ancho de vaina que presenta siendo este menor a 4.

e. Morfotipo Blanca: Morfotipo conformado por 23 entradas: E75, E73, E72, E70, E67, E64, E61, E59, E52, E46, E34, E23, E13, E1, E9, E68, E63, E57, E11, E19, E26, E40, E54, siendo este el morfotipo con mayor distribución geográfica en la provincia de Santa Cruz, se caracteriza por su coloración pajizo o crema (Yellow - Orange yellow 11 23) en ambos lados en la mayoría de las muestras y en algunos casos presenta coloración de pajizo o crema 5 Pajizo o crema (Yellow - Orange yellow 11 23) al lado opuesto al sol y anaranjado rojizo (Orange - red (31 – 35) en el lado expuesto al sol, los colores evaluados con la carta de colores de la RHS Colour Chart.

4.3.2. Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cualitativos

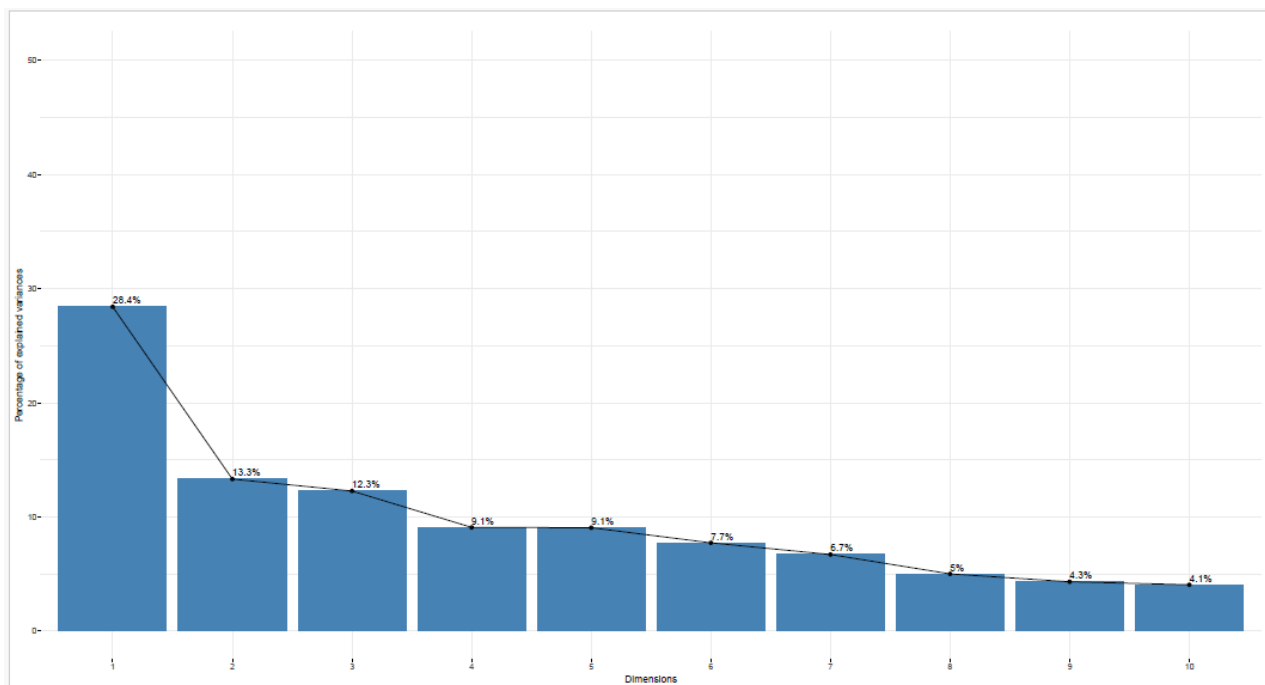
Para realizar la selección del número de componentes que permitan interpretar la información de manera efectiva la data contenida en la matriz básica de datos, se ejecutó el análisis de componentes principales que explican más del 70% de la variabilidad total, puesto que Jolliffe & Cadima (2016) consideran que este porcentaje simboliza la mayor parte de la información presente en los datos originales lo que facilita su interpretación y reduce la dimensionalidad del conjunto de datos.

En la Figura 12 se muestra el análisis de componentes principales de 11 descriptores cualitativos, en la cual se mostró que los cinco primeros componentes principales explican 72,5% de la

variación total de las muestras analizadas. El CP1 expresa una variación de 28,41%, este componente se asocia con cuatro descriptores de vaina que son: apariencia superficial de la vaina (ASV), amplitud de vaina (AV) , tamaño de vaina (TV) y relación largo/ancho de la vaina (L/Av); el CP2 explica 13,32% de la varianza y está asociado a dos descriptores de vaina que son :color de vaina del lado hacia el sol (CL/Sol) y color de vaina del lado opuesto al sol (CL/Sombra) y uno de semilla que es la relación largo y ancho (L/As) que estas mantienen; el CP3 se asocia con el color principal de la semilla (CS) y representa un 12,27% de la varianza , luego tenemos al CP4 que tiene 9,09% de la variación y está asociado con la ubicación del hilo (UH), finalmente el CP5 que explica un 9,06% de la varianza y se encuentra relacionado con la forma predominante de la semilla (FS).

Figura 12

Gráfico de barras de los componentes principales que aportan a la variación de los caracteres cualitativos



Nota: Dimensiones y porcentaje de aporte de cada componente principal a la variación de los caracteres cualitativos de T. spinosa.

En la Tabla 5 en la primera columna se muestra el número de componentes principales que representan más de 70% de variabilidad, los cinco primeros que componen un 72,15%, en la segunda columna se muestra los factores o variables que aportan a la variación de cada componente principal, en la tercera columna se muestra el valor propio, en la cuarta columna se muestra la variación expresada en porcentaje y este porcentaje acumulado.

Tabla 5

Valores propios y varianza explicada por cinco primeros componentes de 75 entradas de T. spinosa, caracterizadas con 11 descriptores cualitativos

Componentes Principales (CP)	Factores/variables	Valor propio	Proporción de varianza total explicada	
			Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	Apariencia superficial de la vaina	3,13	28,41	28,41
	Amplitud de vaina			
	Tamaño de vaina			
	Relación largo/ancho de la vaina			
CP2	Color de vaina del lado hacia el sol	1,47	13,32	41,73
	Color de vaina del lado opuesto al sol			
	Relación largo/ancho de la semilla			
CP3	Color principal de la semilla	1,35	12,27	54,00
CP4	Ubicación del hilo	1,00	9,09	63,09
CP5	Forma predominante de la semilla	1,00	9,06	72,15

En la Tabla 6, se muestra la correlación de los once descriptores utilizados y los cinco componentes principales. Los datos que se muestran en esta tabla revelan el aporte que cada descriptor mantiene con cada componente principal; el índice de correlación puede tener números que oscilan entre -1 hasta +1, y a medida que se aproxima más a 1, la relación entre las variables es más fuerte (Roy et al., 2019).

El CP1 está asociado positivamente con las variables que aportan a la varianza, tiene una correlación buena casi perfecta con la AV y TV que ambas mantienen un índice de correlación de 0,93, una correlación moderada con la ASV y L/Av con la con un índice de correlación de 0,67 y 0,54 respectivamente; este componente tiene una varianza de 28.

El CP2 está asociado positivamente con CL/Sol y CL/Sombra, estos descriptores tiene un coeficiente de correlación de 0,66 y 0,55 respectivamente y ambas mantienen una correlación moderada, asimismo, la L/As está asociada negativamente a este componente ya que mantiene un coeficiente de correlación de -50 y así como los otros dos componentes mantiene una correlación moderada; este componente tiene una varianza de 13.

El CP3 se correlaciona positivamente con CS y presenta una correlación buena, ya que este tiene un coeficiente de correlación de 0,82; este componente tiene una varianza de 12.

El CP4 se correlaciona positivamente con UH y presenta una correlación perfecta, dado que su coeficiente de correlación es 1; este componente tiene una varianza de 9.

El CP5 se correlaciona positivamente con FS y muestra una correlación moderada, puesto que su índice de correlación es 0,61; este componente tiene una varianza de 9.

Se observa que la varianza asociada a cada componente principal decrece sucesivamente (28, 13, 12, 9, 9).

Tabla 6

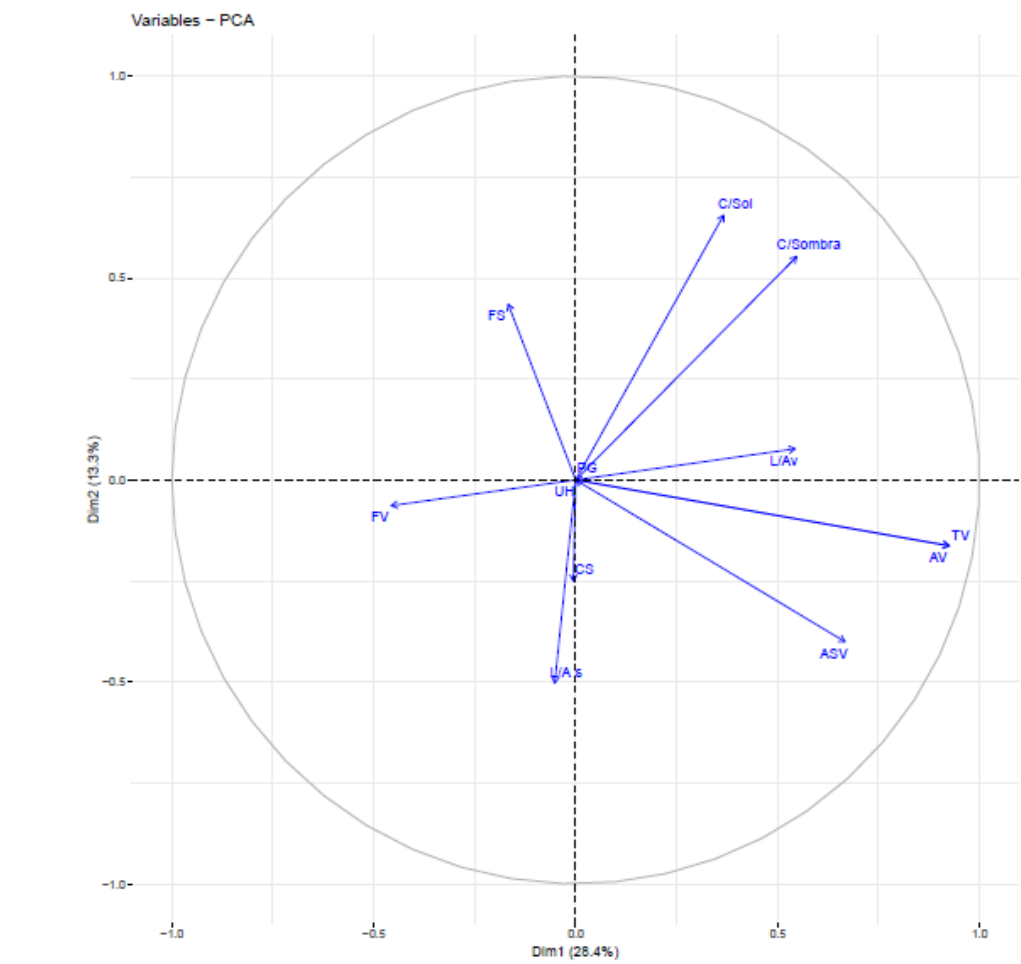
Cinco primeros componentes principales, varianza total, factores y coeficientes de correlación de 75 entradas de T. spinosa

Componentes Principales (CP)	Proporción de varianza total (%)	Factores/variables	Coefficiente de correlación
CP1	28	Apariencia superficial de la vaina	0,67
		Amplitud de vaina	0,93
		Tamaño de vaina	0,93
		Relación largo/ancho de la vaina	0,54
CP2	13	Color de vaina del lado hacia el sol	0,66
		Color de vaina del lado opuesto al sol	0,55
		Relación largo/ancho de la semilla	-0,50
CP3	12	Color principal de la semilla	0,82
CP4	9	Ubicación del hilo	1,00
CP5	9	Forma predominante de la semilla	0,61

En la Figura 13 se muestra el biplot elaborado con los caracteres cualitativos de vaina y semilla de tara, donde se muestra el aporte de cada carácter para la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz (Cajamarca). En este gráfico bidimensional se observa que los caracteres CL/Sol y CL/Sombra se correlacionan positivamente entre sí, asimismo, se correlacionan negativamente con FV y AS. También L/Av se correlaciona negativamente con FV. Por otro lado, el TV con AV tienen una correlación positiva puesto que el ángulo que presenta entre sus vectores es igual a 0 ya que ambos se encuentran superpuestos y se correlacionan negativamente con FS, asimismo ASV también se correlaciona negativamente con FS.

Figura 13

Biplot de los caracteres cualitativos que más aportan en la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca



Nota: FV: Forma de vaina, FS: Forma de semilla, PG: Pelos glandulares, C L/Sol: Color lado del sol, C L/Sombra: Color lado de sombra, L/Av: Relación largo - ancho de vaina, TV: Tamaño de vaina, AV: Amplitud de vaina, ASV: Apariencia superficial de vaina, CS: Color de semilla, AS: Amplitud de semilla.

4.4. Caracterización de los caracteres cuantitativos de fruto y semillas de *Tara spinosa*

Teniendo en cuenta los descriptores de Villena et al. (2019) se realizó la matriz básica de datos (MBD) de la caracterización morfológica de los caracteres cuantitativos por cada una de las entradas recolectadas de *T. spinosa*, para así tener la información ordenada y bien estructurada para su posterior análisis.

En la Tabla 13 (ver en anexos), se presentan las características cuantitativas de *T. spinosa* evaluadas, donde se puede analizar que la característica que alcanzó la media más alta fue la longitud de la vaina (LV) con una media de 8,02 cm lo que nos da a conocer es que la mayor cantidad de muestras presentan una longitud de vaina intermedia, seguido por el número de semillas por vaina (NSV) con una media de 4,94, lo que nos muestra es que la mayor parte de vainas muestreadas presentan entre 4 y 5 semillas, luego tenemos a la relación largo ancho de la vaina (L/Av) con una media de 4,66, de este dato se infiere que la relación largo ancho de la vaina presenta una alta relación entre estas dos variables, asimismo, se observa que el peso de la vaina (PV) tiene 2,44 g de media lo que representa que la mayoría de vainas tienen pesos que van en promedio de 2 a 3 gr , en cuanto al ancho de la vaina (AV) presentó una media de 1,77 mm, de lo que se deduce que las vainas de tara colectadas tienen una amplitud que va en su mayoría de 1,5 a 2 mm, el peso de vaina sin semilla (PVSS) presentó una media de 1,64 g, esto nos da a entender que la mayor parte del peso de la tara está relacionado con la vaina y la menor parte se relaciona con la semilla, la longitud de la semilla obtuvo una media de 0,89 mm (LS) y el peso de semillas por vaina (PSV) obtuvieron una media de 0,89 g, el ancho de la semilla con una media de 0,70 mm, el espesor de la vaina (EV) con 0,60 mm, el espesor de la semilla con 0,43 mm y finalmente el peso de la semilla (PS) con 0,19 g.

Después de haber realizado la matriz básica de datos (MBD) con las 75 entradas correspondientes en el programa Excel, esta se procesó con el lenguaje de programación R Studio para así obtener el fenograma de las 75 entradas colectadas.

