

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

AUTOR

Bach. Kelly Medaly Campos Cigüeñas

ASESOR

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez

COASESOR

M. Sc. Pacífico Muñoz Chávarry

M. Sc. JIM J. VILLEN A VELÁSQUEZ
DOCENTE - UNACH

MSc. Pacífico Muñoz Chávarry

CHOTA - PERÚ

Octubre, 2025



Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería

Forestal y Ambiental

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 251-2025-FCA/UNACH

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación 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 “**Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose**”; ejecutado por la Bachiller **Kelly Medaly Campos Cigüeñas** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por el Dr. Jim Jairo Villena Velásquez (Asesor)**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 12%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.




Chota, 01 de diciembre de 2025.

Atentamente

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez
Unidad de Investigación de EPIFA -
UNACH

Kelly Medaly Campos Cigüeñas

KELLY MEDALY CAMPOS CIGUËNÁS

-  KELLY MEDALY CAMPOS CIGUËNÁS
-  Kelly Sigueñas
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3426744855

Fecha de entrega

28 nov 2025, 6:54 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 nov 2025, 7:12 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

KELLY_MEDALY_CAMPOS_CIGU_EN_AS.docx

Tamaño del archivo

8.3 MB

90 páginas

16.386 palabras

88.078 caracteres




12% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

- 11% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 5% 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	5%
2	Internet	repositorio.unach.edu.pe	1%
3	Internet	hdl.handle.net	<1%
4	Internet	www.coursehero.com	<1%
5	Internet	1library.co	<1%
6	Internet	www.researchgate.net	<1%
7	Internet	www.scielo.org.pe	<1%
8	Trabajos del estudiante	ueb	<1%
9	Trabajos del estudiante	University of La Guajira	<1%
10	Internet	raaot.org.ar	<1%
11	Internet	repositorio.upao.edu.pe	<1%

12 Trabajos del estudiante
Deerfield High School <1%

13 Internet
www.lillo.org.ar <1%

14 Internet
www.scielo.org.ar <1%

15 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD <1%

16 Internet
www.xlstat.com <1%

17 Internet
repositorio.uct.edu.pe <1%

18 Internet
repositorio.uwiener.edu.pe <1%

19 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de Trujillo <1%

20 Internet
repositorio.ups.edu.pe <1%

21 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional Autonoma de Chota <1%

22 Internet
repositorio.unap.edu.pe <1%

23 Internet
www2.mdpi.com <1%

24 Trabajos del estudiante
Universidad San Francisco de Quito <1%

25 Internet
repositorio.unsa.edu.pe <1%

26	Internet	brazilianjournals.com	<1%
27	Internet	repositorio.unid.edu.pe	<1%
28	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
29	Publicación	Virginia Gabriela Aguilera Cervantes, Antonio López-Espinoza, Alma Gabriela Mar...	<1%
30	Internet	ag.purdue.edu	<1%
31	Internet	prgaprogram.org	<1%
32	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
33	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
34	Internet	vsip.info	<1%
35	Internet	www.slideshare.net	<1%
36	Internet	www.uanl.mx	<1%



Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 047-2025-FCA

Siendo las 10 am horas, del día 21 de octubre del 2025 los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose”, integrado por:

1 Mtr. Denisse Milagros Alva MendozaPresidente

2 Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón Secretario

3 M.Sc. James Alexander Chamaya Gonzáles..... Vocal

Sustentada de manera presencial por la Bach. Kelly Medaly Campos Cigüeñas, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda aprobar, la tesis, calificándola con la nota de: **catorce (14)**, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional

Colpa Matara, 21 de octubre del 2025


.....
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
Presidente


.....
Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón
Secretario


.....
M.Sc. James Alexander Chamaya Gonzáles
Vocal


.....
Dr. Jim Jairo Villena Velásquez
Asesor


.....
M.Sc. Pacífico Muñoz Chavarry
Coasesor

Dedicatoria

A mi amada familia, pilar fundamental en mi vida, por su apoyo incondicional y amor inagotable. A mis padres, Nicolás Campos Burgos y Lucy Amelia Cigüeñas Vásquez, por ser mi guía espiritual y por inculcarme valores invaluableles que han moldeado mi carácter y mi visión del mundo. A mis hermanos, Yover Elian y Dayron Nicolás Campos Cigüeñas, por su compañerismo y aliento constante. Y a mi querida abuelita, Manuela Burgos Bautista, por su amor incondicional y por ser un ejemplo de perseverancia.

Al Ing. Kelvin Roani Tafur Fustamante, mi más sincero agradecimiento por su invaluable mentoría. Sus enseñanzas han sido la brújula que me ha permitido llegar a cumplir mis objetivos. Su ejemplo de dedicación y pasión por seguir adelante me ha inspirado a perseguir mis sueños con determinación y tenacidad. Gracias por el apoyo brindado día a día en el transcurso de mi carrera universitaria.

Agradecimiento

El principal agradecimiento a Dios por brindarme la vida, darme salud y por permitirme llegar hasta donde estoy ahora.

A mis padres por ser mi fortaleza eterna y los que mantienen vivas mis ganas de seguir luchando. Gracias por su apoyo, por siempre estar a mi lado y por todos sus consejos, que me inspiraron a seguir adelante. Esta tesis es un homenaje a su legado y a mi admiración eterna por ustedes. Gracias por ser los padres más excelentes del mundo.

A mi asesor de tesis el M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez, gracias por siempre estar dispuesto a brindarme su ayuda, por sus consejos y orientación; gracias por ser un mentor excepcional.

A mi coasesor el M. Sc Pacifico Muñoz Chávarry que de una u otra manera ha contribuido en el desarrollo de esta tesis, infinitamente gracias.

Índice de contenido

	Pág.
CAPÍTULO I	12
INTRODUCCIÓN	12
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Formulación del problema	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problema específico	13
1.3 Justificación.....	14
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo general.....	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	15
CAPÍTULO II	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1 Antecedentes	16
2.2 Bases teórico – científicas	22
2.2.1 <i>Caracterización morfológica</i>	22
2.2.2 <i>Origen de la T. spinosa</i>	22
2.2.3 <i>Zonas de vida donde se desarrolla la T. spinosa</i>	23
2.2.4 <i>Fruto</i>	24
2.2.5 <i>Semilla</i>	24
2.2.6 <i>Características de morfotipo de T. spinosa</i>	25
2.2.7 <i>Factores climáticos</i>	29
2.2.8 <i>Influencia del clima en frutos y semillas</i>	29
2.3 Marco conceptual.....	30
2.4 Hipótesis	32
2.5 Operación de variables	33
2.5.1 <i>Variables e indicadores</i>	33
CAPÍTULO III.....	34
MARCO TEÓRICO	34
3.1 Tipo y nivel de investigación	34
3.1.1 <i>Tipo de investigación</i>	34
3.1.2 <i>Nivel de investigación</i>	34
3.2 Diseño de investigación	34
3.3 Métodos de investigación	34
3.3.1 <i>Identificación de morfotipos</i>	34

3.3.2	<i>Colecta del material vegetativo</i>	35
3.3.3	Caracteres morfométricos de frutos y semillas de morfotipos de <i>T. spinosa</i>	36
3.3.4	Obtención de la data climática.....	37
3.4	Población, muestra y muestreo	37
3.4.1	Población	37
3.4.2	Muestra.....	37
3.4.3	Muestreo	37
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	38
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos.....	38
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	38
3.6.1	Análisis estadístico	39
3.7	Aspectos éticos	39
CAPÍTULO IV.....		41
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		41
4.1	Resultados del estudio	41
4.1.1	Analizar las variaciones morfométricas de fruto y semilla de los tres morfotipos Blanca, Jancos y Roja de <i>T. spinosa</i>	41
4.1.2	Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos Blanca, Jancos y Roja de <i>T. spinosa</i>	42
4.2	Contrastación de hipótesis.....	51
4.3	Discusión de los resultados	53
CAPÍTULO V.....		56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		56
CAPÍTULO VI.....		58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		58
REFERENCIAS.....		58
CAPÍTULO VII.....		¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....		66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Zonas de vida, precipitación y biotemperatura de la <i>T. spinosa</i> ; según el diagrama de Holdridge	23
Tabla 2 Operacionalización de variables	33
Tabla 3 Caracteres morfométricos de <i>T. spinosa</i>	36
Tabla 4 Valores promedios de los tres caracteres morfométricos Blanca, Jancos y Roja	42
Tabla 5 Componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Blanca.....	45
Tabla 6 Componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas de <i>T. spinosa</i> del morfotipo Jancos	48
Tabla 7 Componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Roja	51
Tabla 8 Correlación global de factores climáticos sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de <i>T. spinosa</i>	52
Tabla 9 Descripción de los morfotipos de <i>T. spinosa</i>	66
Tabla 10 Correlación entre factores climáticos y caracteres morfométricos de morfotipos de <i>T. spinosa</i>	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Partes del fruto de la subfamilia Caesalpinioideae.....	24
Figura 2	Partes de la semilla de la subfamilia Caesalpinioideae	25
Figura 3	Vaina y semilla morfotipo Blanca	26
Figura 4	Semilla de morfotipo Blanca	26
Figura 5	Vaina y semilla morfotipo Jancos.....	27
Figura 6	Semilla de morfotipo Jancos.....	27
Figura 7	Vaina y semilla morfotipo Roja.....	28
Figura 8	Semilla de morfotipo Roja.....	28
Figura 9	Correlación de los factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo blanca.....	43
Figura 10	Biplot del análisis de componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Blanca.	44
Figura 11	Correlación de los factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Jancos.....	46
Figura 12	Biplot del análisis de componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas de <i>T. spinosa</i> del morfotipo Jancos.....	47
Figura 13	Correlación de los factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Roja.....	49
Figura 14	Biplot del análisis de componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Roja.....	50
Figura 15	Prueba de distribución de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las	70
Figura 16	Distribución normal de los datos cuantitativos de la semilla de “ <i>T. spinosa</i> ”, donde las barras se distribuyen de forma simétrica respecto al valor medio.....	71
Figura 17	Mapa de ubicación de las provincias de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i>	72
Figura 18	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Cajamarca.	73
Figura 19	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Cajabamba.	74
Figura 20	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de San Marcos.	75
Figura 21	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Celendin.....	76
Figura 22	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Contumazá.	77
Figura 23	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de San Pablo.....	78
Figura 24	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Santa Cruz.	79
Figura 25	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Chota.	80
Figura 26	Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de <i>T. spinosa</i> en la provincia de Huagayoc.....	81
Figura 27	Recolección de morfotipos <i>T. spinosa</i>	83
Figura 28	Recolección de morfotipos <i>T. spinosa</i>	83
Figura 29	Medición de vaina y semilla del morfotipo Blanca de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	84