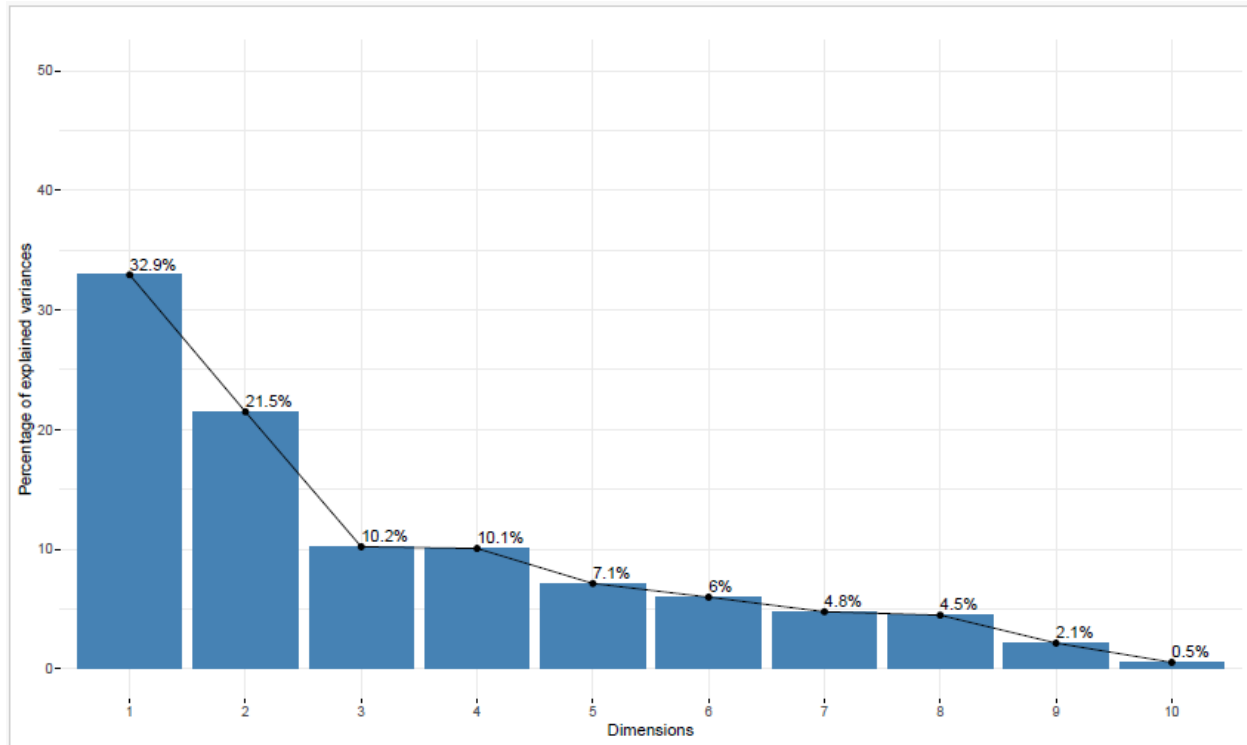
4.4.1. Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cuantitativos

Para realizar la selección del número de componentes principales que nos permitan interpretar la información contenida en la matriz básica de datos de manera efectiva se consideró retener a los componentes que explican más del 70% de la variabilidad total, ya que Jolliffe & Cadima, (2016) consideran que este porcentaje simboliza la mayor parte de la información presente en los datos originales, lo que facilita su interpretación y reduce la dimensionalidad del conjunto de datos.

En la figura 14 se muestra el análisis de componentes principales de 11 descriptores cuantitativos, en la cual se mostró que los cuatro primeros componentes principales explican 74,68% de la variación total de las muestras analizadas. El CP1 expresa una variación de 32,9%, este componente se asocia con cinco descriptores de vaina que son: amplitud de vaina (AV), espesor de la vaina (EV), peso de vaina (PV), peso de vaina sin semilla (PVSS) y la relación largo/ancho de la vaina (L/Av); el CP2 explica el 21,5% de la varianza y está asociado a dos descriptores de semilla que son :amplitud de semilla /(AS) y espesor de semilla ; el CP3 representa el 10,2% de la variación y se asocia con el número de semilla (NS) y el peso de las semillas por vaina (PSV) y finalmente tenemos al CP4 que tiene 10,1% de la variación y está asociado con la longitud de la semilla (LS) y la relación largo y ancho de la semilla (L/As).

Figura 14

Gráfico de barras de los componentes principales que aportan a la variación de los caracteres cuantitativos



Nota: Dimensiones y porcentaje de aporte de cada componente principal a la variación de los caracteres cualitativos de T. spinosa.

En la Tabla 7 en la primera columna se muestra el número de componentes principales que representan más de 70 % de variabilidad, los cuatro primeros que componen un 74,68 %, en la segunda columna se muestra los factores o variables que aportan a la variación de cada componente principal, en la tercera columna se muestra el valor propio, en la cuarta columna se muestra la variación expresada en porcentaje y este porcentaje acumulado.

Tabla 7

Valores propios y varianza explicada por cinco primeros componentes de 75 entradas de T. spinosa, caracterizadas con 11 descriptores cuantitativos

Componentes Principales (CP)	Factores/variables	Valor propio	Proporción de varianza total explicada	
			Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	Amplitud de vaina	3,95	32,93	32,93
	Espesor vaina			
	Peso de vaina			
	Peso de vaina sin semilla			
	Relación largo/ancho de la vaina			
CP2	Amplitud de semilla	2,58	21,48	54,42
	Espesor de semilla			
CP3	Numero de semillas por vaina	1,22	10,20	64,62
	Peso de semillas por vaina			
CP4	Longitud de la semilla	1,21	10,06	74,68
	Relación largo/ancho de la semilla			

En la Tabla 8, se muestra la correlación de los once descriptores utilizados y los cuatro componentes principales. Los datos que se muestran en esta tabla revelan el aporte que cada descriptor mantiene con cada componente principal; el índice de correlación puede tener números que oscilan entre -1 hasta +1, y a medida que se aproxima más a 1, la relación entre las variables es más fuerte (Roy et al., 2019).

El CP1 está asociado positivamente con cuatro de las variables que aportan a la varianza y con una de manera negativa, tiene una correlación muy alta con la AV, PV y PVSS que las dos primeras mantienen un índice de correlación de 0,88 y la tercera de 0,87, una correlación negativa alta con

L/Av y una correlación moderada con EV que tiene un índice de correlación de 0,58; este componente tiene una varianza de 32%.

El CP2 está asociado positivamente con AS, este descriptor tiene un coeficiente de correlación de 0,75 y mantiene una correlación alta; este componente tiene una varianza de 21%.

El CP3 se correlaciona positivamente con ES y presenta una correlación alta, ya que este tiene un coeficiente de correlación de 0,73, también se correlaciona positivamente con NSV que presenta un coeficiente de correlación de 0,60 presentando así una correlación moderada; este componente tiene una varianza de 10%.

El CP4 se correlaciona positivamente con los tres descriptores que lo conforman, L/As y LS tiene una correlación alta ya que presentan un coeficiente de correlación de 0,77 y 0,73 respectivamente, PSV presenta una correlación moderada, dado que su coeficiente de correlación es 0,54; este componente tiene una varianza de 10%.

Se observa que la varianza asociada a cada componente principal decrece sucesivamente (32, 21, 10, 10)

Tabla 8

Cinco primeros componentes principales, varianza total, factores y coeficientes de correlación de 75 entradas de T. spinosa.

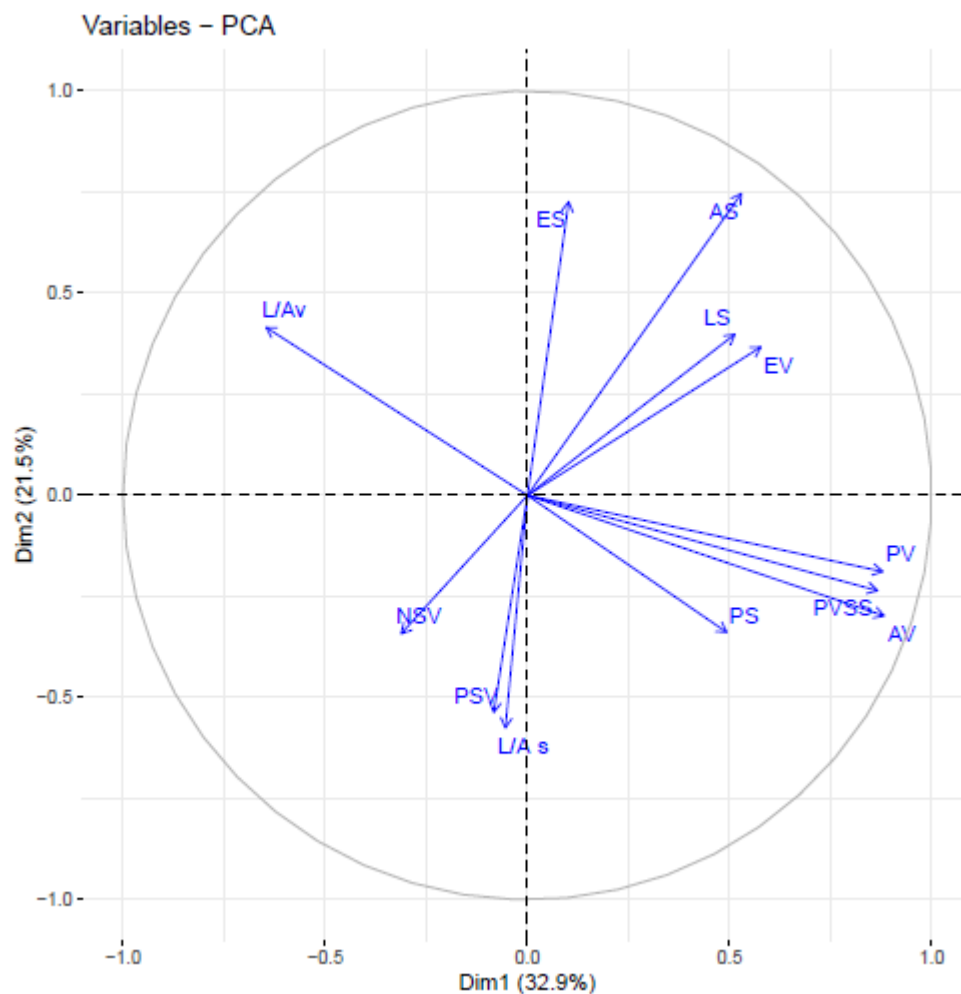
Componentes Principales (CP)	Proporción de varianza total (%)	Factores/variables	Coefficiente de correlación
CP1	32	Amplitud de vaina	0,88
		Espesor vaina	0,58
		Peso de vaina	0,88
		Peso de vaina sin semilla	0,87
		Relación largo/ancho de la vaina	- 0,65
CP2	21	Amplitud de semilla	0,75
		Espesor de semilla	0,73
CP3	10	Numero de semillas por vaina	0,60
		Peso de semillas por vaina	0 0,54
CP4	10	Longitud de la semilla	0,63
		Relación largo/ancho de la semilla	0,77

En la Figura 15 se muestra el biplot elaborado con los caracteres cuantitativos de vaina y semilla de tara, donde se muestra el aporte de cada carácter para la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca; este gráfico bidimensional se analizó teniendo en cuenta que, si las variables forman un ángulo cercano a 0° se encuentran correlacionadas positivamente, si las variables forman un ángulo cercano a 180° se encuentran correlacionadas negativamente y que si las variables forman un ángulo de 90° estas no se correlacionan (Kassambara, 2019), entonces los descriptores AS, LS y EV se correlacionan positivamente entre ellas, las mismas se correlacionan negativamente con NSV, ES se correlaciona negativamente con PSV y L/As; PV,

PVSS y AV se correlacionan positivamente, PS se correlaciona negativamente con L/Av y L/As con PSV se correlacionan positivamente.

Figura 15

Biplot de los caracteres cuantitativos que más aportan en la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca



Nota: FV: Forma de vaina, FS: Forma de semilla, PG: Pelos glandulares, C L/Sol: Color lado del sol, C L/Sombra: Color lado de sombra, L/Av: Relación largo - ancho de vaina, TV: Tamaño de vaina, AV: Amplitud de vaina, ASV: Apariencia superficial de vaina, CS: Color de semilla, AS: Amplitud de semilla.

4.4.2. Análisis de correlación entre caracteres cuantitativos de vaina y semilla de *T. spinosa*

En la Figura 16 se muestra los grados de correlación de 13 variables de fruto y semilla de *T. spinosa*, donde se puede observar que la coloración azul muestra el grado de correlación positiva, mientras más intenso es el azul tiene un grado de significancia más alta y más cercana a 1, en cambio mientras la intensidad del azul sea menor tiene una menor significancia o no tiene significancia (0), lo mismo sucede con la tonalidad roja, solo que esta muestra el grado de correlación negativa.

Para clasificar esta correlación estadística tendremos en cuenta a las escalas de clasificación del grado de correlación propuesto por Martínez (2012); Akoglu (2018) y Her & Wong (2020).

- Correlación perfecta, cuando $r = 1$ o -1
- Correlación excelente, cuando r es mayor de 0,90 y menor de 1
- Correlación aceptable, cuando r se encuentra entre 0,8 y 0,9
- Correlación regular, cuando r se encuentra entre 0,6 y 0,8
- Correlación mínima, cuando r se encuentra entre 0,3 y 0,6
- No hay correlación Cuando r menor de 0,3 y mayor a 0.

La correlación entre las variables: ancho de vaina (AV) y peso de vaina (PV) presentan un coeficiente de correlación de $r = 0,76$, esto nos indica que estas variables mantienen una correlación regular positiva.

La correlación que presentan las variables ancho de vaina (AV) y peso de vaina sin semilla (PVSS) tienen un coeficiente de $r = 0,75$, lo que nos indica que estas variables también mantienen una correlación regular positiva.

La correlación entre las variables ancho de vaina (AV) y la relación largo y ancho de vaina (L/Av) presentan un coeficiente de $r = -0,83$, esto nos muestra que estas variables tienen una correlación negativa aceptable.

La correlación entre las variables peso de vaina (PV) y ancho de vaina (AV) presentan un coeficiente de $r = 0,76$, esto nos indica que estas variables mantienen una correlación regular positiva.

La correlación que presentan las variables peso de vaina (PV) y peso de vaina sin semilla (PVSS) tienen un coeficiente de $r = 0,96$, lo que nos indica que estas variables también mantienen una correlación positiva excelente.

La correlación entre las variables peso de vaina sin semilla (PVSS) y ancho de vaina (AV) tienen un coeficiente de $r = 0,75$, lo que nos indica que estas variables también mantienen una correlación regular positiva.

La correlación entre las variables peso de vaina sin semilla (PVSS) y peso de vaina (PV) tienen un coeficiente de $r = 0,96$, lo que nos indica que estas variables también mantienen una correlación positiva excelente.

La correlación entre las variables relación largo y ancho de vaina (L/Av) y ancho de vaina (AV) presentan un coeficiente de $r = -0,83$, esto nos muestra que estas variables tienen una correlación negativa aceptable.

La correlación entre las variables longitud de semilla (LS) y ancho de semilla (AS) presentan un coeficiente de $r = -0,61$, esto nos muestra que estas variables tienen una correlación regular positiva.

La correlación entre las variables ancho de semilla (AS) y longitud de semilla (LS) presentan un coeficiente de $r = -0,61$, esto nos muestra que estas variables tienen una correlación positiva regular.

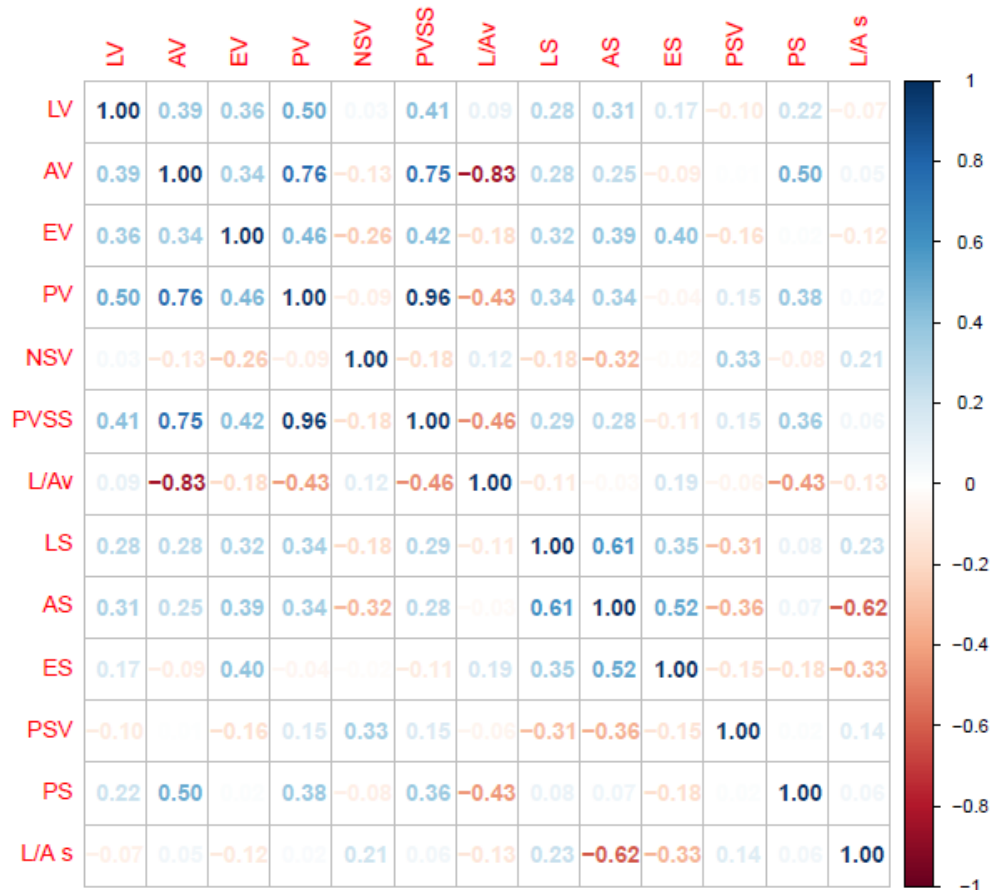
La correlación entre las variables ancho de semilla (AS) y la relación largo y ancho de semilla (L/As) presentan un coeficiente de $(r = -0,62)$, esto nos muestra que estas variables tienen una correlación regular negativa.