Figura 30 Medición del largo de la vaina del morfotipo Blanca de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	84
Figura 31 Numero de semilla por vaina del morfotipo Blanca de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	85
Figura 32 Peso de la semilla por vaina del morfotipo Blanca de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	85
Figura 33 Medición del espesor de la semilla del morfotipo Blanca de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	86
Figura 34 Medición del espesor de la vaina del morfotipo Jancos de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	86
Figura 35 Peso de la vaina del morfotipo Jancos de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	87
Figura 36 Medición del ancho de la vaina del morfotipo Jancos de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	87
Figura 37 Medición de vaina y semilla del morfotipo Roja de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	88
Figura 38 Peso de vaina sin semilla del morfotipo Roja de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	88
Figura 39 Peso de la semilla por vaina del morfotipo Roja de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	89
Figura 40 Peso de la semilla del morfotipo Roja de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	89
Figura 41 Medición del largo de la semilla del morfotipo Roja de <i>T. spinosa</i> de acuerdo a los caracteres morfométricos.....	90

RESUMEN

El presente estudio se evaluó la influencia de los factores climáticos en las características del fruto y las semillas de tres morfotipos de *Tara spinosa* (Blanca, Jancos y Roja). La investigación, de tipo cuantitativo descriptivo, midió variables como largo, ancho y espesor de vaina y semilla, peso de vaina con y sin semillas, número de semillas por vaina, y peso por semilla. Los resultados de correlación revelaron una variabilidad en la relación entre los factores climáticos y los caracteres morfométricos del fruto y semilla de los tres morfotipos. Se encontró que los morfotipos de *T. spinosa* presentaron características morfométricas distintivas. El morfotipo Roja sobresalió por su alta densidad de semillas por vaina, mientras que el morfotipo Blanca se caracterizó por semillas de mayor ancho. El morfotipo Jancos, por su parte, mostró vainas con una relación largo/ancho significativamente más elevada. El morfotipo Blanca presentó asociaciones moderadas entre $VH_2O - AV$ (0,51), $VVT-AV$ (0,51), VH_2O con EV (0,61), $VVT-EV$ (0,61), por su parte, el morfotipo Jancos alcanzó una gran asociación entre la $T_{min}-L/Av$ (0,86), $VH_2O -ES$ (0,86) y $T_{pro}-NSV$ (0,76), en cambio, el morfotipo Roja alcanzó asociaciones medianas entre $RadS-L/Av$ (0,46), $T_{min}-L/A v$ (0,41) y VH_2O-ES (0,35). En conclusión, se obtuvo que al menos uno de los factores climáticos analizados (temperatura, velocidad del viento, radiación solar o precipitación) tuvieron influencia positiva sobre los caracteres morfométricos del fruto y las semillas de *T. spinosa*.

Palabras clave: Morfotipo, factores climáticos, fruto, semilla.

ABSTRACT

This study evaluated the influence of climatic factors on the characteristics of the fruit and seeds of three morphotypes of *Tara spinosa* (Blanca, Jancos, and Roja). The quantitative descriptive research measured variables such as the length, width, and thickness of the pod and seed, the weight of the pod with and without seeds, the number of seeds per pod, and the weight per seed. The correlation results revealed variability in the relationship between climatic factors and the morphometric characteristics of the fruit and seeds of the three morphotypes. The *T. spinosa* morphotypes were found to have distinctive morphometric characteristics. The Roja morphotype stood out for its high seed density per pod, while the Blanca morphotype was characterized by wider seeds. The Jancos morphotype, on the other hand, showed pods with a significantly higher length/width ratio. The Blanca morphotype showed moderate associations between VH2O - AV (0.51), VVT-AV (0.51), VH2O with EV (0.61), and VVT-EV (0.61), while the Jancos morphotype showed a strong association between Tmin-L/Av (0.86) and VH2O-ES (0.86), and Tpro-NSV (0.76). In contrast, the Roja morphotype achieved medium associations between RadS-L/Av (0.46), Tmin-L/A v (0.41), and VH2O-ES (0.35). In conclusion, it was found that at least one of the climatic factors analyzed (temperature, wind speed, solar radiation, or precipitation) had a positive influence on the morphometric characteristics of the fruit and seeds of *T. spinosa*.

Keywords: Morphotype, climatic factors, fruit, seed.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Tara spinosa (Molina) Britton & Rose es una especie originaria de Perú, siendo domesticada en la costa peruana por 5100 años (Villena, 2021). En las últimas décadas se ha incrementado su producción de 2 750 t en el año 2000 a 22 555 t al año 2019 (Márquez *et al.*, 2020). Esto se debe a que el fruto y semilla se utiliza en la industria de alimentos, de medicina, curtiembre (Sangay y Duponnois, 2018). Estudios recientes han reportado morfotipos de *T. spinosa*, tomando como base de caracterización el fruto y semillas (Villena *et al.*, 2019; Florián, 2020; Horna, 2022), esto no llamaría la atención, puesto que, este órgano es el de mayor interés comercial de esta especie; es así que, Bonilla *et al.* (2016) determinaron que la anchura de la vaina es un buen indicador de peso de fruto de *T. spinosa* en campo.

Los estudios previos por Villena *et al.* (2019); Márquez *et al.* (2020); Boublenza *et al.* (2019) han demostrado que la *T. spinosa* presenta una alta variabilidad morfológica, tanto en sus caracteres vegetativos como reproductivos. Esta variabilidad ha sido atribuida a diversos factores, incluyendo la altitud, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua y las condiciones climáticas. Sin embargo, la influencia específica de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de *T. spinosa* no ha sido estudiada en profundidad.

Dentro de los morfotipos reportados por Villena *et al.* (2019) y Villena (2021), se observan caracteres morfométricos de fruto atípicos, tal es el caso del morfotipo Titán (long máx 21,5 cm, mínima 14 cm y una media de 17,3 cm), gigante (long. máxima de 14,3 cm, mínimo 11 cm y promedio 12,3 cm.), Roja (long. máximo 10,5 cm, mínima 6,5 cm y media 8,62 cm), Blanca (long. máximo 10,1 cm, mínima 7 cm y media 9,66 cm).

Estas características, son importantes, por el hecho que se puede aprovechar con fines de conservación genética, pero sobre todo desde el punto de vista económico, puesto que frutos con mayor longitud y peso genera mejores ingresos monetarios a los productores de *T. spinosa* (Estrada *et al.*, 2024). Sin embargo, no se cuenta con estudio sobre qué factores influyen sobre esta variabilidad de los caracteres morfométricos de frutos de esta especie. Sabiendo qué, los caracteres morfométricos son altamente influenciados por los factores climáticos (Boublenza *et al.*, 2019). En este sentido, la investigación actual buscó conocer la influencia de factores climáticos sobre caracteres morfométricos del fruto y semillas de *T. spinosa*. En la localidad de Chota existe producción de *T. spinosa*, la cual no es aprovechada a pesar de sus múltiples beneficios que aporta a la sociedad por ejemplo en el campo medicinal.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de los factores climáticos sobre caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*?

1.2.2 Problema específico

¿Existen variaciones morfométricas de fruto y semilla de los morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*?

¿Cuáles son los factores climáticos que influye sobre las variaciones morfométricas del fruto de los morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*?

1.3 Justificación

La *T. spinosa*, es un árbol nativo del Perú (Cordero *et al.*, 2024), destacando por ser el principal productor de tara a nivel mundial, lo que convierte a este cultivo en un símbolo emblemático para el país. Sus frutos, ricos en taninos, son insustituibles tanto por sus cualidades técnicas como por su aplicación en la industria de goma (Estrada *et al.*, 2024).

Esta especie es un recurso con un enorme potencial para generar beneficios económicos, ambientales y sociales (Rubio de Casas *et al.*, 2017). Sin embargo, es necesario abordar los desafíos que limitan su desarrollo y aprovechamiento sostenible. Un enfoque integral que combine investigación, fortalecimiento organizacional, promoción del mercado, manejo forestal sostenible e incorporación al valor agregado permitirá a las comunidades locales aprovechar al máximo el potencial de la *T. spinosa* y contribuir al desarrollo sostenible de sus regiones.

La *T. spinosa* es muy conocida en la medicina tradicional, se utiliza para tratar diversas dolencias, entre ellas la artritis reumatoide, la inflamación pulmonar y el dolor, asimismo, exhibe efectos antioxidantes, antiinflamatorios y citotóxicos contra líneas celulares cancerosas (Duarte *et al.*, 2024). También los taninos de *T. spinosa* se emplean en la fabricación de mueblario de cuero, como purificador del vino y como antioxidante en la industria petrolera. Considerada con propiedades antifúngicas, antibacterianas y antisépticas, la *T. spinosa* también se utiliza en agrosilvicultura (Araujo y Salas, 2015).