La correlación entre las variables relación largo y ancho de semilla (L/As) y ancho de semilla (AS) presentan un coeficiente de $(r = -0,62)$, esto nos muestra que estas variables tienen una correlación regular negativa.

Estas son todas las correlaciones de regular correlación a excelente correlación tanto positiva como negativa que encontramos en el análisis de este gráfico.

Figura 16

Correlación de Pearson entre 13 variables de fruto y semilla



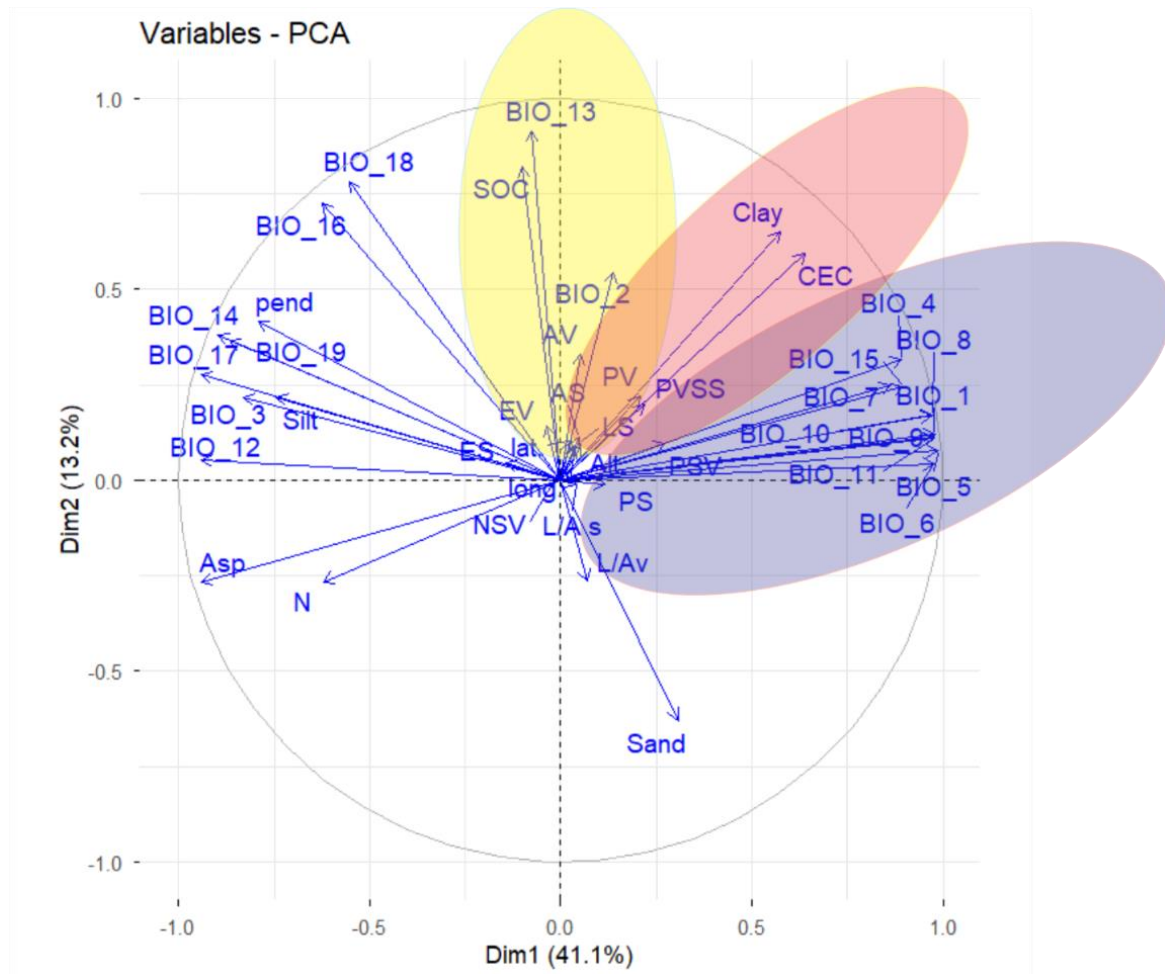
4.4.3. Análisis de componentes principales (ACP) de factores bioclimáticos y los caracteres cuantitativos de vaina y semilla

Para realizar la selección del número de componentes principales que nos permitan interpretar la información contenida en la matriz básica de datos de manera efectiva, se consideró retener a los componentes que explican más del 70% de la variabilidad total, ya que Jolliffe & Cadima (2016) consideran que este porcentaje simboliza la mayor parte de la información presente en los datos originales lo que facilita su interpretación y reduce la dimensionalidad del conjunto de datos.

En la Figura 17 se muestra el biplot elaborado con las variables bioclimáticas que afectan a las características de vaina y semilla de tara, donde se muestra el aporte de cada carácter para la clasificación de 75 entradas de tara de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca; entonces AV y AS se correlacionan positivamente con BIO-2; PV y LS se correlacionan positivamente con CEC y Clay ; PVSS y PSV se correlacionan positivamente con BIO-1, BIO-4, BIO-7, BIYHO-8, BIO-9, BIO-10, BIO-11 y BIO-15; L/As y L/Av se correlacionan positivamente con Sand; NSV y ES se correlaciona positivamente con BIO-3, BIO-12. BIO-14, BIO-19, pend y Silt; y finalmente EV se correlaciona positivamente con BIO-13 y SOC.

Figura 17

Biplot de variables bioclimáticas y caracteres cuantitativos de fruto y semilla de T. spinosa de 75 entradas de la provincia de Santa Cruz – Cajamarca



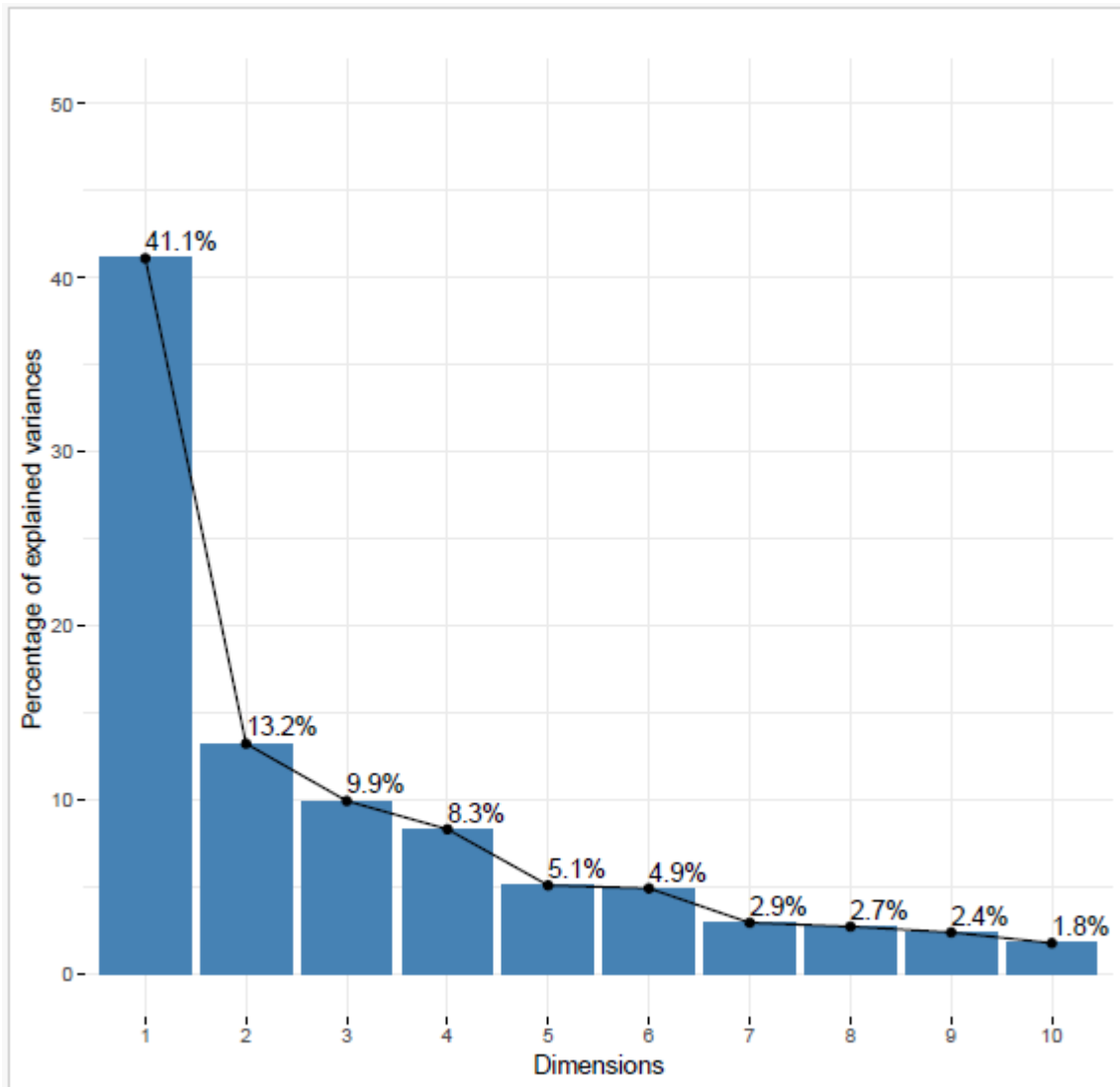
Nota: BIO-1: Temperatura media anual , BIO-2: Rango medio diario , BIO-3: Isotermalidad; BIO-4: Estacionalidad de la temperatura , BIO-5: Temperatura máxima del mes más cálido, BIO-6: Temperatura mínima del mes más frío, BIO-7: rango anual de temperatura, BIO- 8: Temperatura media del trimestre más húmedo, BIO-9: Temperatura media del trimestre más seco, BIO- 10: Temperatura media del trimestre más cálido, BIO-11: Temperatura media del trimestre más frío, BIO-12: Precipitación anual, BIO-13: Precipitación del mes más lluvioso, BIO-14: Precipitación del mes más seco, BIO-15: Estacionalidad de la precipitación, BIO-16: Precipitación del trimestre más húmedo, BIO-17: Precipitación del trimestre más seco, BIO-18: Precipitación del trimestre más cálido,

BIO-19: Precipitación del trimestre más frío, Asp: Aspecto, CEC: Capacidad de intercambio catiónico, pend: pendiente, Silt: suelo limoso , Clay: suelo arcilloso , Sand: Suelo Arenoso , SOC: Carbono orgánico del suelo, AV: Amplitud de vaina, PV: peso de vaina, L/Av: Relación largo y ancho de vaina, PS: Peso de semilla, EV: Espesor de vaina, NSV: Número de semillas por vaina, AS: Amplitud de semilla, PSV: Peso de semillas por vaina, Long: longitud, Lat: latitud.

En la Figura 18 se muestra el análisis de componentes principales de 19 variables bioclimáticas, en la cual se mostró que los cuatro primeros componentes principales explican 72,60% de la variación total de las muestras analizadas. El CP1 expresa una variación de 41,1%, este componente se asocia con trece factores que son: Asp, BIO-1, BIO-3, BIO-4, BIO-5, BIO-6, BIO-7, BIO-8, BIO-9, BIO-10, BIO-11, BIO-12, BIO-14, BIO-15, BIO-17, BIO-19, CEC, pend y Silt; el CP2 explica el 13,2% de la varianza y está asociado a cinco factores que son: BIO-13, BIO-16, Clay, Sand y SOC ; el CP3 representa el 9,9% de la variación y se asocia con AV, PV, L/As y PS y finalmente tenemos al CP4 que tiene 8,3% de la variación y está asociado con EV, NSV, PSV, long y lat.

Figura 18

Gráfico de barras de los componentes principales que aportan a la variación de las variables morfológicas



Nota: Dimensiones y porcentaje de aporte de cada componente principal a la variación de las variables bioclimáticas de T. spinosa.

En la Tabla 9 en la primera columna se muestra el número de componentes principales que representan más de 70% de variabilidad, los cuatro primeros que componen un 72,60%, en la segunda columna se muestra los factores o variables que aportan a la variación de cada componente principal, en la tercera columna se muestra el valor propio, en la cuarta columna se muestra la variación expresada en porcentaje y este porcentaje acumulado.

El CP1 presenta una correlación positiva muy alta con BIO-1 , BIO-4, BIO-5, BIO-6, BIO-7, BIO-8, BIO-9, BIO-10, BIO-11 y BIO-15, cada uno con un índice de correlación de 0,98; 0,89; 0,99; 0,98; 0,86; 0,97; 0,98; 0,97; 0,98 y 0,90 respectivamente, correlación positiva moderada con CEC con un índice de correlación de 0,64, asimismo, presenta correlación negativa muy alta con Asp, BIO- 3, BIO-12 y BIO- 19 que presentan índices de correlación de -0,94; -0,83; -0,94; 0,90; -0,94; -0,87 respectivamente, igualmente presenta una correlación negativa alta con pend y Silt que presentan índices de correlación de -0,79 y 0,74.

El CP2 presenta una correlación positiva muy alta con BIO-13 y SOC que tienen índices de correlación de 0,91 y 0,82; también presenta una correlación positiva alta con BIO-16 y Clay que tienen índices de correlación de 0,72 y 0,65; asimismo, presenta correlación negativa alta con Sand que tiene un índice de correlación de -0,63.

El CP3 tiene una correlación positiva muy alta con AV y PV que presentan un índice de correlación de 0,82 y 0,87; también presenta una correlación positiva moderada con PS que tiene un coeficiente de correlación.

El CP4 tiene una correlación positiva muy alta con long ya que presenta un índice de correlación de 0,81; también tiene una correlación alta con lat ya que presenta un índice de correlación de 0,77; asimismo, presenta correlación positiva moderada con NSV y PSV con índices de correlación de

0,58 y 0,56; por otro lado, presenta correlación negativa moderada con EV y AS que tienen índices de correlación de -0,53 y -0,66 respectivamente.

Tabla 9

Valores propios y varianza explicada por cinco primeros componentes de 75 entradas de T. spinosa, caracterizadas con 19 variables bioclimáticas

Componentes Principales (CP)	Factores/variables	Coefficiente de correlación	Valor propio	Proporción de varianza total explicada Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP1	Asp	-0,94	17,27	41,12	41,12
	BIO_1	0,98			
	BIO_3	-0,83			
	BIO_4	0,89			
	BIO_5	0,99			
	BIO_6	0,98			
	BIO_7	0,86			
	BIO_8	0,97			
	BIO_9	0,98			
	BIO_10	0,97			
	BIO_11	0,98			
	BIO_12	-0,94			
	BIO_14	-0,90			
	BIO_15	0,90			
	BIO_17	-0,94			
	BIO_19	-0,87			
	CEC	0,64			
	pend	-0,79			
	Silt	-0,74			
CP2	BIO_13	0,91	5,56	13,23	54,35
	BIO_16	0,72			
	Clay	0,65			
	Sand	-0,63			
	SOC	0,82			
CP3	AV	0,82	4,17	9,94	64,29

Componentes Principales (CP)	Factores/variables	Coefficiente de correlación	Valor propio	Proporción de varianza total explicada Absoluta (%)	Acumulada (%)
CP4	PV	0,87	3,49	8,31	72,60
	L/Av	-0,59			
	PS	0,59			
	EV	-0,53			
	NSV	0,58			
	AS	-0,66			
	PSV	0,56			
	long.	0,81			
	lat.	0,77			

4.5. Contrastación de hipótesis

De acuerdo el análisis de conglomerados, componentes principales, existen cinco morfotipos de *Tara spinosa* en la provincia de Santa Cruz, siendo la H0: No existe variabilidad morfométrica significativa en las características cuantitativas y cualitativas de fruto y semilla entre las poblaciones naturales de *Tara spinosa* de la provincia de Santa Cruz, lo que no permite la diferenciación de morfotipos. Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna H1: Existe variabilidad morfométrica significativa en las características cuantitativas y cualitativas de fruto y semilla entre las poblaciones naturales de *Tara spinosa* de la provincia de Santa Cruz, lo que permite la diferenciación de morfotipos. Donde se puede explicar que los cinco morfotipos son unidades biológicas diferenciables, posiblemente impulsadas por adaptaciones a microambientes específicos o por aislamiento geográfico en la provincia de Santa Cruz. Esto abre la puerta a estudios de mejoramiento genético o conservación enfocados en la diversidad.