La *T. spinosa* presenta una alta variabilidad morfológica, tanto en sus partes vegetativas como en sus frutos y semillas. Esta variabilidad ha sido atribuida a diversos factores, incluyendo la genética, las condiciones edáficas y los factores climáticos (Llumitasig *et al.*, 2024). Las condiciones climáticas, como la temperatura, precipitación, radiación solar y humedad, juegan un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Vidaković y Poljak, 2024),

incluyendo *T. spinosa*. Estas variables afectan significativamente los caracteres morfométricos (tamaño, peso, número) del fruto y las semillas, con implicaciones directas en la producción y calidad del tanino (Murga *et al.*, 2023).

En el departamento de Cajamarca, Perú, donde *T. spinosa* es abundante, se han realizado pocos estudios sobre las características morfométricas de sus frutos y semillas. Esta investigación busca determinar los parámetros morfométricos y la influencia de las condiciones climáticas en frutos y semillas, con el fin de optimizar el uso de esta especie y aprovechar sus beneficios. Este estudio se basa en investigaciones previas sobre características morfométricas de frutos y semillas de *T. spinosa* influenciadas por factores climáticos, y busca comprender el proceso de adaptación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantaciones en diferentes tipos de suelo en el territorio peruano.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*.

1.4.2 Objetivos específicos

Analizar las variaciones morfométricas de fruto y semilla de los morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*.

Identificar qué factor climático influye sobre las variaciones morfométricas del fruto de los morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Bazongo *et al.* (2024) en Burkina Faso (África), exploraron la diversidad morfológica y bioquímica de los frutos y semillas de *Balanites aegyptiaca* en función de seis formas distintas. Mediante análisis morfométricos y métodos fisicoquímicos estandarizados (AOAC, AOCS, IUPAC), junto con LC-MS/MS e ICP-OES, se cuantificaron 17 ácidos grasos, 18 aminoácidos y 23 minerales. Los resultados revelaron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre las formas en dimensiones y peso de los frutos, así como en la composición bioquímica. La forma BSH destacó por su mayor contenido de grasa cruda ($48.9 \pm 0.1\%$) y valor energético ($630.7 \pm 0.03\%$), mientras que BLS presentó el perfil menos favorable. En conclusión, la marcada variabilidad identificada subraya el potencial para la selección y mejora de *B. aegyptiaca* con fines de producción industrial y mejoramiento genético.

Alle *et al.* (2024) caracterizaron la morfología de frutos y semillas de *Ziziphus* spp. en Etiopía (África), crucial para programas de mejoramiento genético enfocados en la resistencia a plagas y enfermedades. Para ello, recolectaron datos biométricos de frutos (largo, ancho, peso, madurez) y semillas (largo, ancho, peso de 100 semillas) en tres usos de la tierra: cultivo, huertos y bordes de carretera. Los resultados revelaron variaciones significativas entre poblaciones, destacando el distrito de Bosset con los mayores promedios en longitud (16 mm), ancho (18 mm) y peso (28 g) de fruto, así como ancho de semilla (6 mm). Se encontraron correlaciones positivas significativas entre las dimensiones del fruto ($r = 0.78$) y entre el peso del fruto y su ancho ($r = 0.65$). En conclusión, la superioridad morfológica observada en Bosset sugiere su potencial como fuente de material genético valioso para mejorar la resistencia en futuras variedades.

Gwokyalya *et al.* (2024) analizaron la diversidad genética y morfológica en los distritos de Kayunga y Luwero (África). Para alcanzar este objetivo, se caracterizaron 100 aislados mediante 16 marcadores morfológicos y 10 microsatélites. Los análisis morfológicos revelaron una variabilidad significativa en la altura del árbol (CV=20%), DAP (CV=41%) y diámetro de copa (CV=33%), así como en rasgos cualitativos. A nivel genético, se identificaron entre dos y cinco alelos por locus microsatélite, con una heterocigosidad observada promedio de 0.71. El AMOVA indicó que el 81% de la variación residía dentro de los árboles. Sorprendentemente, no se encontró diferenciación genética significativa entre las poblaciones de Kayunga y Luwero ($F_{st} = 0.003$), sugiriendo un alto flujo génico ($Nm = 88.72$). En conclusión, si bien se constató una considerable variabilidad genética y morfológica dentro de las poblaciones de yaca, lo que ofrece potencial para programas de mejora y conservación, la selección basada únicamente en características morfológicas podría ser imprecisa dada la falta de correlación con la diversidad genética.

Kisepa *et al.* (2024) en África, evaluaron la diversidad a través de características morfológicas y compararon la producción de frutos entre los morfotipos identificados. La metodología empleada incluyó un censo de plantas y la descripción cualitativa de sus rasgos, lo que permitió distinguir tres morfotipos principales: 'elíptica', 'oblonga' y 'obovada', basados fundamentalmente en la forma de sus hojas. El análisis cuantitativo (ANOVA) reveló diferencias significativas ($p < 0,05$ para sitios y $p < 0,01$ para morfotipos) en altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas y hojas, área foliar y número de frutos. En general, el morfotipo 'elíptica', presente en el sitio de Sikhlasenkosi, demostró consistentemente los valores más altos en altura (34,45 cm), número de hojas (36), número de ramas (4) y producción de frutos (5 por tallo), sugiriendo una correlación positiva ($CC = 0,8$) entre el vigor vegetativo y la fructificación. En conclusión, la investigación evidenció una considerable variabilidad morfológica y en la producción de frutos dentro y entre las poblaciones de *Salacia*

kraussii destacando el potencial del morfotipo 'elíptica' para futuros estudios de selección y aprovechamiento.

García *et al.* (2022) en México evaluaron los caracteres morfométricos y anatómicos de frutos y semillas de una población de *Prosopis laevigata* (*Fabaceae*) se recolectaron frutos y semillas de diferentes árboles de *P. laevigata* en el estado de Jalisco, México. Se utilizaron técnicas de microscopía óptica y electrónica para analizar la forma, tamaño, color y estructura de los frutos y semillas. Los resultados revelaron que los frutos de *P. laevigata* son vainas planas, semi-curvadas, con bordes ondulados y una longitud promedio de 15.14 cm. Cada fruto contiene un promedio de 8,7 semillas, las cuales son ovoides, comprimidas, con testa dura y brillante. El peso fresco promedio de las semillas es de 0.41 g y tienen un grosor de 1.86 mm. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas en la longitud y ancho de las semillas entre los diferentes árboles muestreados. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en otros caracteres morfométricos de frutos y semillas.

Xia *et al.* (2022) evaluaron si el clima impulsa patrones de rasgos de semillas en especies de *Quercus* en toda China, recolectaron frutos maduros de 19 especies de *Quercus* de tres grupos de especies. Los resultados muestran una fuerte correlación entre el clima y las características de las semillas, lo que concuerda con la hipótesis de que la pérdida de semillas inducida por la sequía es mínima. La sensibilidad relativa de las semillas a la sequía (que se reconoce como un factor importante para reducir el riesgo de pérdida de semillas inducida por la sequía) fue independiente del clima para todas las especies de *Quercus*. Esto implica que la gama de estrategias utilizadas para reducir el riesgo de sequía en semillas sensibles a la sequía es más diversa de lo que se reconoce.

Murga-Orrillo *et al.* (2023) evaluaron el efecto altitudinal y edafoclimático sobre la producción de vainas de tara en agroforestería y remanentes naturales en Cajamarca, Perú. Instalaron 31

parcelas se agruparon en dos ambientes, en cada parcela se recolectaron cinco submuestras de suelo de 1 kg a una profundidad de 0 a 40 cm. Por cada aumento de 1 °C en la temperatura, el largo y ancho de la vaina disminuyeron en 2,1 y 0,62 mm, y de la semilla en 0,17 y 0,12 mm en el ambiente agroforestal; de igual modo, los pesos de vainas, valvas, semillas y gomas se redujeron en 23,9; 10,9; 13 y 2,3 g en el ambiente agroforestal, y 22,3; 13, 9,3 y 2,1 g en el ambiente natural. El aumento del tamaño de las vainas y semillas y del peso de las vainas, válvulas, semillas y tubérculos se asoció a mayores concentraciones de CaCO₃ en el suelo en condiciones naturales y a mayores concentraciones de P y B en condiciones de bosque alto palustre. Un mayor contenido de Fe en el suelo se asoció con un mayor peso de las plántulas/válvulas en condiciones naturales y agroforestales. La respuesta efectiva de las plántulas fue mayor en condiciones agroforestales que en condiciones naturales en términos de peso y número de semillas.

Florián (2020) evaluó las características cualitativas y cuantitativas de 61 entradas de *T. spinosa* del valle de Cajamarca, abarcando los distritos de Cajamarca, Baños del Inca, Llacanora y Jesús. Con diez descriptores morfológicos permitió discriminar tres grupos o morfotipos: Roja, Ista y Blanca. Los tamaños de la vaina y la semilla de los morfotipos identificados fueron similares a los informados el material se obtuvo previamente en la zona.

Villena *et al.* (2019) tuvo como objetivo evaluar la variabilidad morfológica de la *T. spinosa*, en bosques naturales de nueve provincias de Cajamarca, Perú. Indicó que no existen caracteres distintos en las plantas, flores, tallos y hojas; por consiguiente, la caracterización se centró en el fruto (vainas) y las semillas. Las características más importantes que distinguen los tipos morfológicos son la posición de las fibras, la forma de las semillas, la relación entre la longitud y la anchura de la vaina, el color de las vainas en relación con la luz solar, el aspecto de la superficie de las vainas, la presencia o ausencia de pelos glandulares en las vainas, el peso de

las semillas y la relación entre la longitud y la anchura de las semillas. Las cuales ayudaron a identificar siete morfologías en la región Cajamarca: Gigante de Contumazá, Cajamarca y Chota, Blanca y Roja en las nueve provincias, la provincia de Celendín “Crecer o Barba”, morfotipo “Jancos” en las provincias de Cajamarca, Santa Cruz y San Pablo, Globosa y Semilla pequeña en la provincia de Cajamarca.

Rubio de Casas *et al.* (2017) evaluaron si la latencia de las semillas aporta beneficios ecológicos al permitir que la vegetación se adapte a las estaciones de crecimiento favorables. Este modelo general se puso a prueba utilizando un marco filogenético en un conjunto de datos de >216 000 observaciones de *Fabaceae* de todo el mundo, que abarca tres clases de tamaño de semillas, incluidas e incluye semillas tanto latentes como no latentes. Los resultados fueron que las semillas no latentes solo pueden evolucionar en climas con largas temporadas de crecimiento y/o en linajes que producen semillas más grandes. Por el contrario, la latencia debería ser evolutivamente estable en linajes templadas con semillas pequeñas. Cuando la temporada favorable es efímera, la latencia de las semillas es la única estrategia de adaptación.

Bonilla *et al.* (2016) ejecutaron el análisis de variables morfométricas de frutos de *T. spinosa* provenientes de Yauyos y Ayacucho, con el fin de determinar las propiedades agromorfológicas de interés, para los cual analizaron diez variables de frutos y semillas de Yauyos y Ayacucho, de los cuales se obtuvo la media de 220 resultados evaluados. Obtuvieron que el número de semillas por fruto es de seis, por lo que este número puede mostrarse como un rasgo de especie; además, encontró una correlación entre el peso del fruto y ancho de la vaina, esta última es una buena estimación del peso del fruto; por lo tanto, será una variable de morfología para distinguir los frutos más pesados en campo.

Linares (2014) estudió la diversidad genética de individuos de poblaciones silvestres de *T. spinosa*, por medio de análisis de patrones electroforéticos de proteínas seminales, encontrando

que los individuos de Ayacucho, Tarma y Cajamarca, presentaban algún grado de consanguinidad entre individuos; no obstante, observó que todos los individuos de Cajamarca estaban presentes en al menos una población mayor; por lo tanto, una cierta tendencia a pensar que las poblaciones de las que se tomaron estas muestras estarán genéticamente estrechamente relacionadas.

Orihuela (2014) ejecutó la evaluación de la diversidad genética de tres poblaciones de *T. spinosa* procedentes de Cajamarca, Junín y Ayacucho. Encontró que la población ayacuchana se caracteriza por ser fructífera y gran longitud, pero poca anchura, asimismo presenta semillas de mayor diámetro central; Las poblaciones de Cajamarca presentan frutos de gran ancho y largo, pero de bajo peso; también de las semillas centrales de mayor diámetro pequeño, del mismo, la población de Junín mostró frutos de gran masa, ancho medio y longitud corta además de semillas centrales de mayor diámetro pequeño. Finalmente, las poblaciones de Ayacucho presentaron las mejores características, debido a que su fruto era más largo y pesado, y sus semillas las de mayor diámetro, lo que podría traducirse en mayores rendimientos para la extracción de tanino y goma.

Wahbi *et al.* (2013) realizaron un estudio en el Parque Nacional de Buhdema para investigar la morfología y el rendimiento de semillas de *Acacia tortilis* durante tres años consecutivos: su estudio fue con 250 árboles en cinco parcelas a cinco altitudes en cinco reservas, para evaluar la variación genética basada en parámetros morfológicos y rasgos de rendimiento. Los valores medios de los principales descriptores morfológicos de las vainas fueron los siguientes: el número de semillas antes de la madurez fue de 189,36, el número de semillas después de la madurez fue de 50,625, la pérdida de vainas fue del 85,06%, el número total de semillas fue de 406,11, el peso total de las semillas fue de 14,12 g y el porcentaje de semillas infectadas fue

del 32,72%. El infestado de las semillas está directamente relacionado con el número y pérdida de vainas, número y peso de las semillas ($Pr < 0,0001$).

2.2 Bases teórico – científicas

2.2.1 Caracterización morfológica

La caracterización morfológica de las plantas implica la evaluación de diversos rasgos para evaluar la diversidad genética e identificar genotipos prometedores para los programas de mejoramiento (Evangelista *et al.*, 2022). Los caracteres morfológicos se utilizan para identificar las características taxonómicas de las plantas mediante descriptores específicos, también el análisis de datos es, por tanto, el primer paso en los programas de mejora y conservación de cultivos. Los métodos estadísticos más utilizados para el análisis de datos son la varianza, el coeficiente de variación, la correlación lineal, la selección por pasos y el análisis de componentes principales (Martínez *et al.*, 2005).

2.2.2 Origen de la T. spinosa

El nombre tara y taya deriva de los vocablos Taru y Tala de orígenes quechua y aimara, que denota, el primero, a una característica medicinal de la planta y el segundo a su fruta, siendo originaria del Perú y desde aquí se distribuyó al Sudamérica y fue utilizada desde la época prehispánica en la medicina tradicional, por las culturas Paracas, Chavín, Wari, Nazca e Incas desde aproximadamente 5100 años, siendo su centro de domesticación la Costa peruana (Acho y Perfecto, 2013; Alvarado Ojeda *et al.*, 2013; Villena, 2021).

2.2.3 Zonas de vida donde se desarrolla la *T. spinosa*

Tabla 1

Zonas de vida, precipitación y biotemperatura de la T. spinosa; según el diagrama de Holdridge

Zona de vida	Precipitación	Biotemperatura	Ámbito
Estepa espinosa Montano	250 - 500 mm promedio anual	12°-18 °C	Ocupa toda la zona
Bosque seco	500 - 700 mm de promedio anual	12°-18 °C	Ocupando el sector menor precipitación
Matorral desértico Montano bajo	200 - 250 mm de promedio anual	13°-18 °C	Ocupa el sector de mayor precipitación y en las lomas
Monte espinoso Premontano	350 - 500 mm de promedio anual	18°-20 °C	Ocupa el sector superior de mayor precipitación
Matorral desértico Premontano	250 - 250 mm de promedio anual	18°-21 °C	Ocupando el sector de mayor precipitación y humedad

Nota: Tomado de Holdridge (2019).

Para SERFOR (2022) la *T. spinosa* tiene un amplio rango de tolerancia a la temperatura, desde 0 °C (a una altitud de 3000 metros) y alrededor de 35 °C (en zonas áridas y desérticas); estos extremos se producen a intervalos cortos y son óptimos para cada parte. En las zonas áridas y desérticas, estos extremos se dan a intervalos cortos y son óptimos para cada etapa de la vida vegetal. Las temperaturas entre 15 y 28 °C son adecuadas para el crecimiento de las plantas y para su cultivo.

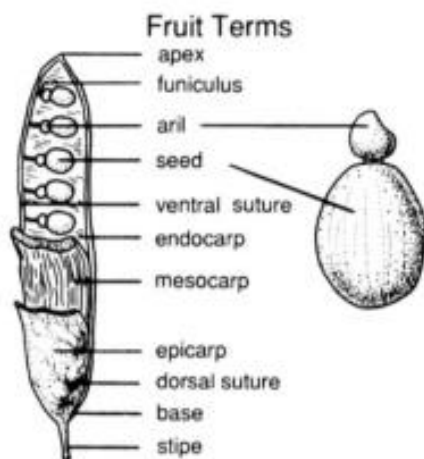
La *T. spinosa* da preferencia a los suelos arenosos, calcáreos, ligeros y sueltos bien drenados; asimismo crece en suelos pedregosos, húmidos, no ligeros (con un alto contenido de arcilla), inadecuados para la agricultura tradicional (Sangay-Tucto y Duponnois, 2018).

2.2.4 Fruto

La *T. spinosa* tiene un fruto de legumbre coriácea, impermeable, de 6-10 cm de largo y 1,5-2,5 cm de anchura, de color naranja-rojizo en su interior se encuentra entre 4 o 8 semillas en la madurez (Villena *et al.*, 2019).

Figura 1

Partes del fruto de la subfamilia Caesalpinioideae



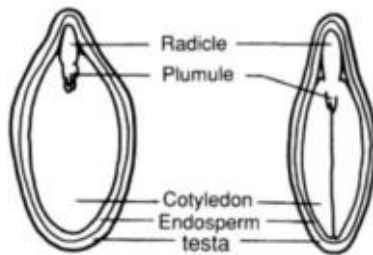
Nota : Tomado de Gunn *et al.* (2004).

2.2.5 Semilla

La semilla consta de tres partes principales: la cubierta seminal es una estructura de protección; el endospermo constituye la reserva de nutrientes y el embrión es el óvulo fecundado. El embrión está formado por la radícula y el germen. El árbol embrionario también incluye el rizoma, los cotiledones y el hipocotilo. Raíces, cotiledones y folíolos. Los folíolos se originan a partir de dipolos y forman protoplastos (primordios) durante el desarrollo. Protoplastos (primordios) que forman plántulas. La especie es monógama, con dos brácteas (raramente hasta tres), alargadas, aplanadas y angulosas en la superficie interna. Las dos brácteas rodean el eje del embrión, y la raíz se extiende desde uno de los extremos exteriores. Se proyecta desde uno de los extremos exteriores (Gunn *et al.*, 2004).

Figura 2

Partes de la semilla de la subfamilia Caesalpinioideae



Nota: Tomado de Gunn et al. (2004).

2.2.6 Características de morfotipo de *T. spinosa*

Villena (2018), se indica los morfotipos como continuación se describe:

A) Morfotipo Blanca

Procedencia: Provincias de Cajamarca, Cajabamba, San Marcos, Celendín, Contumazá, San Pablo, Santa Cruz, Cutervo, Jaén, San Pablo, San Miguel.

Altitud: 1709 a 2340 m s.n.m.