4.6. Discusión

4.6. 1. *Análisis de conglomerados con descriptores cualitativos*

Se analizó los caracteres morfológicos cualitativos de vainas y semillas de *T. spinosa*, a partir de este análisis, en la provincia de Santa Cruz se pudo identificar cinco morfotipos: Blanca, Roja, Jancos, Ista y Titán, cuya distribución se encuentra en las zonas de Santa Cruz, Chancaybaños, Catache y El Álamo, esta información lograda coincide con los resultados obtenidos por Villena et al. (2019), donde mencionan que los morfotipos Blanca y Roja se encuentran distribuidos en 12 provincias de la región Cajamarca, encontrándose entre ellas la provincia de Santa Cruz; el morfotipo Jancos también fue identificado por estos investigadores, en el caso del morfotipo Titán fue recientemente identificado en la provincia de Santa Cruz por Villena (2025). El morfotipo Titán presenta una longitud, ancho y peso de vaina muy superior al de los morfotipos identificados, así como lo menciona Villena et al. (2024), que es un morfotipo único y completamente distinto por la morfología que presenta.

El morfotipo roja tiene como característica principal el color de la vaina del lado del sol manteniendo coloraciones de anaranjado rojizo hasta rojo, Villena et al. (2019) también afirma a esta característica como principal determinante, por su lado Altamirano (2025) menciona que la característica diferenciadora para este morfotipo es la vaina de color rojo en el lado expuesto al sol y anaranjado rojizo en el lado contrario, o bien, anaranjado rojizo en ambos lados, Portal (2009) describe que el carácter de color rojo de la vaina es característico de este morfotipo. El morfotipo Ista se caracteriza por la forma oblonga de la vaina y que a su vez se manifiesta en la alta relación largo/ancho de semilla, asimismo, Florian (2020) menciona que presenta semilla de forma obovada globosa de color marrón grisáceo.

El morfotipo Jancos se caracteriza por la relación largo ancho de vaina, del mismo modo, Florian (2020) describió la semilla de forma globosa a obovada aplanada de color marrón a marrón grisáceo, asimismo, otra de las características de mayor relevancia es que presenta una relación largo/ancho de vaina menor a 4 cm, esto coincide con lo descrito por Florian (2020); Díaz, (2024) y Villena et al. (2019). El morfotipo Blanca se caracteriza por la coloración de vaina pajizo o crema en ambos lados, lo que coincide con Villena et al. (2019) y Díaz (2024) quienes describen que el carácter determinante de este morfotipo es el color de las vainas pajizo o crema en el lado opuesto al sol.

Los resultados obtenidos a partir de esta investigación evidencian que los caracteres morfológicos son herramientas útiles para identificar morfotipos; la concordancia con estudios anteriores indica que estos rasgos son estables y muy importantes para la caracterización taxonómica y el manejo de los recursos genéticos. El morfotipo Titán es una señal de gran variabilidad morfológica que aún no ha sido estudiada por completo y cuenta con gran potencial para programas de mejoramiento genético tanto para la producción de taninos y las industrias alimentarias y farmacéuticas.

4.6.2. Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cualitativos

Se realizó el análisis de componentes principales para los caracteres cualitativos de fruto y semilla de *T. spinosa*, donde se mostró que los cinco primeros componentes principales con un 72,5% explican la variación de las muestras analizadas, fueron considerados estos cinco porque su porcentaje acumulado sobrepasa el 70%, Jolliffe & Cadima, (2016) asocian a este porcentaje que explica la mayor parte de la variabilidad total.

AV y TV aportan en mayor grado al CP1 (28,41%) con un coeficiente de correlación de 0,93, para el CP2 (13,32%) el carácter que tiene mayor aporte es el CL/sol con un coeficiente de correlación de 0,66, el CP3 (12,27%) está influenciado por el CS con 0,82; el CP4 (9,09%) mantiene una correlación perfecta (1) con la ubicación del hilo, y el CP5 (9,06) se encuentra influenciado por FS con 0,61 de coeficiente. El coeficiente de correlación puede tomar valores que van entre -1 y $+1$, el 0 representa que no existe correlación, una correlación perfecta implica un valor de -1 o $+1$ y entre más próximo a 1 sea el coeficiente de correlación, este tendrá mayor fuerza de asociación (Roy et al., 2019).

El CL/Sol y CL/Sombra se correlacionan positivamente, la FV y AS se correlacionan negativamente, L/Av y FV también se correlacionan negativamente, en el grafico presentado se muestra la correlación de TV y AV que es positiva, pues estos dos caracteres se encuentran superpuestos, y se correlacionan de manera negativa con FS, estas correlaciones fueron analizadas con la teoría de Kassambara (2017) que nos dice que si las variables forman un ángulo cercano a 0° se correlacionan positivamente, si las variables forman un ángulo cercano a 180° se correlacionan negativamente y que si las variables forman un ángulo de 90° estas no se correlacionan.

El ACP representa una técnica matemática (Salazar et al., 2020), que se utiliza cuando se quiere comprender la relación entre elementos de una población y se sospeche que en esta relación hay influencia de manera no conocida un conjunto de variables o características de los elementos (Olivarez, 2014), asimismo, es empleado para descubrir áreas donde determinados elementos genéticos o ambientales aportan para la calidad de semillas (Montes *et al.*, 2013).

4.6.3. Análisis de componentes principales (ACP) de los caracteres cuantitativos

Se realizó el análisis de componentes principales para los caracteres cuantitativos de fruto y semilla de *T. spinosa* donde los cuatro primeros componentes principales expresaron 74,68% de la variación total de las muestras en estudio, se consideraron estos cuatro componentes debido a que su porcentaje acumulado sobrepasa el 70%, Jolliffe & Cadima, (2016) asocian a este porcentaje que explica la mayor parte de la variabilidad total.

El CP1 (32,9%) se encuentra influenciado en mayor parte por AV, PS y PVSS los cuales tienen coeficientes de correlación de 0,88; 0,88 y 0,87 respectivamente, en el CP2 (21,48) el carácter que tiene mayor aporte es AS con un coeficiente de correlación de 0,75, el CP3 (10,20) es influenciado por NSV con coeficiente de correlación de 0,60 y CP4 (10,06) tiene la mayor influencia de la L/As con una correlación de 0,77.

Los caracteres AS, LS y EV se correlacionan positivamente entre ellos, debido a que forman ángulos cercanos a 0°, los mismos se correlacionan negativamente con NSV ya que forman un ángulo de 180°, ES se correlaciona negativamente con PSV y L/As también manteniendo un ángulo de 180°; PV, PVSS y AV se correlacionan positivamente ya que, sus vectores se encuentran juntos formando ángulos cercanos a 0°, PS se correlaciona negativamente con L/Av y L/As con PSV se correlacionan positivamente.

El estudio de la variabilidad morfológica tiene como objetivo recopilar datos sobre las dimensiones y la forma de una estructura, usualmente estas características se han evaluado mediante variables lineales como “ancho”, “longitud”, “altura” y utilizando técnicas estadísticas multivariadas (Torcida & Perez, 2012); el potencial genético de los diversos genotipos puede ser aprovechado mediante el análisis sistemático de los diferentes caracteres morfológicos que presentan (Villena, 2025), el análisis y la caracterización de colecciones de germoplasma poseen una gran importancia

para el uso de los investigadores en mejoramiento y aprovechamiento de cultivos (Nietsche *et al.*, 2015), para poder realizar el análisis de diferentes especies se deben tener en cuenta las técnicas multivariadas, que son instrumentos útiles para determinar la diversidad genética existente y clasificar el germoplasma (Uyeda *et al.*, 2015).

Existen enormes variaciones en los caracteres de las plantas, semillas, flores y vainas (Khatun *et al.*, 2022), es por ello se utilizan a los descriptores morfológicos cuantitativos que permiten separar siete grupos, cuya diferencia se basa principalmente, en las características del fruto y semilla (Villena, 2025). Ramírez *et al.* (2018) determinaron la variación morfológica a través de las características fruto y semillas de *Theobroma cacao* L., del mismo modo Khatun *et al.* (2022b) realizaron análisis de caracteres morfológicos cuantitativos relacionados con el rendimiento en genotipos de *Lablab purpureus* L. sweet, del mismo modo existen otras investigaciones acerca de los caracteres cuantitativos de diferentes especies como Han *et al.* (2025) en *Medicago* y *Trigonella*; Ramírez (2016) en *Psidium guajaba* L.; Villena (2025) en *Tara spinosa*, Escalera *et al.* (2019) en *Capsicum pubescens* y Assefa *et al.* (2020) en *Citrullus lanatus*.

La vaina y semilla de *T. spinosa* son los órganos con mayor importancia económica debido que a partir de ellos se obtiene goma y taninos, para ser utilizados en el campo industrial (Enciso *et al.*, 2022) es por ello que los estudios se centran en analizar estos dos órganos principales y en los cuales se ha encontrado variaciones y caracteres diferenciales.

4.6.4. Análisis de correlación entre caracteres cuantitativos de vaina y semilla de *T. spinosa*

Este análisis permitió observar el grado de variación conjunta entre todas las variables estudiadas de *T. spinosa*, donde se encontró que, AV y PV ($r= 0,76$), AV y PVSS ($r= 0,75$), AV y L/Av ($r= -0,83$), PVSS y PV ($r= 0,96$), LS y AS ($r= -0,61$), AS y L/As ($r= -0,62$), de acuerdo a este análisis la correlación arrojó asociaciones lineales excelentes, aceptables y regulares, tanto de manera positiva como negativa en los diferentes caracteres morfométricos evaluados; identificar vínculos lineales importantes entre variables biométricas es fundamental para los programas de mejoramiento, debido a que facilita elegir de forma indirecta los genotipos más rentables, basándose en propiedades medibles en el campo (Guerrero et al., 2016).

Se obtuvo PVSS y PV ($r= 0,96$) con una correlación excelente casi perfecta es el hallazgo más significativo de esta investigación, esto indica que la cáscara del fruto (PVSS) es la principal fuente de taninos comercialmente explotables, ya que la materia prima para la extracción de taninos es el pericarpio seco de la vaina, denominado polvo de tara (Camacho et al., 2020), asimismo, Villena (2025) en su investigación obtuvo una correlación excelente con un índice de 0,90, siento este resultado similar al que nosotros presentamos en nuestra investigación, Florian (2020) igualmente obtuvo 0,920 como índice de correlación en estas variables. También se identificó la correlación AV y PV ($r= 0,76$), estos resultados se sustentan con el análisis de Bonilla et al. (2016) que también encontró esta correlación, anotando que el ancho de la vaina es un buen indicador del peso del fruto, por lo que podría considerarse como una variable agro-morfológica para diferenciar en campo las vainas con mayor peso (Villena, 2018). Para la correlación AV y PVSS ($r= 0,75$), resultados similares han sido reportados en estudios previos de *T. spinosa* como en el de Villena (2025) que obtuvo un índice de correlación de 0,80 demostrando una relación lineal buena.

Asimismo, se obtuvo una correlación fuertemente negativa AV y L/Av ($r = -0,83$), esto nos indica que si existe un aumento en la amplitud de la vaina se demuestra con una disminución significativa de la relación L/Av, esto se podría interpretar que las vainas más anchas tienden a tener menor longitud, esta diferencia es notable porque la forma de la vaina a menudo está correlacionada con la distribución geográfica y la adaptación a condiciones ambientales específicas

Para las correlaciones de LS y AS ($r = -0,61$), AS y L/As ($r = -0,62$) indican que las semillas más largas tienden a ser más delgadas, esto nos quiere decir que las semillas de *T. spinosa* presentan una compensación dimensional (Ma *et al.*, 2021). Esta relación es típica en frutos de leguminosas y puede estar influenciada por el número de semillas por vaina y espacio disponible dentro del pericarpio (Villena, 2018).

4.6.5. Análisis de componentes principales (ACP) de factores bioclimáticos y los caracteres cuantitativos de vaina y semilla

Se realizó el análisis de componentes principales para los factores bioclimáticos de fruto y semilla de *T. spinosa* donde los cuatro primeros componentes principales expresaron 72,60% de la variación total de las muestras en estudio, se consideraron estos cuatro componentes debido a que su porcentaje acumulado sobrepasa el 70%, Jolliffe & Cadima, (2016) asocian a este porcentaje que explica la mayor parte de la variabilidad total. El análisis de estos cuatro componentes principales (CP1, CP2, CP3 y CP4) con diferentes aportes indica que los factores ambientales que contribuyen en el sistema estudiado pueden agruparse en distintas dimensiones.

El CP1 es donde se tiene la mayor parte de la variación, y su composición indica claramente a la fuerte influencia de las variables de temperatura relacionadas con el rango de estacionalidad

térmica, así como las variaciones mensuales y la precipitación, tenemos índices de correlación positiva muy alta que van desde 0,86 a 0,99; de donde podemos analizar que la temperatura media anual, junto con las variables asociadas a las diferentes temperaturas, tanto máximas como mínimas y la estacionalidad representan que el CP1 tienen un fuerte gradiente térmico y de estacionalidad, entonces de acuerdo a este análisis nos da a conocer que la *T. spinosa* se asocia con lugares con temperaturas altas y una marcada estacionalidad térmica, esto coincide con investigaciones que muestran que las variables de temperatura a menudo explican una gran proporción de la variación ambiental en modelos de distribución de especies (Elith et al., 2006). Para la variación negativa que va desde -0,83 a -0,94; la fuerte correlación que presenta con la precipitación anual, isothermalidad y aspecto es crucial, esto nos da a conocer que los lugares con temperaturas elevadas y estacionalidad térmica tienden a tener menor precipitación anual y menor isothermalidad, así como comenta Endara (2016) que las temperaturas cambian poco estacionalmente, siendo la oscilación térmica diaria (hasta 22°C en un solo día) mucho mayor que la estacional; esta relación inversa entre temperatura y precipitación anual es un modelo común en diversas regiones, principalmente en aquellas con clima mediterráneo o tropical seco, donde el incremento de la temperatura puede aumentar la evapotranspiración y reducir la disponibilidad hídrica efectiva (Huang et al., 2020); las variables climáticas y la producción total de frutos, influyen en la variación de las características morfológicas entre las procedencias y los sitios de colección (Salazar et al., 2020). La correlación con respecto al suelo limoso y la pendiente con la capacidad de intercambio catiónico sugieren una asociación con características del suelo y topografía que pueden estar indirectamente ligadas a los regímenes hídricos y climáticos.

El CP2 se centra principalmente en variables que describen la disponibilidad de humedad, especialmente durante la etapa de mayor precipitación y en la composición del suelo, presenta índices de correlación positiva muy alta de 0,82 a 0,91; la fuerte carga positiva de la precipitación del mes más lluvioso y la precipitación del trimestre más húmedo muestra que el CP2 es un indicador primario de la precipitación extrema o estacional alta; la alta correlación con el carbono orgánico del suelo indica que la alta precipitación o la mayor disponibilidad hídrica en estas estaciones beneficia a la acumulación de MO, un acierto sólido con las investigaciones, donde el régimen de humedad es un componente clave en la descomposición y el almacenamiento de carbono en el suelo (Jobbágy & Jackson, 2000). Para la relación suelo arenoso y la correlación positiva con suelo arcilloso refleja un fuerte vínculo entre la textura del suelo y la retención de humedad. Los suelos arcillosos tienen una mayor capacidad de retención de agua (R. Silva, 2020), lo que se alinea con un régimen de precipitación estacional más húmedo capturado por las variables BIO-13 y BIO-16.

El CP3 y CP4 explican una menor proporción de la varianza, estos dos componentes se encuentran influenciados por descriptores más específicos. El CP3 se centra en descriptores de ancho, peso relación de largo y ancho de la vaina, asimismo, está influenciado por una variable de semilla que es el peso, esto puede interpretarse como que es un eje que capta la variación en la robustez o biomasa de la estructura reproductiva de cada individuo, se muestra la asociación que existe entre el con peso de vaina y la relación largo y ancho de vaina, asimismo, esto se sustenta con el estudio de Mex-Álvarez et al. (2021) quienes evidenciaron que los parámetros longitudinales (largo, ancho y grosor) se relacionan bien con el parámetro peso, las plantas que presentan una vaina más grande suelen producir semillas más grandes y pesadas, este patrón es común en estudios de variación morfológica donde los caracteres relacionados con el rendimiento o el tamaño final del órgano

están altamente correlacionados (Baraki et al., 2020). El CP4 se encuentra influenciado por descriptores geográficos como son las coordenadas (longitud y latitud) lo que muestra que una parte de la varianza no explicada por el clima o el suelo está ligada a la ubicación geográfica de las diferentes entradas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se confirmó la existencia de variación intraespecífica en frutos y semillas de *T. spinosa* evaluados en la provincia de Santa Cruz (Chancay Baños, Santa Cruz y Catache).
- El análisis de cluster y ACP corroboraron la variación intraespecífica de los caracteres cualitativos de fruto y semilla de *Tara spinosa*, con una varianza acumulada de 72,5%, siendo los caracteres cualitativos: apariencia superficial de la vaina (ASV), amplitud de vaina (AV), tamaño de vaina (TV) y relación largo/ancho de la vaina (L/Av); color de vaina del lado hacia el sol (CL/Sol) y color de vaina del lado opuesto al sol (CL/Sombra), relación largo y ancho (L/As), color principal de la semilla (CS), ubicación del hilo (UH) y forma predominante de la semilla (FS).
- El ACP para caracteres cuantitativos definió cuatro componentes con una varianza acumulada de 74,68%, siendo los caracteres cuantitativos que más discriminan el material vegetativo de *T. spinosa*, según el CP1: AV, EV, PV, PVSS y L/Av ; CP2: AS y ES; CP3: NSV y PSV; CP4: PSV, LS y L/As.
- Del material vegetal de *Tara spinosa* evaluado se determinó la variación intraespecífica de fruto y semilla, lo que permitió identificar los morfotipos Roja, Blanca, Ista, Jancos y Titán en la provincia de Santa Cruz.
- Los factores bioclimáticos, edáficos y topográficos que más influyen en los caracteres cuantitativos del fruto y semillas de *T. spinosa* son BIO_1, BIO_3, BIO_4, BIO_5, BIO_6, BIO_7, BIO_8, BIO_9, BIO_10, BIO_11, BIO_12, BIO_14, BIO_13, BIO_15, BIO_16, BIO_17, BIO_19, edáficas: Asp, CEC, pend, Silt, Clay, Sand, SOC y topográficas: long. y lat.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios tanto en poblaciones silvestres como en poblaciones cultivadas, a diversos rangos de elevación, tipos de suelos y precipitación, ya que esta especie es conocida por la plasticidad que presenta, y así se podría identificar no solo el morfotipo sino las condiciones ambientales en la cual se desarrollan cada uno de ellos.
- Las instituciones vinculadas al sector agrícola deben ejecutar estudios donde a cada morfotipo se le realice un análisis químico y genético, para así poder determinar el contenido de taninos y la cantidad de goma que se puede obtener de cada uno de ellos, con esto se busca analizar cuál de estos morfotipos tiene el mayor porcentaje y así mejorar la producción de los agricultores dedicados a este rubro.

REFERENCIAS

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 433–459. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- ADEX. (2024). *Tara: Evolución del Mercado Nacional e Internacional*. https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2024/11/CIEN_NSIM1_NOVIEMBRE_Tara.pdf
- Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18(3), 91–93. <https://doi.org/10.1016/J.TJEM.2018.08.001>
- Altamirano, L. (2025). *Variación intraespecífica de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose, en bosques naturales de la provincia de Jaén, Cajamarca*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Jaén. <https://repositorio.unj.edu.pe/items/7b3be237-85b3-45ac-aef8-8b6d7961aa60>
- Anabella, E., Ricardo, M., Cocco, L., Zemel, M., Di Girolamo, G., & Soria, F. (2016). *Biometría: alcances odontológicos*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/116225>
- Aspalter, S., Ciceu, A., Landivar Albis, C. M., Chakraborty, D., & Schueler, S. (2025). Provenance Variation in Functional Traits of European Forest Trees: Meta-Analysis Reveals Effects of Taxa and Age Despite Critical Research Gaps. In *Ecology and Evolution* (Vol. 15, Number 8). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/ece3.71834>
- Assefa, A. D., Hur, O. S., Ro, N. Y., Lee, J. E., Hwang, A. J., Kim, B. S., Rhee, J. H., Yi, J. Y., Kim, J. H., Lee, H. S., Sung, J. S., Kim, M. K., & Noh, J. J. (2020). Fruit morphology, citrulline, and arginine levels in diverse watermelon (*Citrullus lanatus*) germplasm collections article. *Plants*, 9(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants9091054>

- Aviles, R. (2018). Estudio químico y biológico de extractos de la hoja de tara (*Caesalpinia spinosa*). Tesis de Pregrado. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10894>
- Ayala, E. (2014). Efecto genotóxico in vitro de plantas medicinales antibacterianas *Spartium junceum* L. “retama”, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze “tara” y *Eucaliptus globulus* Labill “eucalipto”. Ayacucho - 2013. *Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga*.
https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915853/efecto-genotoxico-in-vitro-de-plantas-medicinales-antibacterian_hgPJVjM.pdf
- Baraki, F., Gebregergis, Z., Belay, Y., Berhe, M., Teame, G., Hassen, M., Gebremedhin, Z., Abadi, A., Negash, W., Atsbeha, A., & Araya, G. (2020). Multivariate analysis for yield and yield-related traits of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Heliyon*, 6(10), e05295.
<https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2020.E05295>
- Baranger, D. (2009). *La matriz de datos*.
<https://metodologiadelainvestigacionii.files.wordpress.com/2012/08/unidad3-cap2-barangermatrizdatos.pdf>
- Bioversity International. (2007). Guidelines for the development of crop descriptor lists. *Bioversity Technical Bulletin Series*, (13), 84.
https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Developing_crop_descriptor_lists_1226.pdf
- Bonilla, H., López, A., Carbajal, Y., & Siles, M. (2016). Análisis de variables morfológicas de frutos de “tara” provenientes de Yauyos y Ayacucho para identificar caracteres

agromorfológicos de interés. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 157–164.

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.01>

Boko-Haya, Y., Ouinsavi, C. A. I. N., Akin, Y. Y., & Agbangla, C. (2022). 76 Research Article Research Article Research Article Research Article. In *Nova Geodesia* (Vol. 2, Number 4). Aspalter, S., Ciceu, A., Albis, C. M. L., Chakraborty, D., & Schueler, S. (2025). Provenance Variation in Functional Traits of European Forest Trees: Meta-Analysis Reveals Effects of Taxa and Age Despite Critical Research Gaps. *Ecology and Evolution*, 15. <https://doi.org/10.1002/ece3.71834>

Bu, R., Bolnick, D. I., Amarasekare, P., Levine, J. M., Novak, M., Rudolf, V. H. W., Schreiber, S. J., Urban, M. C., & Vasseur, D. A. (2011). *Why intraspecific trait variation matters in community ecology*. 26(4). <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.01.009>

Cabrera, A. (2025). *Morfología de plántulas de tres morfotipos de Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose del distrito de Chota, Cajamarca. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca, Perú. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/9ada82f9-7ab1-4174-90e5-179579c10252>

Callohuari, R., Sandoval Vegas, M., & Huamán Gutiérrez, O. (2017). *Efecto gastroprotector y capacidad antioxidante del extracto acuoso de las vainas de Caesalpinia spinosa 'tara', en animales de experimentación*. 78(1), 61. <https://doi.org/10.15381/anales.v78i1.13023>

Camacho, Y., Ordoñez, O., & Chalco, W. (2020). Determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de la tara (*Caesalpinia spinosa*) proveniente del barrio el Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja. *Revista Investigación Agraria.*, 2(3), 22–32. <https://doi.org/10.47840/reina20216>

- Camarena, F., Chura, J., & Blas, H. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad*, 1, 101. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Canazza, M. C., Scalón, S. P. Q., Sari, A. P., Rosa, Y. B. C. J., & Robaina, A. D. (2009). *Biometria de frutos e sementes e germinação de Magonia pubescens ST.Hil (Sapindaceae)*. 31, 202–211. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200024>
- Cordero, I., Jiménez, M. D., Delgado, J. A., Balaguer, L., Pueyo, J. J., & Rincón, A. (2021). Local adaptation optimizes photoprotection strategies in a Neotropical legume tree under drought stress. *Tree Physiology*, 41(9), 1641–1657. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpab034>
- Cortes, S. (2009). *Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3875537.pdf>
- Cowling, W. A., Li, L., Siddique, K. H. M., Henryon, M., Berg, P., Banks, R. G., & Kinghorn, B. P. (2017). Evolving gene banks: Improving diverse populations of crop and exotic germplasm with optimal contribution selection. *Journal of Experimental Botany*, 68(8), 1927–1939. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw406>
- Gnonlonfin, L., Biao, H., & Ouinsavi, C. A. I. N. (2022). Morphological variation in *Diospyros mespiliformis* (Ebenaceae) among different habitats in Benin, West Africa. *Journal of Ecology and The Natural Environment*, 14(2), 44–55. <https://doi.org/10.5897/jene2022.0925>
- Ramírez, J., Rodríguez, v, Gonzales, E., Cortes, C., & Acosta, E. (2016). *Morphological characterization of fruit from the ex situ collection of Psidium guajava L (Vol. 9)*. www.euroresidentes.com

- De la Cruz, P. (2004). *Aprovechamiento integral y racional de la tara Caesalpinia spinosa o caesalpinia tictoria*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8135910>
- De la Torre, L. (2018). *La tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales*. <https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-Tara-Condesan-2.pdf>
- Deaquiz, Y. (2014). *Los frutos y su fotosíntesis*. 4(1), 39–47. <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/download/227/248>
- Díaz, F. (2024). *Identificación de morfotipos de taya [Caesalpinia spinosa (Molina)], basados en fruto y semilla, de la ruta Jesús-Cajamarca*. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6321>
- Dostert, N., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., La Torre, M., & Weigend, M. (2009). *Datos botánicos de Tara*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/191>
- Downie, D. A. (2010). Baubles, Bangles, and Biotypes: A Critical Review of the use and Abuse of the Biotype Concept Baubles, bangles, and biotypes: A critical review of the use and abuse of the biotype concept. *Journal of Insect Science*, 10(176), 1–18. <https://doi.org/10.1673/031.010.14136>
- Elith, J., H. Graham, C., P. Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J. Hijmans, R., Huettmann, F., R. Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G. Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Townsend Peterson, A., ... E. Zimmermann, N. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2), 129–151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>

- Enciso, M., Carreño, F., Delgado, A., Aldana, D. W., Anchanante, A., & Bazán, G. (2022). *Avances en la investigación sobre la tara*. www.gob.pe/serfor
- Endara, S. (2016). *Ciclos horarios de precipitación en el Perú utilizando información satelital*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-34.pdf>
- Escalera, A., Guillén, H., Clemente, L., Rodríguez, J., & Valdivia, R. (2019). *Caracterización de variedades cultivadas de Capsicum pubescens en Michoacán, México*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7048805.pdf>
- FAO. (2023). *Guía práctica para la aplicación de las normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. <https://doi.org/10.4060/cc0021es>
- Ferre, M. (2019). *FEIR 40: Modelos de Regresión*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2628915>
- Fick, S., & Hijmans, R. (2017). Worldclim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Florian, E. (2020). *Morfología y biometría de la vaina y semilla de la “tara” (Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze) del valle de Cajamarca*. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3763>
- Fong, L. (2019). *Efectos de factores topográficos sobre la profundidad de suelos y la estructura vertical de su textura, capacidad de campo y almacenes de carbono en el noroeste de Baja California*. https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3017/1/TESIS_LIZAFONG_11_NOV_2019A.pdf

- Galindo, L. (2018a). Variación intraespecífica de rasgos funcionales de *Cedrela odorata* sobre un gradiente climático en la Península de Nicoya, Costa Rica. In *Journal of Materials Processing Technology* (Vol. 1, Number 1). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i57.556>
- Galindo, L., Finegan, B., Delgado-Rodríguez, D., & Sequeira, F. M. (2020). Intraspecific variation of functional traits in *Cedrela odorata* L. In the Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(57). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i57.556>
- Galindo, W. (2013). *Caracterización morfológica de colecciones de tara (Caesalpinia spinosa) en Ayacucho*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2015>
- González, O. H. (2021). An approach to the different types of nonprobabilistic sampling. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), 6–8. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=110056>
- Goyenechea, I. (2006). Sistemática: su historia, sus métodos y sus aplicaciones en las serpientes del género *Conopsis*. *Ciencia Ergo Sum*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10414107>
- Guamán, B. (2022). Evaluación de la germinación de semilla de guarango (*Caesalpinia spinosa*) (Mol.) O. Kuntze aplicando dos métodos de escarificación en la comunidad Alacao, Guano, Chimborazo. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16102/1/33T00340.pdf>
- Guerrero, R., Lombardi, I., Gonzales Mora, H. E., Figueroa, C., & Calderón, A. (2016). Determinación de la viabilidad de semilla de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze y su correlación con el contenido de goma y tanino. *Revista Forestal Del Perú*, 31(2), 69. <https://doi.org/10.21704/rfp.v31i2.1028>

- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica de La Investigación y El Conocimiento*, 4, 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Han, B., Dong, X., Li, M., Wang, Z., Shi, C., Zhou, Q., Liu, Z., & Yan, L. (2025). Morphological diversity variation of seed traits among 587 germplasm resources of *Medicago* Genus and 32 germplasm resources of *Trigonella* Genus. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87185-3>
- Her, Q. L., & Wong, J. (2020). Significant correlation versus strength of correlation. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 77(2), 73–75. <https://doi.org/10.1093/AJHP/ZXZ280>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2019). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1° Edi). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México. 714 p. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Herrera, C. (2009). *Multiplicity in Unity: Plant Subindividual Variation and Interactions with animals*. <https://academic.oup.com/aob/article-abstract/111/3/vi/146445>
- Huang, F., Chunyu, X., Zhang, D., Chen, X., & Ochoa, C. G. (2020). A framework to assess the impact of ecological water conveyance on groundwater-dependent terrestrial ecosystems in arid inland river basins. *Science of The Total Environment*, 709, 136155. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.136155>
- Huarino, M., & Ramos, D. (2012). *Efecto antibacteriano de Caesalpinia spinosa (Tara) sobre flora salival mixta*. 15(1), 27–30. <https://doi.org/10.15381/os.v15i1.2829>

- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065). <https://doi.org/10.1098/RSTA.2015.0202/115142>
- Kassambara, A. (2017). *Multivariate analysis I Practical guide to cluster Analysis in R. unsupervised machine learning* (Edition 1). Statistical tools for high-throughput data analysis. 187 p. https://victormandela.com/books/Cluster_Analysis.pdf
- Khatun, R., Uddin, M. I., Uddin, M. M., Howlader, M. T. H., & Haque, M. S. (2022). Analysis of qualitative and quantitative morphological traits related to yield in country bean (*Lablab purpureus* L. sweet) genotypes. *Heliyon*, 8(12). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11631>
- Jobbágy, E., & Jackson, R. (2000). *La distribución vertical del carbono orgánico del suelo y su relación con el clima y la vegetación*. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0423:TVDOSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0423:TVDOSO]2.0.CO;2)
- Larrinaga, A. R., & Guitián, P. (2016). Intraspecific variation in fruit size and shape in *Corema album* (Ericaceae) along a latitudinal gradient: from fruits to populations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 118(4), 940–950. <https://doi.org/10.1111/bij.12794>
- León, F., & Sánchez, K. (2019). *Actividad microbiana in vitro del extracto hidroalcohólico del fruto de Caesalpinia spinosa (Tara) en cepas de Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027*. http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/3553/Trab_Suf_Prof
- Lin, G. F., & Chen, L. H. (2006). Identification of homogeneous regions for regional frequency analysis using the self-organizing map. *Journal of Hydrology*, 324(1–4), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.09.009>