Descripción: Las vainas tienen forma recta o ligeramente parecida a la de un halcón, de apariencia mediana, de color paja o crema lejos del sol (22B), pero los lados expuestos al sol son de color Roja anaranjado (32B) y ambas en su mayoría de color paja a crema. lados de vaina (22B/22B), largo 9,66 cm, ancho 1,73 cm, espesor 5,59 y 0,39 cm, peso de vaina 2,79 g, peso sin semillas 2,13 g y su peso promedio. 5 semillas/vaina. La semilla es globosa, ovalada,

de color marrón grisáceo (199A), con un hilo central, largo 1 cm, ancho 0,65 cm, relación semilla L/A 1,55, espesor 0,40 cm, peso semilla/vaina 0,69 g y peso semilla 0,14 g.

Figura 3

Vaina y semilla morfotipo Blanca

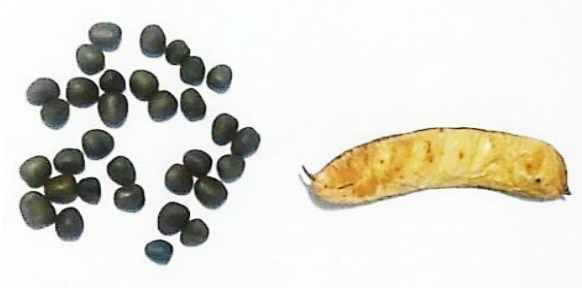


Figura 4

Semilla de morfotipo Blanca



Notae: Tomado de Villena (2018).

B) Morfotipo Jancos

Procedencia: Provincia de Cajamarca, San marcos, Cajamarca, San Pablo, Santa Cruz, Jaén.

Altitud: 1400 a 2142 m s.n.m.

Descripción: La vaina es de forma recta o ligeramente calcárea, la superficie tiene un aspecto mediano, de color Roja anaranjado por ambos lados; también Roja en el lado opuesto al sol y

naranja rojizo en el lado soleado y también color paja o crema en el lado opuesto al sol y el lado expuesto al sol es naranja rojizo (20A/22A), largo 7,67 cm, ancho 2,02, relación L/W de vaina 3,79 y 0,52 cm de espesor, peso de vaina 2,72 g, peso de vaina sin semillas 1.73 g y un promedio de 5 semillas/vaina. Semilla globosa, de ovalada a ovalada achatada, de color marrón a marrón grisáceo (200D, 199A), posición media del hilo principal, largo 0,92 cm, ancho 0,71 cm, relación L/W 1,29 semilla, espesor 0,48 cm, peso semilla/bebida 0,85 g y peso de la semilla 0,16 g.

Figura 5

Vaina y semilla morfotipo Jancos



Figura 6

Semilla de morfotipo Jancos



Nota: Tomado de Villena (2018).

C) Morfotipo Roja

Procedencia: Provincias de Cajamarca, San Marcos, Chota, Cajamarca, Jaén Cajabamba, Hualgayoc, Celendín Santa cruz, Cutervo, Contumazá.

Altitud: 1707 a 2896 m s.n.m.

Descripción: Las vainas son de forma recta o ligeramente quebradizas y de superficie media, de color Roja intenso al sol (42B) y Roja anaranjado en el lado opuesto (32B); y Roja anaranjado por ambos lados (32B/31B), largo 8,62 cm, ancho 1,94 cm, relación L/A de caja 4,45 y 0,41 cm de espesor, peso de caja 3,49 g, peso sin semillas 2,27 g y tiene un promedio de 6 semillas/vaina. La semilla es globosa, ovalada, de color marrón grisáceo (199A), con un hilo central, largo 0,93 cm, ancho 0,67 cm, relación semilla L/A 1,39, espesor 0,39 cm, peso semilla/palo 1,04 g y peso semilla de 0,9 gramo.

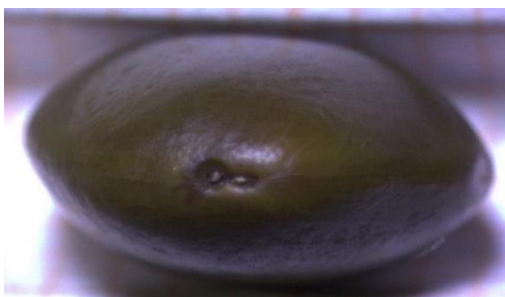
Figura 7

Vaina y semilla morfotipo Roja



Figura 8

Semilla de morfotipo Roja



Nota: Tomado de Villena (2018).

2.2.7 Factores climáticos

Se sabe que las plantas responden al cambio climático de dos maneras: migración y adaptación., pero el alto nivel actual de fragmentación del hábitat puede afectar la migración en la atmósfera futura, las plantas responden a los desequilibrios provocados por los cambios ambientales por otro lado, uno de los factores más importantes que afectan a la vegetación es la fenología de las plantas (Alvarado *et al.*, 2002). Los cambios ambientales ejercen diferentes presiones sobre las plantas y afectan el crecimiento de cada especie de manera única, dando como resultado diferentes formas de desarrollo que deben interpretarse como diferentes caminos que siguen las plantas para adaptarse a una determinada condición para el medio ambiente (Yepes y Buckeridge, 2011).

2.2.8 Influencia del clima en frutos y semillas

Soper *et al.* (2016) indican que existe una considerable variación morfológica, especialmente en la forma, el tamaño y el color del fruto y las semillas en relación a los factores climáticos. El tamaño de las semillas puede verse influido por factores locales no climáticos, como el pH del suelo y la insolación; además, las variables climáticas dependientes de la longitud, como las precipitaciones, pueden afectar al tamaño de las semillas. Liu *et al.* (2013) describen que la precipitación y la temperatura son factores abióticos que afectan al tamaño de las semillas y pueden tener un efecto significativo, a veces positivo y a veces negativo, sobre ellas. Asimismo, Zhao *et al.* (2022) demostraron que el medio ambiente influye en el tamaño de las semillas y en las condiciones abióticas a través de factores ambientales como la influencia materna o, a largo plazo, la selección natural, que puede ser adaptativa, y el cambio climático, que también puede afectar a este rasgo. Salazar-García *et al.* (2011) describen que esta variación afecta al rendimiento y la calidad de del fruto debido a los gradientes altitudinales, la topografía del suelo, la luz solar y los vientos dominantes. Osuna *et al.* (2017) anotan que la rugosidad afecta

a la pérdida de peso del fruto, siendo la temperatura y el tiempo de almacenamiento los que tienen un mayor efecto; cuanto más alta es la temperatura, más graves son la pérdida de peso y la decoloración; cuanto más baja es la temperatura, más graves son los daños externos; los daños extremos incluyen grietas, decoloración y manchas negras irregulares; y los daños internos más graves se manifiestan en pulpa ennegrecida, decoloración de la transparencia y sabor y olor anormales.

2.3 Marco conceptual

Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales es uno de los métodos de análisis multivariante de datos más utilizados y puede emplearse para estudiar datos multivariantes con variables cuantitativas (Martínez *et al.*, 2005).

Carácter

Carácter puede ser definido como cualquier característica que varía entre unidades taxonómicas funcionales (OTU) (Villena, 2018).

Clima

Condiciones metrológicas que está constituido por los datos estadísticos de la meteorología de dicho lugar o región, el clima es la variación de temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitaciones y otras condiciones climáticas importantes en una zona geográfica determinada (Luna y Naquiche, 2020).

Correlación

La correlación es una medida estadística normalizada de correlación lineal o covarianza que indica el grado de asociación entre dos variables. Es una herramienta habitual para describir relaciones sencillas sin necesidad de declarar la causa y efecto. Puede medir el coeficiente de

correlación muestral r , que cuantifica la fuerza de la relación y también comprueba la significación estadística (Pardo, 2020).

Morfotipo

Se define morfotipo a un grupo de organismos que puede ser identificadas a simple vista, tiene una morfología general y propia de la especie, pero también muestra ciertas características principalmente cualitativas que lo diferencian de otros morfotipos (Villena, 2018).

Caracteres morfométricos

Los estudios morfométricos se utilizan para cuantificar caracteres de importancia evolutiva, detectar cambios en la morfología y obtener información sobre la ontogenia, función o relaciones evolutivas de los organismos organismos (Martínez *et al.*, 2005). Uno de los principales objetivos de la morfometría es probar hipótesis estadísticas sobre los factores que influyen en la forma, permitiendo comparaciones numéricas precisas de una parte de la superficie de la tierra con otra (SERFOR, 2022). *En la T. spinosa* son LV, AV, EV, PV, NSV, PVSS, L/A v, LS, AS, ES, PSV, PS, L/A s.

Fruto

El ovario de la flor después de la fecundación se transforma en el fruto de la planta; contiene semillas que se separan de la planta cuando está madura (Palacio *et al.* , 2020).

Semilla

Un óvulo fertilizado contiene un embrión y material de reserva, es un embrión en estado latente con reservas protectoras y una cáscara (Gunn *et al.*, 2004).

Regresión

Regresión lineal o simple: Técnica estadística utilizada para hallar una relación numérica entre dos variables mediante una línea recta. La regresión lineal intenta determinar la línea más próxima a los datos hallando la pendiente y el intercepto que definen la línea y minimizando los errores de regresión, para después hallar un parámetro que explique la relación (Ferre, 2019).

Regresión lineal múltiple: La regresión múltiple intenta explicar una variable dependiente utilizando una o más variables independientes. La regresión múltiple puede ser lineal o no lineal (Pardo, 2020).

Variabilidad

La variabilidad es la dispersión de los valores de una variable dentro de una distribución teórica o muestral. Puede ser conocida o desconocido y deberse a factores biológicos o a errores de medición (Lovato *et al.*, 2014).

2.4 Hipótesis

Ho: Los factores climáticos no influyen sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos de *T. spinosa*

Ha: Al menos un factor climático influye sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos de *T. spinosa*.

2.5 Operación de variables

2.5.1 Variables e indicadores

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Unidad de análisis
Variable independiente: Factores climáticos	<p>Los factores climáticos que afecta el fenotipo de las plantas es la temperatura, Incluyen la lluvia, el agua, la luz, humedad relativa, el aire y el viento, se sabe que el aumento en la temperatura del aire es fácilmente detectable en los datos fenológicos (Alvarado <i>et al.</i>, 2002)</p>	<p>Temperatura máxima (Tmax) Temperatura mínima (Tmin) Temperatura promedio (Tmed) Velocidad del viento (VVT) Radiación solar (RadS) Vapor de agua (VH₂O)</p>	<p>Bosques de Tara muestreados</p>
Variable dependiente: Caracteres morfométricos de fruto y semillas	<p>Se define como un grupo de organismos que no puede ser identificadas a simple vista, tiene una morfología general y propia de la especie, pero también presenta ciertas características principalmente cualitativas que lo diferencian de otros morfotipos (Villena, 2018).</p>	<p>Cuantitativo: Fruto: - Largo de vaina - Ancho de vaina - Espesor de vaina - Peso de vaina - Numero de semilla por vaina - Peso de vaina sin semilla - Relación largo ancho de vaina Semilla: - Largo de semilla - Ancho de semilla - Espesor de semilla - Peso de semilla por vaina - Peso de semilla - Relación largo ancho de semilla</p>	<p>Morfotipos de <i>T. spinosa</i></p>

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo cuantitativo de alcance descriptivo, porque se midió la variable y las características, así como el fenómeno o planteamiento referido y correlacional porque permitió conocer la relación o grado de asociación entre dos o más variables (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019).

3.1.2 Nivel de investigación

La investigación fue de nivel descriptiva se analizaron la influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de los tres morfotipos de *T. spinosa* (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019).

3.2 Diseño de investigación

La investigación en cuestión se caracterizó por ser no experimental, ya que no se manipularon deliberadamente las variables del estudio para evaluar su influencia mutua. El diseño utilizado fue transeccional, lo que implicó la recolección de datos en un único momento determinado. En cuanto al tipo de investigación, se enmarcó en la categoría descriptiva, pues su objetivo fue investigar el nivel o estado de una o más variables en una población específica en un tiempo determinado. Finalmente, el estudio se clasificó como correlacional o causal, ya que buscó establecer relaciones entre dos o más variables (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019).

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Identificación de morfotipos

La identificación de individuos con características diferenciales fenotípicas se basó en los estudios realizados por Villena *et al.* (2019) y Villena-Velásquez *et al.* (2024), donde se

registraron caracteres cuantitativos para 50 vainas y 30 semillas por registro. Los caracteres evaluados fueron largo de vaina, ancho de vaina, espesor de vaina, peso de vaina con semillas, número de semillas por vaina, peso de vaina sin semillas, largo de semilla, ancho de semilla, espesor de semilla, peso por vaina, peso de semilla. Así mismo, se realizó observaciones directas en individuos de *T. spinosa* para identificar diferencias a nivel de fruto y semillas.

3.3.2 Colecta del material vegetativo

En el desarrollo del muestreo de trabajo de campo para el estudio de la *T. spinosa* en la región de Cajamarca, se llevó a cabo las siguientes actividades:

Selección de árboles y muestreo de semillas:

- Se identificaron árboles de *T. spinosa* con características fenotípicas sobresalientes (fruto y semilla)
- Se realizó un muestreo aleatorio de fruto maduros y secos de los árboles seleccionados.
- Se utilizó una cámara fotográfica para documentar las diferentes muestras recolectadas.
- Se empleó una libreta de campo para registrar detalladamente la información obtenida de cada muestra, incluyendo su procedencia (ubicación específica dentro del departamento de Cajamarca).
- Los frutos se recolectaron cuidadosamente con tijeras y se depositaron en bolsas plásticas individuales.
- Se utilizó un GPS para tomar los puntos de referencia.

Transporte y mediciones:

- Las muestras de fruto y semillas se trasladaron a la ciudad de Chota.
- Una vez en Chota, se procedió a medir el largo, ancho y espesor de cada fruto y semilla utilizando un Vernier.
- En una balanza analítica se pesó fruto y semilla.
- Los datos de las mediciones se registraron en un Excel.

Consideraciones adicionales:

- El proceso de muestreo aleatorio garantizó la representatividad de las muestras recolectadas.
- El uso de una libreta de campo permitió mantener un registro detallado y organizado de la información.
- El traslado de las muestras a Chota facilitó el acceso a los instrumentos necesarios para realizar las mediciones con precisión.
- El registro de las mediciones en Excel permitió un análisis posterior eficiente de los datos.

De esta manera, se completó el muestreo de trabajo de campo para el estudio de la *T. spinosa* del departamento de Cajamarca, obteniendo información valiosa sobre las características de los frutos y semillas de esta especie vegetal de gran importancia económica y ecológica.

3.3.3 Caracteres morfométricos de frutos y semillas de morfotipos de *T. spinosa*

A) Variables cuantitativas

Se procederá a medir las vainas maduras y secas:

Tabla 3

Caracteres morfométricos de T. spinosa

Caracteres morfométricos	Abreviatura	Unidad de medida
Largo de vaina	LV	Cm
Ancho de vaina	AV	Cm
Espesor de vaina	EV	Cm
Peso de vaina	PV	Cm
Número de semillas por vaina	NSV	Und
Peso de vaina sin semilla	PVSS	G
Relación largo ancho de vaina	L/A v	Cm
Largo de semilla	LS	Cm
Ancho de semilla	AS	Cm
Espesor de semilla	ES	Cm
Peso de semillas por vaina	PSV	G
Peso de semilla	PS	G
Relación largo ancho de semilla	L/A s	Cm

3.3.4 Obtención de la data climática

En la información se obtuvo datos de temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax), temperatura promedio (Tpro), radiación solar (RS), velocidad del viento (VV) y vapor de agua (VH₂O) de la base de datos WorldClim v2 (Fick y Hijmans, 2017). Estos datos fueron procesados utilizando el lenguaje de programación R (Team, 2022) y los paquetes gtools, glue, tidyr, raster, dplyr y mixedsort.

3.4 Población, muestra y muestreo

3.4.1 Población

La población objeto de estudio se constituyó por los árboles de *T. spinosa* distribuidos en las provincias con mayor producción del departamento de Cajamarca. Específicamente, se incluyeron las áreas de mayor rendimiento, como San Marcos (San Marcos-El cedro) y Cajabamba (Condebamba-Malcas), además de los bosques naturales y relictos presentes en las provincias de Cajamarca (Cajamarca, Asunción, San Juan, Magdalena, Jesús), Celendín (Celendín-Chuclálas), Contumazá (Santa Cruz de Toledo, Cupisnique), Chota (Querocoto-El Obraje, El Rocoto), Hualgayoc (Bambamarca), San Pablo (San Pablo- Jancos) y Santa Cruz (Santa Cruz- Chancay Baños). Esta selección se realizó con el objetivo de abarcar la diversidad y extensión de la especie en el departamento de Cajamarca.

3.4.2 Muestra

Los frutos y semillas de los morfotipos de *T. spinosa* fueron colectados de los bosques naturales identificados (89 entradas o individuos) por Villena *et al.* (2019) y Villena-Velásquez *et al.* (2024) con el objetivo de evaluar la variabilidad morfológica y biométrica de la especie. La colecta se realizó en las provincias de Cajamarca, Cajabamba, San Marcos, Celendín, Contumazá, San Pablo, Santa Cruz, Chota y Hualgayoc.

3.4.3 Muestreo

Aleatorio al azar por conveniencia.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

- ✓ Se establecieron sitios de estudio que representaban la variabilidad climática del Departamento de Cajamarca de distribución de *T. spinosa* y se consideraron factores como altitud, precipitación, temperatura y velocidad del viento.
- ✓ Se seleccionaron aleatoriamente individuos al azar, luego fueron evaluados aplicando los descriptores por morfotipo de *T. spinosa* en cada sitio de estudio. Se consideró la distribución espacial de los morfotipo, es decir que los individuos estuviesen distribuidos en toda el área dentro de la población natural.
- ✓ Se midieron las variables morfométricas de fruto y semillas, como largo, ancho, espesor, número de semillas por fruto, peso individual de cada semilla.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

- Se utilizó el programa Excel donde se anotaron las características morfométricas de vaina y semilla.
- Se utilizó vernier o pie de rey para medir la largo, ancho y espesor de vaina y semillas.
- Se empleó balanza analítica para pesar individualmente cada uno de las vainas y semillas.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los frutos y semillas se midieron en cuanto a largo, ancho y espesor utilizando un vernier y una balanza analítica para todas las variables. Los datos fueron anotados con el objetivo de comparar el porcentaje de varianza total de los diferentes niveles. Para ello, se utilizó el programa Excel para sistematizar los datos cuantitativos y elaborar la matriz básica de datos.

3.6.1 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos cuantitativos. Primero se ejecutó el análisis de normalidad, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov con un nivel de confianza de 5%, con el propósito de encontrar la normalidad de los datos observados (Fig. 15 en anexos).

El coeficiente de correlación de Pearson (r)

Este análisis permitió medir el nivel de relación directa entre las variables continuas. De igual modo, mostró la magnitud y la orientación de la asociación lineal entre dos o más variables. Si tal relación existió, se pudo obtener un modelo de regresión que pudo ser múltiple (Palacio *et al.*, 2020). Esta prueba se utiliza para datos cuantitativos y que sigan bien la distribución normal (Ferre, 2019).

Análisis de regresión

El análisis de regresión se empleó para establecer la relación entre variables explicativas y dependientes. Esta técnica permitió comprender la forma en que las variables explicativas influyen en la variable dependiente, posibilitando así la predicción de valores desconocidos para esta última (Novales, 2010; Tusell, 2011).

Análisis de componentes principales (PCA)

El PCA también se utilizó para crear gráficos que visualizaban la distribución de los datos y las relaciones entre los morfotipos de *T. spinosa*. Esto ayudó a comunicar los hallazgos de manera más efectiva.