- Linares G., J. (2014). *Estudio de la diversidad genética de individuos de poblaciones silvestres de caesalpinia spinosa (molina) kuntze “ tara ” mediante análisis de patrones electroforéticos de proteínas seminales.*
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_182a957aadf0f2b856509739f1544572
- López, A., Oré, R., & Miranda, C. (2020). *Caesalpinia spinosa*: Protective effect against UV radiation in hepatic lipoperoxidation in rats and detection of phytoconstituents. *Rebiol*, 40(1), 13–20. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.02>
- López, C., Peña, C., Reyes, A., Aguirre, R., Ramírez, H., Soto, R., & Jiménez, J. (2015). Inter- and intra-specific variation in fruit biomass, number of seeds, and physical characteristics of seeds in *Opuntia* spp., Cactaceae. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62(8), 1205–1223. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0223-9>
- Martínez, C. (2012). *Décima tercera edición Estadística y muestreo.* <http://ies-booklick.s3.amazonaws.com/1626728222781-Estadistica-MuestreoCiro1-198.pdf>
- Mex-Álvarez, R. M. de J., Garma-Quen, P. M., Yanez-Nava, D., Guillen-Morales, M. M., & Novelo-Pérez, M. I. (2021). Caracterización morfométrica de *Phaseolus vulgaris* en Campeche, México. *Revista CENIC Ciencias Biologicas*, 52(1), 032–038. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181268228004>
- MINAGRI. (2019). Producción y Comercio de la TARA en el Perú. *Dirección General De Políticas Agrarias*, 9.
<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/168510289radF57F7.pdf>

Muñoz, B. (2016). Descriptores y palabras clave. *Revista ORL*, 7(3), 179.
<https://doi.org/10.14201/201673.14814>

Oliva, M., Collazos, R., & Chuquibala, M. (2015). *Caracterización morfológica de frutos y determinación del contenido de taninos en tara (Caesalpinia spinosa (Molina Kuntze) en las principales zonas productoras de la región Amazonas*. 1(2), 84–93.
<https://doi.org/10.25127/indes.201302.00>

Olivarez, B. (2014). Aplicación del Análisis de Componentes Principales (ACP) en el diagnóstico socioambiental. Caso: sector Campo Alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. *Multiciencias*, 14, 364–374. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90433839011.pdf>

Pérez, J. (2014). *La matemática y la estadística: Una orquesta hecha instrumento*.
<https://jllopisperez.com/>

Pérez, J., & Gardey, A. (2016). *Definición de caracterizar*.
https://www.google.com/goto?url=CAESWwHrOzAVsxA2m2iJqi9nPGwnvmkxR2h0FhUkYO1J5nEPWoQob6tQjgObvnRHVLaPzltxQ11QUexsnMRogQutBMS7iFiiJOEsRtM2SYnvkeblIltKuIudGu_3dVc

Ponce, S., Chavarria, M., Norabuena, F., Chumpitaz, D., & Gutarra, A. (2020). Cellulose Microfibres Obtained from Agro-Industrial Tara Waste for Dye Adsorption in Water. *Water, Air, and Soil Pollution*, 231(10). <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04889-0>

Portal, E. (2009). Características del follaje, número de cromosomas y contenido de taninos en seis variedades de tara (*Caesalpinia spinosa*) Ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga*. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/5fa83041-ff9d-4fd0-9e77-ce97e96895ee>

RAE. (2014). *fruto* | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE.
<https://dle.rae.es/fruto>

RAE. (2022). *Diccionario de la lengua española*.

Ramírez, M., Laguna, L., Ortiz, C., Gutierrez, O., & De la Rosa, R. (2018). *Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (Theobroma cacao L.) de plantaciones en Tabasco, México*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802018000200117

Rigano, L., Deola, M., Zaccariotto, F., Colleoni, T., & Lionetti, N. (2019). A new gelling agent and rheology modifier in cosmetics: *Caesalpinia spinosa* gum. *Cosmetics*, 6(2).
<https://doi.org/10.3390/COSMETICS6020034>

Roy, I., Rivas, R., Pérez, M., & Palacios, L. (2019). Correlation: Not all correlation entails causality. *Revista Alergia Mexico*, 66(3), 354–360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>

Roy-García, I., Rivas-Ruiz, R., Pérez-Rodríguez, M., & Palacios-Cruz, L. (2019). Correlation: Not all correlation entails causality. *Revista Alergia Mexico*, 66(3), 354–360.
<https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>

Salazar, E., Alcaraz, L., León, J., Heredia, J., Soto, F., & Angulo, M. (2020). Morphological variability and oil content of *Jatropha platyphylla* Müll. Arg. germplasm as determined using multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 261, 108968.
<https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2019.108968>

Schupp, E. W., Zwolak, R., Jones, L. R., Snell, R. S., Beckman, N. G., Aslan, C., Cavazos, B. R., Effiom, E., Fricke, E. C., Montañó-Centellas, F., Poulsen, J., Razafindratsima, O. H., Sandor, M. E., & Shea, K. (2019). Intrinsic and extrinsic drivers of intraspecific variation in seed

- dispersal are diverse and pervasive. *AoB PLANTS*, 11(6), 1–20.
<https://doi.org/10.1093/aobpla/plz067>
- Seid, M. A., & Mengesha, Y. M. (2022). *Intraspecific Morphological Variations among the Populations of Milicia excelsa, Pouteria adolfi-friedericii, and Prunus africana in Different Natural Forests of Southwest Ethiopia*. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9335428>
- Silva, J. N., Pádua, G. V., Rodrigues, C. M., Silva, J. H. C. S., Gomes, C. L. S., Rodrigues, M. H. B. S., Bernardo, M. K. F., Silva, E. L. F. da, Almeida, L. G. A. de, Araújo, L. D. A. de, Souza, A. das G., Nascimento, N. F. F. do, & Alves, E. U. (2025). Fruits and Seeds as Indicators of the Genetic Diversity of *Hymenaea martiana* (Fabaceae) in Northeast Brazil. *Biology*, 14(10).
<https://doi.org/10.3390/biology14101418>
- Silva, R. (2020). *Capacidad de retención del agua disponible en suelos agrícolas de acuerdo a la textura y al contenido de materia orgánica, transecto Huaura-Mazo*.
<https://hdl.handle.net/20.500.14095/837>
- Suárez, H., Mercado, W., Ramírez, M., Bracho, B., Rivero, J., & García, D. E. (2012). *Caracterización morfoagronómica y evaluación del contenido proteínico en dos genotipos de Clitoria ternatea L. cultivados en un sistema de espalderas Morphoagronomic characterization and protein content evaluation in two genotypes of Clitoria ternatea L .* 35(4), 365–379. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10052391>
- Team, R. C. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*.
<https://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>. <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/fullrefman.pdf>

- Torcida, S., & Perez, I. (2012). Análisis de procrustes y el estudio de la variación morfológica. *Revista Argentina de Anteopología Biológica*.
<https://www.redalyc.org/pdf/3822/382239056012.pdf>
- Villena, J. (2018). *Variabilidad morfológica de la taya, Caesalpinia spinosa (Molina)Kuntze, en bosques naturales de nueve provincias de Cajamarca, Perú*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2235/TESIS%20MAESTRIA%20VILLENA%20VEL%C3%81SQUEZ%20JIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villena, J. (2025). *Variación morfológica e influencia de factores climáticos sobre la morfología de frutos y semilla de Tara spinosa en el departamento de Cajamarca*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7946>
- Villena, J. J., Chávarry, P. M., Seminario, J. F., & Sovero, G. M. (2022). Morphometric characters as indicators of site quality of *Tara spinosa* (Leguminosae, Caesalpinioideae) in Cajamarca, Peru. *Lilloa*, 59(1), 33–50. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.1/2022.04.01>
- Villena, J., Seminario, J., & Valderrama, M. (2019). Variabilidad morfológica de la “tara” *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla. *Arnaldoa*, 26(2), 555–574.
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26203>
- Villena, J. J., Seminario, A., Soto-Sánchez, S., Valderrama-Cabrera, M. A., & Seminario, J. F. (2024). Seedling descriptors and new grouping of the *Tara spinosa* germoplasm from the Cajamarca region, Peru. *Bonplandia*, 33(1), 133–147. <https://doi.org/10.30972/bon.3317344>
- Violle, C., Enquist, B. J., McGill, B. J., Jiang, L., Albert, C. H., Hulshof, C., Jung, V., & Messier, J. (2012). The return of the variance: intraspecific variability in community

ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(4), 244–252.

<https://doi.org/10.1016/J.TREE.2011.11.014>

Wang, C., Gong, H., Feng, M., & Tian, C. (2023). Phenotypic Variation in Leaf, Fruit and Seed Traits in Natural Populations of *Eucommia ulmoides*, a Relict Chinese Endemic Tree. *Forests*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/f14030462>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Tabla 10

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices/ítem	Fuente	Técnica	Instrumento
¿Cuál es la variación intraespecífica en frutos y semillas de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca?	Evaluar la variación intraespecífica en frutos y semillas de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose de la provincia de Santa Cruz, Cajamarca.	Existe variabilidad morfométrica significativa en las características cuantitativas y cualitativas de fruto y semilla entre las poblaciones naturales de Tara spinosa de la provincia de Santa Cruz, lo que permite la diferenciación de morfotipos.	Variación intraespecífica de <i>T. spinosa</i>	Caracteres cualitativos de alta heredabilidad en fruto y semilla Morfotipos de <i>T. spinosa</i> Caracteres cuantitativos en fruto y semilla	Color de fruto y semilla. Forma de fruto y semilla, Número de morfotipos	Bosque naturales e individuos morfológicamente diferentes de la <i>T. spinosa</i>	Observación directa	Lista de descriptores (Villena <i>et al.</i> , 2019)

Tabla 11*Datos pasaporte de las colectas de Tara spinosa realizadas en la Provincia de Santa Cruz*

Entrada	Lugar	Provincia	Región	Altitud	Este	Norte
E1	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1552	730852	9271924
E2	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1556	730780	9271885
E3	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1551	730550	9271781
E4	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1535	730061	9271754
E5	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1540	730062	9271784
E6	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1550	730052	9271814
E7	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1562	730061	9271839
E8	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1563	730096	9271849
E9	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1545	730167	9271817
E10	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1539	730269	9271809
E11	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1538	730326	9271814
E12	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1746	730213	9273268
E13	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1770	730407	9273236
E14	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1786	730424	9273325
E15	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1788	730442	9273331
E16	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1796	730554	9273390
E17	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1812	730622	9273511
E18	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1806	730649	9273503
E19	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1820	730803	9273578
E20	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1819	731153	9273644
E21	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1818	731156	9273664
E22	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1822	731138	9273632
E23	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1783	730965	9273603
E24	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1798	730877	9273567
E25	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1776	730412	9273368
E 26	El Álamo	Santa Cruz	Cajamarca	2205	728883	9278751
E27	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1759	734578	9274355
E28	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1641	736565	9272747
E29	Chancaybaños	Santa Cruz	Cajamarca	1774	738357	9273120
E30	El Álamo	Santa Cruz	Cajamarca	2209	728880	9278758
E31	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1156	716614	9262313
E32	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1191	716642	9262324
E33	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1200	716682	9262347
E34	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1210	716645	9262374
E35	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1216	716608	9262380
E36	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1211	716567	9262385

Entrada	Lugar	Provincia	Región	Altitud	Este	Norte
E37	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1217	716550	9262372
E38	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1216	716534	9262370
E39	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1277	716896	9262309
E40	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1298	717158	9262184
E41	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1315	718210	9262605
E42	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1252	720775	9264512
E43	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1238	720808	9264550
E44	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1238	720851	9264547
E45	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1243	720868	9264514
E46	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1234	720893	9264559
E47	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1234	720915	9264514
E48	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1239	720825	9264571
E49	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1194	721204	9264685
E50	Catache	Santa Cruz	Cajamarca	1200	721042	9264837
E51	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1684	723451	9269046
E52	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1853	725180	9269080
E53	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1868	725229	9269070
E54	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1918	725806	9268633
E55	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1925	725920	9268520
E56	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1967	726338	9268116
E57	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1991	726451	9268197
E58	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2011	726767	9268166
E59	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2020	727295	9267522
E60	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2013	727350	9267558
E61	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2018	727306	9267857
E62	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2027	727620	9267964
E63	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2049	728042	9268143
E64	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2037	728337	9267989
E65	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	2031	728995	9268552
E66	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1956	728899	9269294
E67	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1949	728848	9269351
E68	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1935	728858	9269381
E69	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1923	729262	9269133
E70	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1827	729004	9269549
E71	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1771	728675	9269873
E72	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1763	728582	9269914
E73	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1700	728324	9270588
E74	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1659	729027	9270943
E75	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1625	729351	9270864

Tabla 12

Matriz básica de datos de la caracterización cualitativa de vainas y semillas de las 75 entradas recolectadas de Tara spinosa

Entrada	Vaina						Semilla				
	FV	ASV	PG	CL/Sol	CL/Sombra	L/Av	FS	UH	CS	L/A s	RPS
E1	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	5
E2	1	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E3	1	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E4	1	3	0	5	5	3	3	1	1	3	5
E5	3	3	0	3	3	3	1	1	1	3	3
E6	1	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E7	3	3	0	5	5	1	3	1	3	5	3
E8	1	3	0	5	5	3	1	1	1	3	3
E9	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	5
E10	3	3	0	3	3	3	1	1	3	5	5
E11	3	3	0	5	5	3	1	1	1	3	5
E12	3	3	0	5	5	3	3	1	1	3	5
E13	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E14	3	3	0	1	3	3	1	1	3	5	3
E15	3	3	0	3	5	3	3	1	3	3	5
E16	3	3	0	3	5	3	3	1	3	3	3
E17	1	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E18	3	3	0	3	5	5	3	1	1	3	3
E19	3	3	0	5	5	3	1	1	1	3	3
E20	3	3	0	1	3	1	1	1	1	3	5
E21	3	3	0	1	5	3	3	1	1	3	3
E22	3	3	0	1	3	3	1	1	1	3	5
E23	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E24	3	3	0	3	5	3	3	1	3	3	3
E25	1	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E26	3	3	0	5	5	1	1	1	3	1	5
E27	3	3	0	3	1	3	3	1	1	3	3
E28	3	3	0	1	3	3	1	1	1	3	3
E29	3	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E30	5	1	0	1	1	1	3	1	1	3	5
E31	3	3	0	3	3	3	1	1	1	3	3
E32	1	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E33	3	3	0	1	3	3	3	1	1	3	3

Entrada	Vaina						Semilla				
	FV	ASV	PG	CL/Sol	CL/Sombra	L/Av	FS	UH	CS	L/A s	RPS
E34	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E35	1	3	0	3	1	3	1	1	1	3	3
E36	3	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E37	1	3	0	3	3	3	1	1	1	3	3
E38	3	3	0	5	5	3	3	1	1	3	3
E39	3	3	0	3	5	3	3	1	3	3	3
E40	3	3	0	3	5	3	1	1	3	3	3
E41	3	3	0	3	5	3	3	1	3	3	3
E42	1	3	0	5	5	3	3	1	1	3	3
E43	3	3	0	3	3	3	3	1	1	3	3
E44	1	3	0	3	3	3	3	1	1	3	3
E45	3	3	0	3	3	3	1	1	1	3	3
E46	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E47	3	1	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E48	3	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E49	1	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E50	3	1	0	5	5	3	3	1	1	3	3
E51	1	3	0	5	5	3	3	1	1	3	3
E52	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	5
E53	1	3	0	5	5	3	3	1	1	3	3
E54	3	3	0	5	5	3	1	1	3	3	3
E55	1	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E56	3	3	0	5	5	3	3	1	3	3	3
E57	3	3	0	5	5	3	1	1	1	3	5
E58	1	3	0	1	3	3	1	1	3	3	3
E59	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E60	1	3	0	1	3	3	1	1	1	3	3
E61	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E62	1	3	0	1	5	3	1	1	1	3	3
E63	3	3	0	5	5	3	1	1	1	3	3
E64	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E65	1	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E66	1	3	0	5	5	3	1	1	1	3	3
E67	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E68	3	3	0	5	5	3	1	1	1	3	3
E69	3	3	0	3	5	3	3	1	1	3	3
E70	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E71	1	3	0	5	5	3	3	1	1	3	3
E72	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3

Entrada	Vaina						Semilla				
	FV	ASV	PG	CL/Sol	CL/Sombra	L/Av	FS	UH	CS	L/A s	RPS
E73	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
E74	3	3	0	1	3	1	3	1	1	3	5
E75	3	3	0	3	5	3	1	1	1	3	3
Media	2,44	2,92	0	3,21	4,44	2,89	1,85	1	1,347	3,053	3,373
S	0,96	0,39	0	1,26	1,07	0,56	1	0	0,76	0,46	0,78
CV	0,39	0,14	0	0,39	0,24	0,19	0,54	0,00	0,57	0,15	0,23

Nota: FV: forma de vaina, ASV: apariencia superficial de vaina. PG: pelos glandulares. C L/Sol: Color del lado

expuesto al sol. C L/Sombra: color del lado opuesto al sol. L/A v: relación largo ancho de vaina. FS: forma de semilla. UH: ubicación del hilo. CS: color de semilla. L/A s: relación largo ancho de semilla. RPS: peso promedio de la semilla.