3.7 Aspectos éticos

En el desarrollo de la tesis, se priorizó la responsabilidad moral y el respeto a la propiedad privada de los dueños de los bosques de *T. spinosa* en las provincias del departamento de Cajamarca. Para ello, se adoptaron las siguientes medidas:

Presentación de datos fidedignos: Se les brindó a los propietarios información veraz y completa sobre la caracterización morfológica de la *T. spinosa*, incluyendo los objetivos del proyecto de tesis.

Diálogo abierto, se mantuvo un canal de comunicación abierto para atender las inquietudes y preguntas de los propietarios, fomentando así la comprensión mutua y la confianza.

Consentimiento informado para la recolección de muestras Para la recolección de muestras, se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los participantes. Esto se realizó mediante la presentación de un documento claro y conciso que explicaba los propósitos de la investigación, los procedimientos a seguir y los potenciales riesgos y beneficios de la participación.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados del estudio

En el estudio se analizaron tres morfotipos de *T. spinosa*: Blanca, Jancos y Roja. Estos morfotipos se distribuyen en las provincias del departamento de Cajamarca, Cajamarca, Cajabamba, San Marcos, Celendín, Contumazá, San Pablo, Santa Cruz, Chota y Hualgayoc (Tabla 9 en anexos).

4.1.1 Analizar las variaciones morfométricas de fruto y semilla de los tres morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*

En la Tabla 4 se muestra que los tres morfotipos Blanca, Roja y Jancos presentan diferencias en sus características de morfotipo, particularmente en lo que respecta al tamaño y la forma de la vaina y la semilla. El morfotipo Roja presenta el mayor número de semillas por vaina (NSV) con un promedio de $5,30 \pm 0,70$, superando a las otras dos morfotipos. Además, destaca por tener las semillas más anchas, alcanzando un valor promedio de $0,71 \pm 0,07$ cm. El morfotipo Blanca se caracterizó por tener semillas de ancho similar el morfotipo Roja, con un promedio de $0,70 \pm 0,07$ cm. En cambio, el morfotipo Jancos a diferencia de las otras dos morfotipos, presenta una mayor proporción de largo a ancho de vaina (L/Av), alcanzando un valor promedio de $4,95 \pm 0,19$ cm.

Tabla 4

Valores promedios de los tres caracteres morfométricos Blanca, Jancos y Roja

Morfotipo	Blanca (63)	Jancos (3)	Roja (23)
LV (cm)	8,29±0,88	8,44±0,68	8,32±0,80
AV (cm)	1,90±0,23	1,73±0,09	1,93±0,22
EV (cm)	0,59±0,20	0,39±0,18	0,64±0,16
PV (g)	2,81±0,60	2,74±0,62	2,90±0,55
NSV	5,18±0,76	4,91±0,14	5,30±0,70
PVSS (g)	1,81±0,51	1,79±0,36	1,89±0,45
L/A v	4,42±0,59	4,95±0,19	4,37±0,63
LS (cm)	0,90±0,09	0,86±0,11	0,91±0,09
AS (cm)	0,70±0,07	0,67±0,08	0,71±0,07
ES (cm)	0,43±0,07	0,40±0,09	0,44±0,07
PSV (g)	0,95±0,28	0,82±0,25	1,00±0,25
PS (g)	0,18±0,04	0,18±0,03	0,19±0,04
L/A s	1,29±0,08	1,29±0,04	1,28±0,07

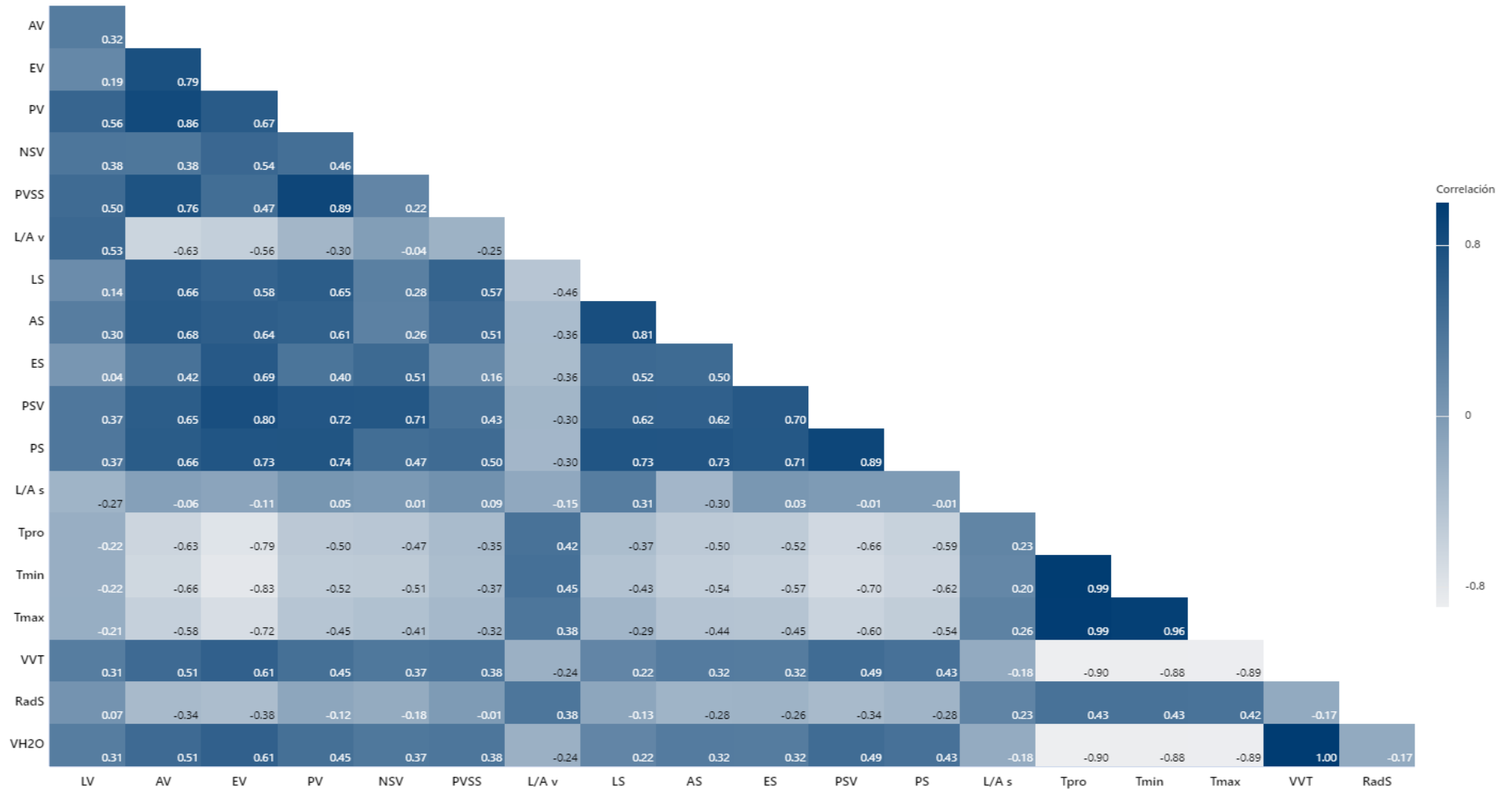
4.1.2 Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos Blanca, Jancos y Roja de *T. spinosa*

Morfotipo Blanca

El análisis de correlación (Fig. 9) revela patrones significativos tanto positivos como negativos entre los factores climáticos y las características morfométricas de frutos y semillas del morfotipo Blanca las variables climáticas que presentan una asociación moderada son: VH_2O - AV (0,51), VVT-AV (0,51), VH_2O con EV (0,61), VVT-EV (0,61). Asimismo, se observa también asociaciones moderadas negativas entre las variables T_{max} -AV (-0,58) y T_{min} -AV (-0,66), y con una gran asociación T_{max} -EV (-0,72) y T_{min} -EV (-0,83). Lo que sugiere que, el factor climático que más influye es la VVT en el EV (0,61), es decir, la fuerza física del viento sobre la planta, desencadena respuestas positivas de crecimiento y desarrollo.