Tabla 13

Matriz básica de datos de la caracterización cuantitativa de vainas y semillas de las 75

entradas de T. spinosa.

Entrada	Vaina						Semilla						
	LV (cm)	AV (cm)	EV (cm)	PV (g)	NSV	PVSS (g)	L/A v	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	PSV (g)	PS (g)	L/A s
E1	7,71	1,75	0,43	2,27	6	1,35	4,45	0,86	0,66	0,41	0,92	0,21	1,31
E2	7,70	1,68	0,47	2,18	6	1,45	4,88	1,28	0,66	0,37	0,84	0,17	1,45
E3	8,02	1,70	0,58	2,37	6	1,37	4,71	0,86	0,68	0,38	1,04	0,15	1,28
E4	7,46	1,98	0,36	1,50	5	1,06	4,44	0,89	0,73	0,40	0,44	0,47	1,23
E5	7,73	1,71	0,61	2,48	6	1,51	4,53	0,85	0,64	0,41	0,96	0,17	1,33
E6	7,89	1,55	0,56	2,33	5	1,42	5,13	0,84	0,68	0,42	0,90	0,16	1,29
E7	7,72	2,56	0,58	1,73	5	1,02	3,02	0,86	0,57	0,46	0,70	0,15	1,52
E8	6,94	1,56	0,41	2,17	5	2,01	4,44	0,65	0,48	0,36	4,15	0,15	1,37
E9	8,79	1,90	0,62	2,52	4	1,59	4,66	0,95	0,76	0,48	0,93	0,23	1,27
E10	8,27	1,97	0,59	3,28	5	2,02	4,21	0,70	0,40	0,20	1,26	0,27	1,78
E11	7,48	1,95	0,33	1,76	5	0,91	4,28	0,83	0,70	0,31	0,85	0,22	1,20
E12	8,29	1,94	0,62	2,52	6	2,27	5,43	0,69	0,58	0,35	0,99	0,25	1,24
E13	8,09	1,76	0,57	2,88	5	2,02	4,60	0,93	0,69	0,43	0,93	0,16	1,36
E14	7,53	1,65	0,56	2,62	6	2,43	4,60	0,80	0,44	0,41	1,04	0,18	1,97
E15	8,31	1,79	0,47	1,92	4	1,41	4,66	0,76	0,59	0,32	0,57	0,25	1,33
E16	7,54	1,51	0,62	2,02	4	1,21	5,00	0,79	0,65	0,39	0,81	0,17	1,22
E17	7,35	1,81	0,56	2,35	5	1,42	4,07	0,71	0,64	0,41	0,92	0,18	1,12

Entrada	Vaina					Semilla							
	LV (cm)	AV (cm)	EV (cm)	PV (g)	NSV	PVSS (g)	L/A v	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	PSV (g)	PS (g)	L/A s
E18	7,46	1,14	0,48	2,09	5	1,32	6,73	0,90	0,73	0,42	0,77	0,17	1,23
E19	8,20	1,55	0,17	2,15	6	1,29	5,28	0,85	0,67	0,42	0,85	0,13	1,28
E20	8,02	2,05	0,73	3,23	5	2,04	3,91	1,05	0,73	0,48	1,19	0,24	1,44
E21	7,91	1,53	0,50	2,24	5	1,36	5,21	0,82	0,62	0,37	0,88	0,17	1,32
E22	8,32	1,89	0,63	3,10	5	1,95	4,42	0,91	0,63	0,42	1,16	0,24	1,48
E23	7,91	1,65	0,55	2,49	5	1,57	4,71	0,86	0,69	0,47	0,95	0,19	1,26
E24	8,34	1,71	0,61	2,50	4	1,75	4,87	0,90	0,70	0,44	0,76	0,20	1,30
E25	8,59	1,79	0,58	3,01	6	1,83	4,91	0,90	0,71	0,46	1,18	0,20	1,26
E 26	8,39	2,13	0,68	3,88	4	3,22	3,99	1,03	0,63	0,42	1,10	0,31	0,40
E27	8,16	1,87	0,55	2,52	6	1,41	4,39	0,91	0,78	0,44	1,10	0,20	1,18
E28	7,80	1,80	0,52	2,23	5	1,24	4,35	0,90	0,74	0,43	0,99	0,18	1,22
E29	8,07	1,68	0,59	2,28	5	1,29	4,80	0,86	0,77	0,41	0,99	0,19	1,12
E30	9,27	3,38	0,87	8,88	4	7,80	2,76	1,10	0,99	0,40	1,08	0,32	1,12
E31	7,57	1,70	0,63	2,12	5	1,46	4,47	0,92	0,70	0,41	0,66	0,15	1,31
E32	7,67	1,67	0,61	2,14	5	1,45	4,61	0,87	0,71	0,43	0,68	0,16	1,24
E33	7,84	1,74	0,64	2,15	4	1,68	4,50	0,91	0,73	0,40	0,47	0,14	1,26
E34	7,95	1,71	0,67	2,30	5	1,56	4,66	0,87	0,70	0,44	0,74	0,19	1,26
E35	7,52	1,66	0,65	2,01	4	1,53	4,52	0,86	0,69	0,45	0,48	0,16	1,26
E36	7,80	1,68	0,65	2,22	5	1,56	4,64	0,89	0,71	0,44	0,66	0,17	1,27
E37	7,49	1,68	0,63	2,13	5	1,50	4,46	0,88	0,71	0,43	0,63	0,16	1,23
E38	8,06	1,73	0,60	2,17	4	1,61	4,69	0,95	0,74	0,41	0,56	0,17	1,29
E39	8,07	1,68	0,63	2,28	5	1,61	4,82	0,92	0,73	0,43	0,67	0,17	1,27
E40	7,67	1,71	0,65	2,25	4	1,62	4,50	0,88	0,73	0,44	0,63	0,18	1,21
E41	7,39	1,65	0,63	1,90	4	1,40	4,49	0,92	0,74	0,44	0,50	0,17	1,25
E42	7,88	1,71	0,58	2,07	4	1,48	4,61	0,91	0,74	0,42	0,59	0,17	1,24
E43	8,01	1,73	0,64	2,26	4	1,71	4,63	0,90	0,73	0,44	0,55	0,18	1,24
E44	8,30	1,80	0,63	2,51	4	1,86	4,61	0,92	0,74	0,42	0,64	0,17	1,25
E45	8,04	1,74	0,62	2,33	4	1,73	4,62	0,89	0,71	0,45	0,61	0,17	1,27
E46	7,86	1,74	0,65	2,27	5	1,68	4,52	0,90	0,72	0,43	0,59	0,17	1,25
E47	8,12	1,67	0,60	2,02	4	1,50	4,88	0,95	0,73	0,40	0,52	0,15	1,31
E48	8,44	1,78	0,61	2,43	5	1,79	4,74	0,96	0,75	0,42	0,64	0,16	1,28
E49	8,17	1,76	0,62	2,41	5	1,74	4,65	0,94	0,73	0,45	0,67	0,17	1,30
E50	8,73	1,83	0,58	2,45	5	1,84	4,81	0,90	0,69	0,37	0,60	0,16	1,32
E51	8,57	1,77	0,65	2,57	5	1,53	4,84	0,94	0,73	0,45	1,04	0,20	1,29
E52	8,86	1,78	0,63	2,68	6	1,57	5,00	0,93	0,75	0,46	1,11	0,21	1,26
E53	8,56	1,76	0,65	2,53	5	1,57	4,86	0,91	0,73	0,46	0,96	0,20	1,25
E54	8,27	1,73	0,65	2,44	5	1,50	4,78	0,93	0,74	0,46	0,94	0,20	1,26
E55	8,59	1,77	0,65	2,58	5	1,60	4,88	0,89	0,72	0,46	0,98	0,20	1,24
E56	7,86	1,66	0,64	2,28	5	1,35	4,75	0,89	0,71	0,45	0,93	0,19	1,26

Entrada	Vaina					Semilla							
	LV (cm)	AV (cm)	EV (cm)	PV (g)	NSV	PVSS (g)	L/A v	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	PSV (g)	PS (g)	L/A s
E57	8,64	1,74	0,65	2,48	5	1,55	4,99	0,92	0,74	0,46	0,93	0,21	1,25
E58	8,50	1,73	0,63	2,52	5	1,52	4,92	0,89	0,72	0,46	1,00	0,19	1,24
E59	8,30	1,73	0,66	2,42	5	1,46	4,80	0,91	0,73	0,45	0,96	0,20	1,25
E60	8,53	1,72	0,64	2,45	5	1,45	4,99	0,90	0,73	0,47	1,00	0,20	1,24
E61	8,16	1,66	0,65	2,39	5	1,42	5,70	0,91	0,72	0,46	0,97	0,20	1,27
E62	8,16	1,67	0,62	2,40	5	1,41	4,91	0,88	0,72	0,47	0,99	0,19	1,23
E63	8,27	1,75	0,67	2,43	5	1,52	4,75	0,90	0,73	0,46	0,91	0,19	1,24
E64	8,48	1,75	0,66	2,43	5	1,54	4,84	0,89	0,72	0,46	0,89	0,20	1,25
E65	7,96	1,73	0,64	2,26	5	1,44	4,59	0,90	0,70	0,46	0,82	0,19	1,29
E66	8,08	1,72	0,65	2,31	5	1,42	4,70	0,89	0,72	0,47	0,89	0,20	1,25
E67	7,43	1,65	0,65	2,12	5	1,29	4,49	0,89	0,72	0,46	0,83	0,19	1,24
E68	8,27	1,72	0,63	2,31	5	1,42	4,82	0,90	0,72	0,45	0,89	0,19	1,26
E69	8,11	1,71	0,64	2,31	5	1,42	4,74	0,89	0,72	0,46	0,89	0,19	1,25
E70	7,67	1,69	0,65	2,19	5	1,34	4,55	0,88	0,71	0,48	0,85	0,20	1,26
E71	8,17	1,71	0,63	2,27	5	1,40	4,79	0,89	0,71	0,45	0,87	0,19	1,25
E72	8,01	1,72	0,62	2,29	5	1,41	4,67	0,88	0,70	0,47	0,88	0,19	1,27
E73	8,03	1,72	0,63	2,22	4	1,41	4,66	0,89	0,72	0,45	0,81	0,19	1,24
E74	7,02	1,83	0,61	2,45	5	1,46	3,82	0,97	0,79	0,41	0,99	0,21	1,24
E75	7,49	1,70	0,63	2,03	4	1,29	4,42	0,91	0,72	0,45	0,74	0,20	1,27
Media	8,02	1,77	0,60	2,44	4,94	1,64	4,66	0,89	0,70	0,43	0,89	0,19	1,27
S	0,43	0,25	0,09	0,83	0,56	0,79	0,48	0,08	0,07	0,04	0,43	0,05	0,16
CV	0,05	0,14	0,15	0,34	0,11	0,48	0,10	0,09	0,11	0,10	0,48	0,24	0,12

Nota: FV: forma de vaina, ASV: apariencia superficial de vaina. PG: pelos glandulares. C L/Sol: Color del lado

expuesto al sol. C L/Sombra: color del lado opuesto al sol. L/A v: relación largo ancho de vaina. FS: forma de semilla. UH: ubicación del hilo. CS: color de semilla. L/A s: relación largo ancho de semilla. RPS: peso promedio de la semilla.

Figura 19

*Georreferenciación de puntos de muestreo de *T. spinosa* en la Provincia de Santa Cruz*



Figura 20

Data climática de las 75 entradas de T.spinosa

Ent.	LV	AV	EV	PV	NSV	PVSS	L/AH	LS	AS	IS	PSV	PS	L/A1	Alt.	long.	lat.	Asp	BIO 1	BIO 2	BIO 3	BIO 4	BIO 5	BIO 6	BIO 7	BIO 8	BIO 9	BIO 10	BIO 11	BIO 12	BIO 13	BIO 14	BIO 15	BIO 16	BIO 17	BIO 18	BIO 19	CEC	Clay	N	pend	Sand	Silt	SOC
E1	7.71	1.75	0.41	2.37	6	1.35	4.41	0.86	0.86	0.41	0.82	0.21	1.38	1552	-78.912169	-6.580478	1815	17.82883	12.68607	87.39439	56.87937	24.46	10.34	14.52	18.42867	17.11933	18.47267	17.11933	752	146	12	59.13218	335	62	193.1024	331.067	771.3967	0.040452	381.7028	281.0131	72.6124		
E2	7.70	1.68	0.47	2.18	6	1.45	4.59	1.28	0.86	0.37	0.84	0.17	1.56	1556	-78.912825	-6.582035	1873	17.59983	12.87893	88.15940	24.608	10.34	14.628	18.28733	17.05867	18.33933	17.05867	757	152	13	55.33068	348	74	3102	62	192.8835	334.917	771.3967	0.040452	381.7028	281.0131	72.6124	
E3	8.02	1.76	0.58	2.37	6	1.37	4.71	0.86	0.68	0.38	1.04	0.15	1.28	1551	-78.914894	-6.583762	1858	17.70517	12.885	88.07083	54.01591	24.74	10.112	14.628	18.28733	17.05867	18.33933	17.05867	757	152	13	59.3593	339	67	302	67	198.0815	335.9941	783.7737	0.0419758	381.0433	282.9424	80.96912
E4	7.46	1.38	0.36	1.90	5	1.06	3.77	0.89	0.73	0.40	0.44	0.47	1.22	1535	-78.919314	-6.580405	1724	18.24617	12.675	87.31744	61.22556	25.26	10.744	14.516	18.91133	17.51467	18.96667	17.51467	682	147	9	66.76409	338	51	287	51	197.545	341.154	784.6673	0.040788	374.2282	284.5795	72.37255
E5	7.72	1.71	0.61	2.48	6	1.51	4.51	0.86	0.84	0.41	0.86	0.17	1.32	1540	-78.919306	-6.583774	2103	16.7245	12.68607	87.63982	46.75537	23.728	9.248	14.48	17.16733	16.11467	17.19933	16.11467	775	141	15	54.00093	338	70	295	70	193.1024	331.067	825.3109	0.045235	380.781	288.125	76.77753
E6	7.89	1.55	0.56	2.13	5	1.42	3.88	0.84	0.68	0.42	0.88	0.38	1.21	1550	-78.919397	-6.583593	1900	17.49983	12.70433	87.71288	51.96138	24.5	10.016	14.48	18.03533	16.83	18.062	16.83	814	145	16	53.46431	340	73	309	73	193.1024	341.9378	716.5979	0.040811	378.0149	280.6545	80.26939
E7	7.72	2.36	0.58	1.73	5	1.02	3.02	0.86	0.57	0.46	0.70	0.15	1.50	1562	-78.919397	-6.583276	1882	17.165	12.79533	88.34115	98.1373	24.016	0.532	14.484	18.722	18.48067	17.866	16.48067	817	170	22	60.75997	383	89	346	89	200.741	344.4105	784.8329	0.0993381	357.3002	298.2879	86.22958
E8	6.94	1.36	0.41	2.17	5	2.01	4.44	0.45	0.45	0.36	4.15	0.15	1.35	1563	-78.919397	-6.570352	1397	19.25333	12.76267	85.79368	80.25835	26.452	11.576	14.876	20.204	18.7733	20.254	18.368	564	153	6	86.92996	319	35	291	50	203.7425	346.8492	704.9551	0.0180704	376.2047	276.9487	79.70611
E9	8.79	1.58	0.62	2.52	5	1.89	4.62	0.85	0.76	0.48	0.91	0.23	1.36	1545	-78.919358	-6.584741	1776	17.808	12.88667	88.04774	58.61226	24.796	10.14	14.636	18.46733	17.12667	18.514	17.12667	773	158	11	66.41407	349	58	314	58	196.7558	335.8647	760.4009	0.0501487	386.5509	277.6214	79.19024
E10	8.27	1.97	0.69	3.08	5	2.02	4.29	0.70	0.40	0.20	1.56	0.27	1.73	1539	-78.914335	-6.584554	1611	18.6755	12.89367	87.23726	67.37819	25.788	11.008	14.78	19.43267	17.90533	19.49867	17.90533	650	152	9	72.61801	331	48	295	48	209.1484	346.3311	747.3891	0.0104112	384.0286	269.6073	84.21929
E11	7.48	1.96	0.31	1.76	5	0.91	3.84	0.83	0.70	0.31	0.85	0.22	1.18	1538	-78.919397	-6.583492	1815	17.82883	12.68607	87.39439	56.87937	24.46	10.34	14.52	18.42867	17.11933	18.47267	17.11933	752	146	12	59.13218	335	62	294	62	193.1024	331.067	771.3967	0.040452	381.7028	281.0131	72.6124
E12	8.29	1.74	0.62	2.52	6	2.27	4.26	0.49	0.56	0.35	0.99	0.25	1.19	1746	-78.917997	-6.570352	1871	17.59983	12.87833	88.15945	98.1383	24.608	10	14.608	18.158	18.96133	18.19667	16.96133	807	152	15	55.33068	348	74	3102	74	197.513	339.3027	751.5106	0.043942	379.7029	281.0131	83.13709
E13	8.89	1.76	0.57	2.88	5	2.02	4.29	0.93	0.89	0.41	0.16	0.16	1.32	1770	-78.916242	-6.570364	1858	17.70517	12.885	88.07083	54.01591	24.74	10.112	14.628	18.28733	17.05867	18.33933	17.05867	757	152	13	59.3593	339	67	302	67	198.0815	335.9941	783.7737	0.0419758	381.0433	282.9424	80.96912
E14	7.31	1.65	0.56	2.62	6	2.43	4.56	0.80	0.44	0.41	1.04	0.39	1.18	1786	-78.910454	-6.569829	1724	18.24617	12.675	87.31744	61.22556	25.26	10.744	14.516	18.91133	17.51467	18.96667	17.51467	682	147	9	66.76409	338	51	287	51	197.545	341.154	784.6673	0.040788	374.2282	284.5795	72.37255
E15	8.31	1.79	0.47	1.92	4	1.41	4.65	0.76	0.59	0.32	0.57	0.25	1.29	1788	-78.919329	-6.569774	2103	16.7245	12.68607	87.63982	46.75537	23.728	9.248	14.48	17.16733	16.11467	17.19933	16.11467	775	141	15	54.00093	338	70	295	70	193.1024	331.067	825.3109	0.045235	380.781	288.125	76.77753
E16	7.54	1.31	0.62	2.02	4	1.21	4.58	0.75	0.45	0.39	0.81	0.17	1.21	1796	-78.914919	-6.569237	1900	17.49983	12.70433	87.71288	51.96138	24.5	10.016	14.484	18.03533	16.83	18.062	16.83	814	145	16	53.46431	340	73	309	73	193.1024	341.9378	716.5979	0.040811	378.0149	280.6545	80.26939
E17	7.35	1.81	0.56	2.15	4	1.48	4.64	0.71	0.44	0.41	0.92	0.38	1.12	1812	-78.914308	-6.569814	1882	17.165	12.79533	88.34115	98.1373	24.016	0.532	14.484	18.722	18.48067	17.866	16.48067	817	170	22	60.75997	383	89	346	89	200.741	344.4105	784.8329	0.0993381	357.3002	298.2879	86.22958
E18	7.46	1.14	0.44	2.06	4	1.29	4.59	0.80	0.73	0.41	0.86	0.12	1.24	1756	-78.919397	-6.569829	1815	17.82883	12.68607	87.39439	56.87937	24.46	10.34	14.52	18.42867	17.11933	18.47267	17.11933	752	146	12	59.13218	335	62	294	62	193.1024	331.067	771.3967	0.040452	381.7028	281.0131	72.6124
E19	8.20	1.55	0.17	2.15	4	1.42	5.29	0.85	0.67	0.42	0.85	0.13	1.27	1802	-78.917625	-6.567528	1776	17.808	12.88667	88.04774	58.61226	24.796	10.14	14.636	18.46733	17.12667	18.514	17.12667	773	158	11	66.41407	349	58	314	58	196.7558	335.8647	760.4009	0.0501487	386.5509	277.6214	79.19024
E20	8.02	2.05	0.73	2.23	5	2.04	3.52	1.05	0.73	0.48	1.19	0.24	1.43	1819	-78.919353	-6.569818	1611	18.6755	12.89367	87.23726	67.37819	25.788	11.008	14.78	19.43267	17.90533	19.49867	17.90533	650	152	9	72.61801	331	48	295	48	209.1484	346.3311	747.3891	0.0104112	384.0286	269.6073	84.21929
E21	7.91	1.53	0.59	2.24	5	1.36	5.18	0.82	0.62	0.37	0.88	0.17	1.31	1818	-78.909487	-6.569737	1815	17.82883	12.68607	87.39439	56.87937	24.46	10.34	14.52	18.42867	17.11933	18.47267	17.11933	752	146	12	59.13218	335	62	294	62	193.1024	331.067	771.3967	0.040452	381.7028	281.0131	72.6124
E22	8.32	1.88	0.63	2.10	5	1.55	4.39	0.95	0.63	0.42	1.16	0.24	1.46	1822	-78.909489	-6.569727	1871	17.59983	12.87833	88.15945	98.1383	24.608	10	14.608	18.158	18.96133	18.19667	16.96133	807	152	15	55.33068	348	74	3102	74	197.513	339.3027	751.5106	0.043942	379.7029	281.0131	83.13709
E23	7.91	1.65	0.55	2.49	4	1.57	4.78	0.86	0.69	0.47	0.95	0.19	1.25	1783	-78.912111	-6.567596	1858	17.70517	12.885	88.07083	54.01591	24.74	10.112	14.628	18.28733	17.05867	18.33933	17.05867	757	152	13	59.3593	339	67	302	67	198.0815	335.9941	783.7737	0.0419758	381.0433	282.9424	80.96912
E24	8.34	1.71	0.61	2.50	4	1.37	4.87	0.90	0.70	0.44	0.76	0.20	1.28	1798	-78.919397	-6.567624	1724	18.24617	12.675	87.31744	61.22556	25.26	10.744	14.516	18.91133	17.51467	18.96667	17.51467	682	147	9	66.76409	338	51	287	51	197.545	341.154	784.6673	0.040788	374.2282	284.5795	72.37255
E25	8.59	1.79	0.58	3.01	6	1.83	4.88	0.90	0.71	0.46	1.18	0.38	1.36	1776	-78.916201	-6.569841	2103	16.7245	12.68607	87.63982	46.75537	23.728	9.248	14.48	17.16733	16.11467	17.19933	16.11467	775	141	15	54.00093	338	70	295	70	193.1024	331.067	825.3109	0.045235	380.781	288.125	76.77753
E26	8.29	1.13	0.46	2.08	4	1.23	4.63	0.80	0.73	0.41	0.86	0.12	1.24	1756	-78.919397	-6.569829	1815	17.82883	12.68607	87.39439	56.87937	24.46	10.34	14.52	18.42867	17.11933	18.47267	17.11933	752	146	12	59.13218	335	62	294	62	193.1024	331.067	771.3967	0.040452	381.7028	281.0131	72.6124
E27	8.16	1.87	0.55	2.52	6	1.43	4.38																																				

Figura 21

Gráficas de la prueba de normalidad para los caracteres de fruto de T. spinosa

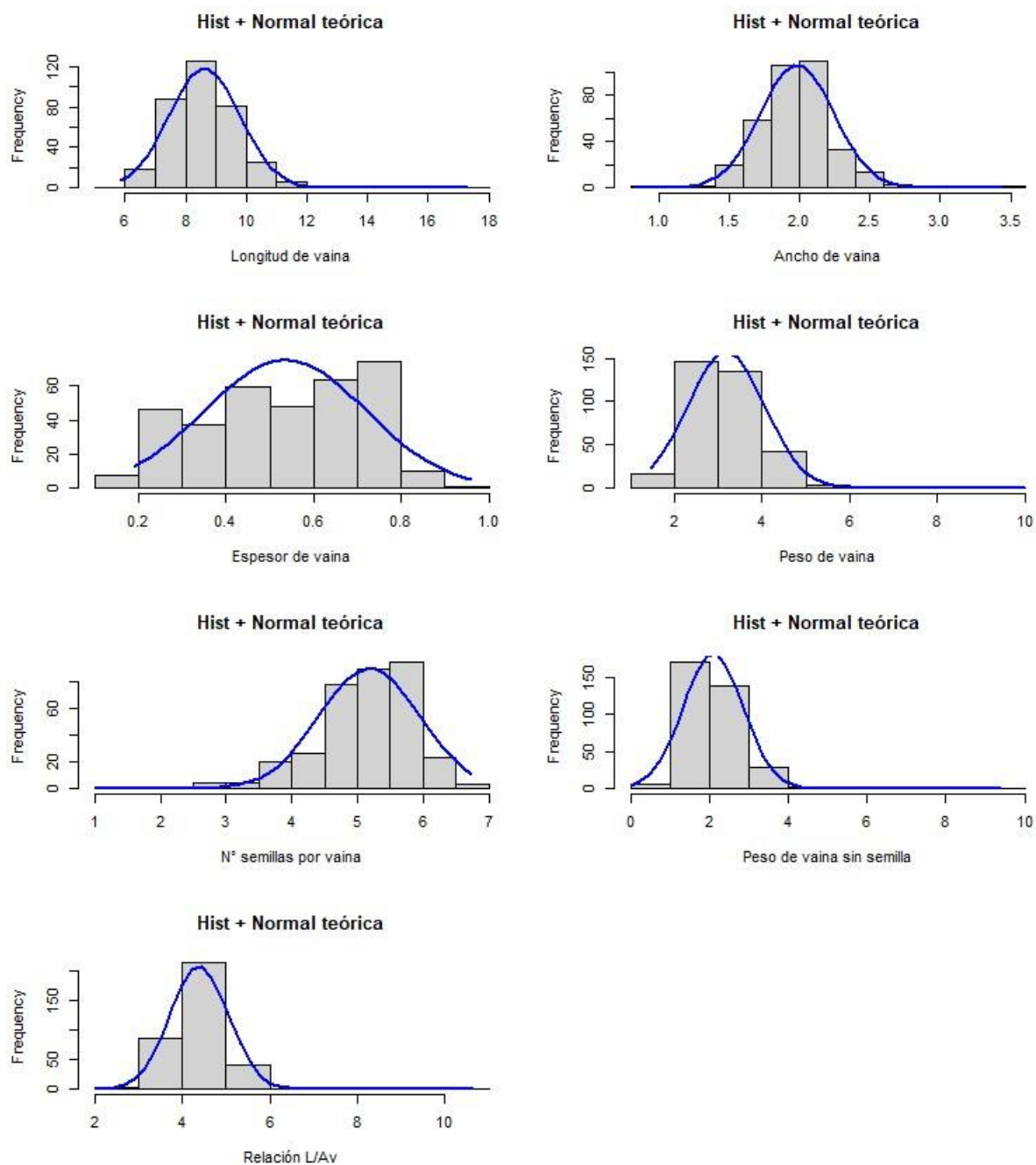
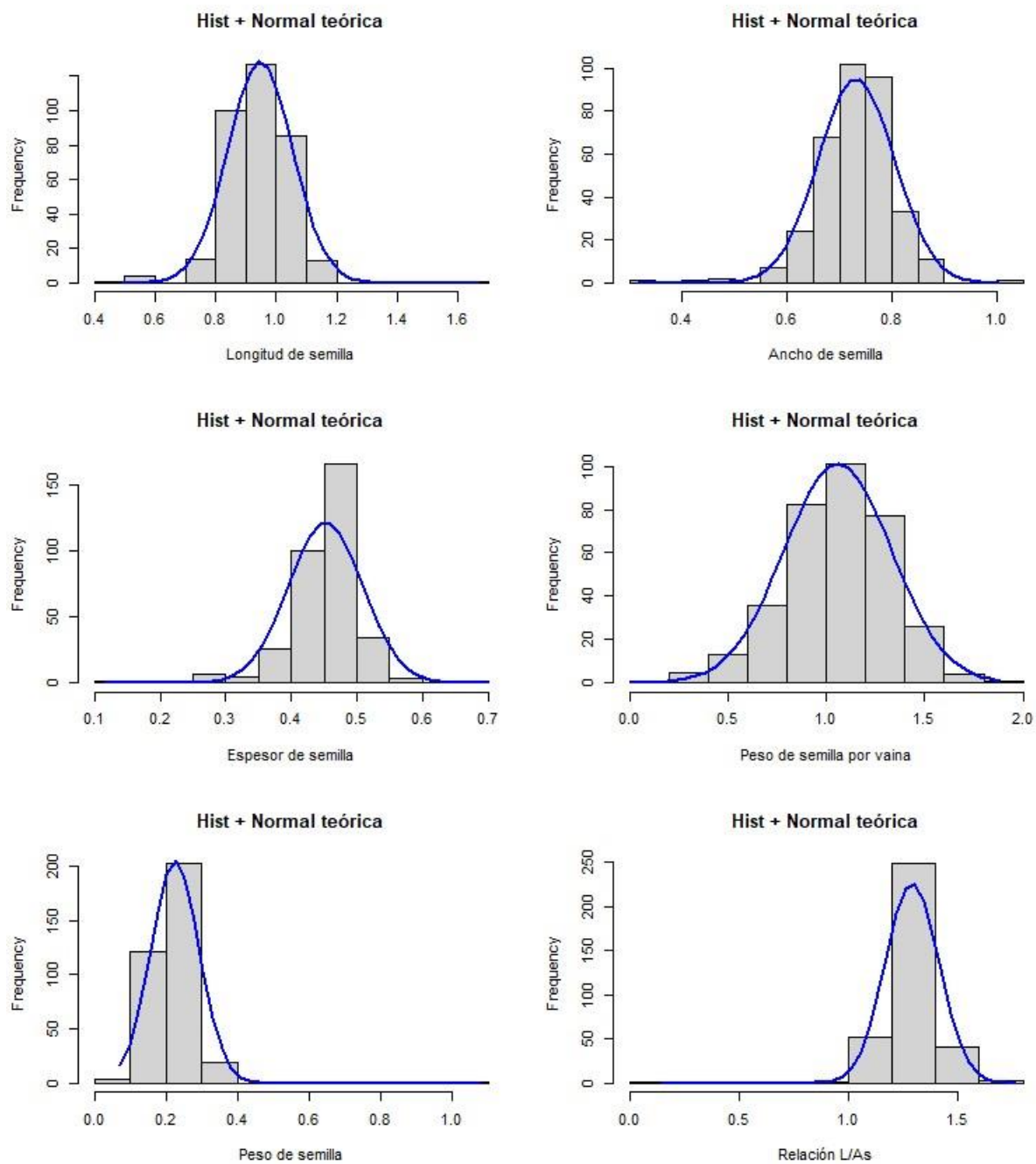


Figura 22

Graficas de la prueba de normalidad para los caracteres de semilla de T. spinosa



Anexo 2. Panel fotográfico

Figura 23

En la zona reservada Chancay Baños donde se realizó la colecta de muestras



Figura 24

Recolección de vainas de T. spinosa



Figura 25

Toma de coordenadas con GPS



Figura 26

*Pesado de vainas de *T. spinosa* en balanza analítica*



Figura 27

Medición de vaina de T. spinosa con vernier digital



Figura 28

Peso de una semilla en la balanza analítica



Figura 29

Peso de las semillas de una vaina



Figura 30

Medición de una semilla



Figura 31

Separación para peso de semillas por vaina



10. Morfotipo blanca
Figura 33

Morfotipo roja



Figura 32

Morfotipo blanca



Figura 34

Morfotipo Titán

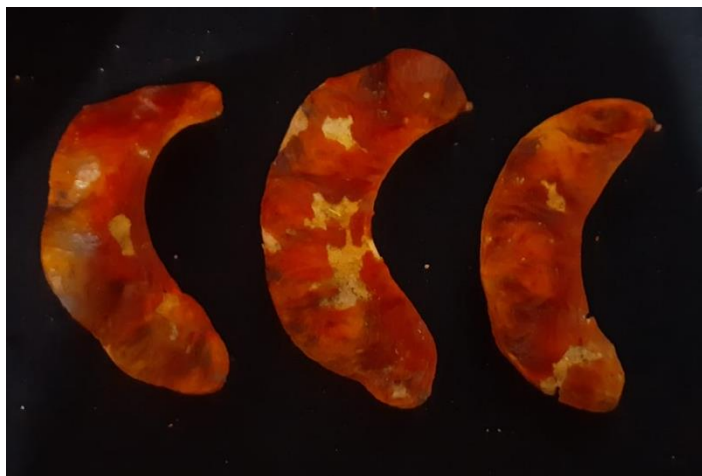


Figura 35

Morfotipo Jancos



Figura 32

Morfotipo Ista