Figura 9

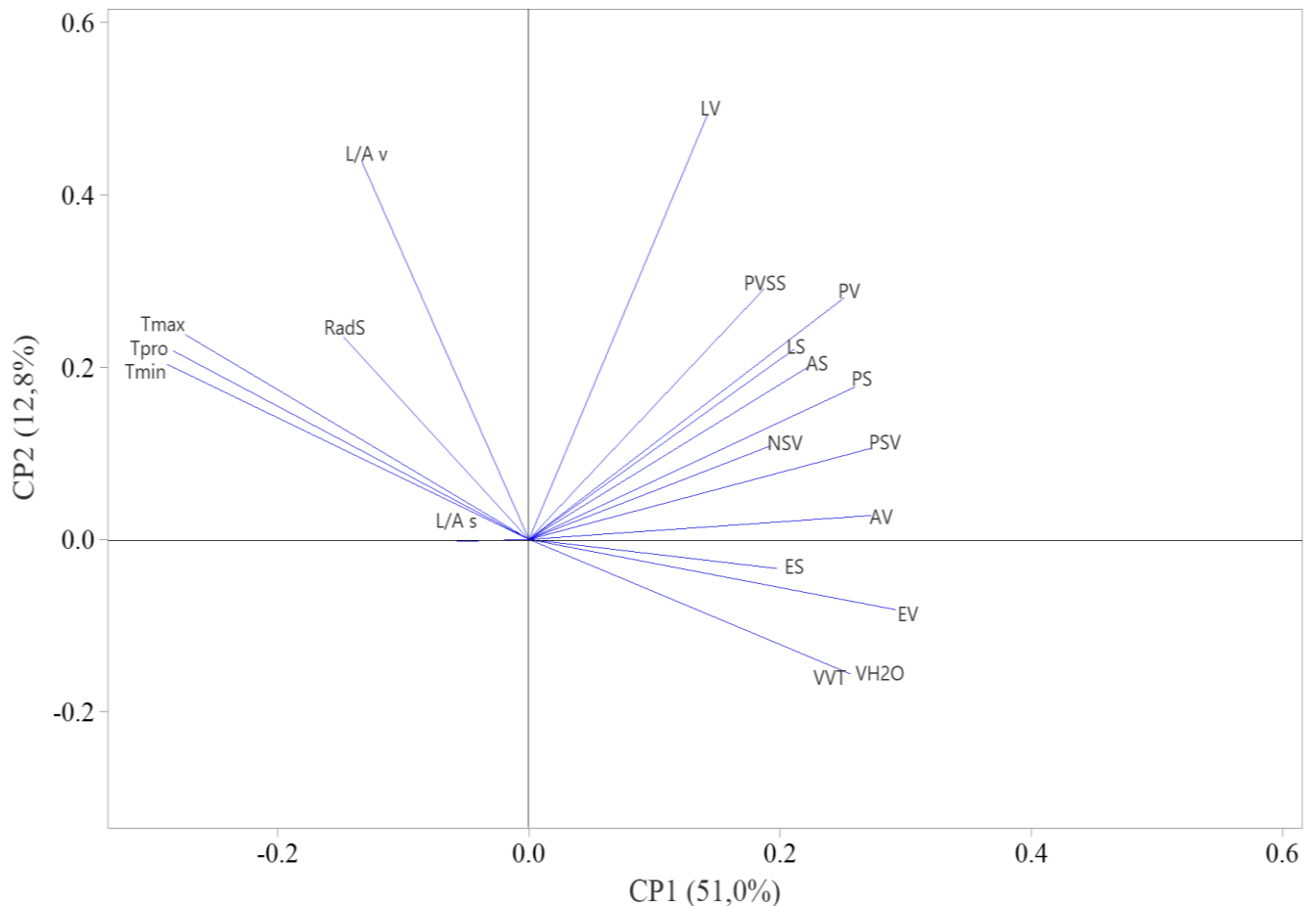
Correlación de los factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo blanca



La Figura 10 muestra el análisis de componentes principales (ACP), donde se observa que los dos CP explican el 63,8% de la variabilidad total, capturan las relaciones más significativas entre las variables estudiadas. El CP1, asociado principalmente a la velocidad del viento (VVT) y el vapor de agua (VH₂O), explican el 51,0% de la varianza y muestra una fuerte correlación positiva con el espesor de vaina (EV). Por su parte, el CP2 está relacionado con la T_{min}, explicando el 12,8% de la varianza y mostrando una correlación positiva con L/As. Estos resultados sugieren que las variables climáticas, especialmente la VVT, la VH₂O y la T_{min} influyen sobre los caracteres morfométrico del fruto y semilla de *T. spinosa*.

Figura 10

Biplot del análisis de componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Blanca.



En la Tabla 5 se muestra que en el CP1 las variables que presentan mayor influencia están relacionadas con el fruto son AV (0,272), EV (0,292), y de los climáticos T_{prom} (-0,283), T_{min} (-0,288), T_{max} (-0,273) y VH₂O (0,256) son los mayores aportantes en PC1, asimismo, para el PC2 se tiene que LV (0,493) y L/Av (0,439) son que presentan una mayor influencia.

Tabla 5

Componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Blanca

Variables	PC1	PC2
LV	0,142	0,493
AV	0,272	0,028
EV	0,292	-0,082
PV	0,251	0,281
NSV	0,192	0,108
PVSS	0,187	0,290
L/Av	-0,133	0,439
LS	0,211	0,221
AS	0,222	0,199
ES	0,197	-0,034
PSV	0,272	0,105
PS	0,260	0,177
L/A s	-0,058	-0,002
Tpro	-0,283	0,219
Tmin	-0,288	0,203
Tmax	-0,273	0,238
VVT	0,256	-0,156
RadS	-0,147	0,235
VH ₂ O	0,256	-0,156

Morfotipo Jancos

En la Figura 11 se presenta el análisis de correlación entre los factores climáticos y las características morfométricas de frutos y semillas del morfotipo Jancos, que representan una asociación muy alta son VVT-PVSS (0,91), VH₂O - PVSS (0,91), Asimismo, presentan gran asociación Tmin-L/Av (0,86), VH₂O-ES (0,81) y Tpro-NSV (0,76), de la misma manera presentan una asociación moderada entre RadS-PVSS (0,62). En cambio, se presentaron asociaciones negativas muy altas entre VH₂O -AV (-0,98), VVT-AV (-0,98) y RadS-LS (-0,97).

Los resultados muestran que el factor climático que más influye es el VH₂O en el EV (-0,97) lo que significa que a medida que aumenta el vapor de agua, tiende a disminuir el espesor de la vaina. Debido que el vapor de agua influye indirectamente en la fotosíntesis, proceso fundamental para el crecimiento de la planta. Una mayor humedad relativa favorece la apertura de las estomas (poros en las hojas), permitiendo un intercambio gaseoso más eficiente y, por ende, una mayor producción de biomasa (Chia & Lim, 2022).

Figura 11

Correlación de los factores climáticos con caracteres morfológicos del fruto y semillas del morfotipo Jancos

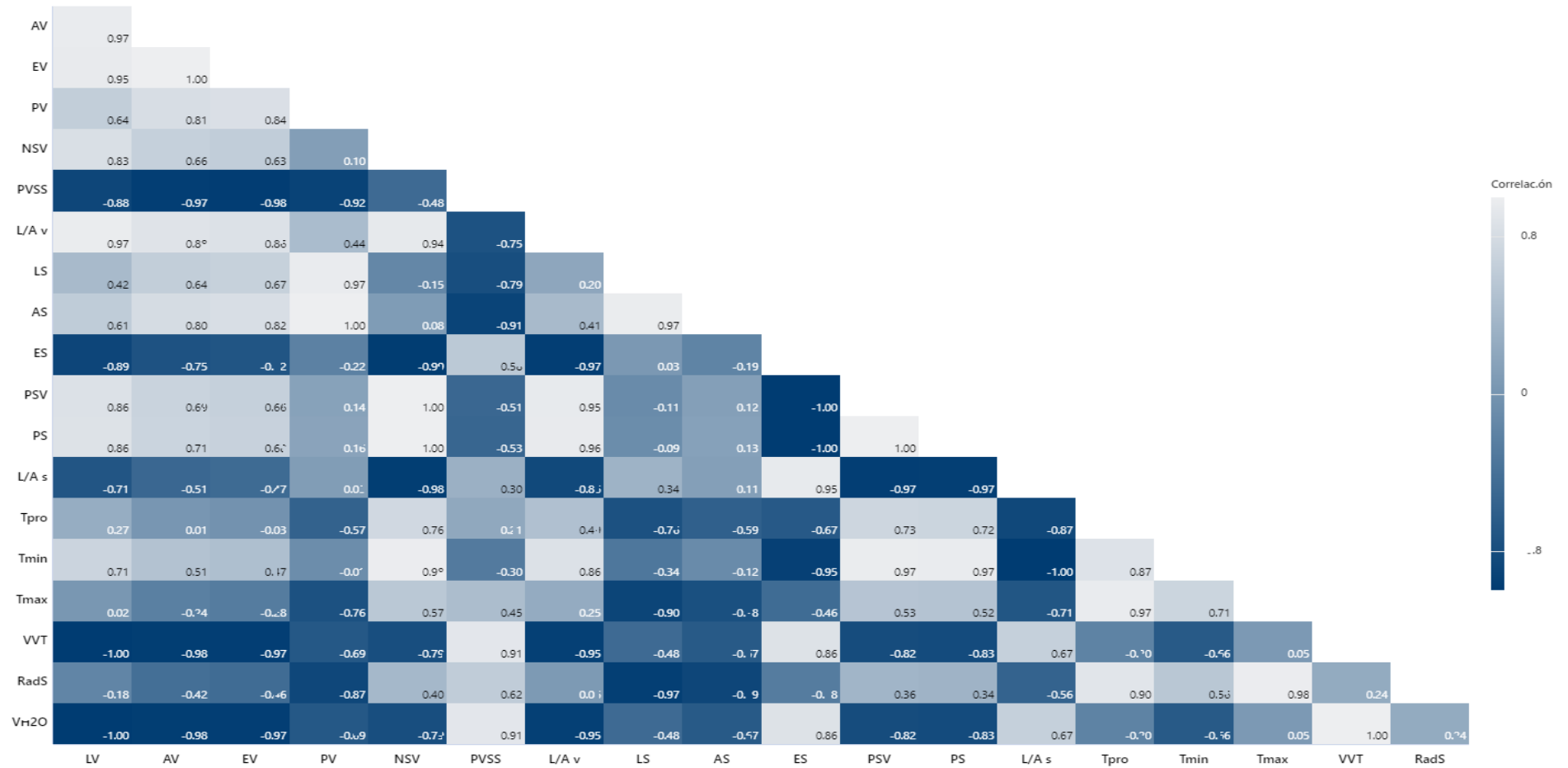


Tabla 6

Componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas de T. spinosa del morfotipo Jancos

Variable	PC1	PC2
LV	0,289	-0,054
AV	0,269	-0,146
EV	0,263	-0,160
PV	0,151	-0,317
NSV	0,264	0,158
PVSS	-0,236	0,219
L/A v	0,291	0,033
LS	0,082	-0,355
AS	0,144	-0,322
ES	-0,277	-0,116
PSV	0,269	0,144
PS	0,271	0,138
L/A s	-0,236	-0,218
Tpro	0,119	0,338
Tmin	0,236	0,219
Tmax	0,047	0,365
VVT	-0,286	0,078
RadS	-0,010	0,370
VH2O	-0,286	0,078

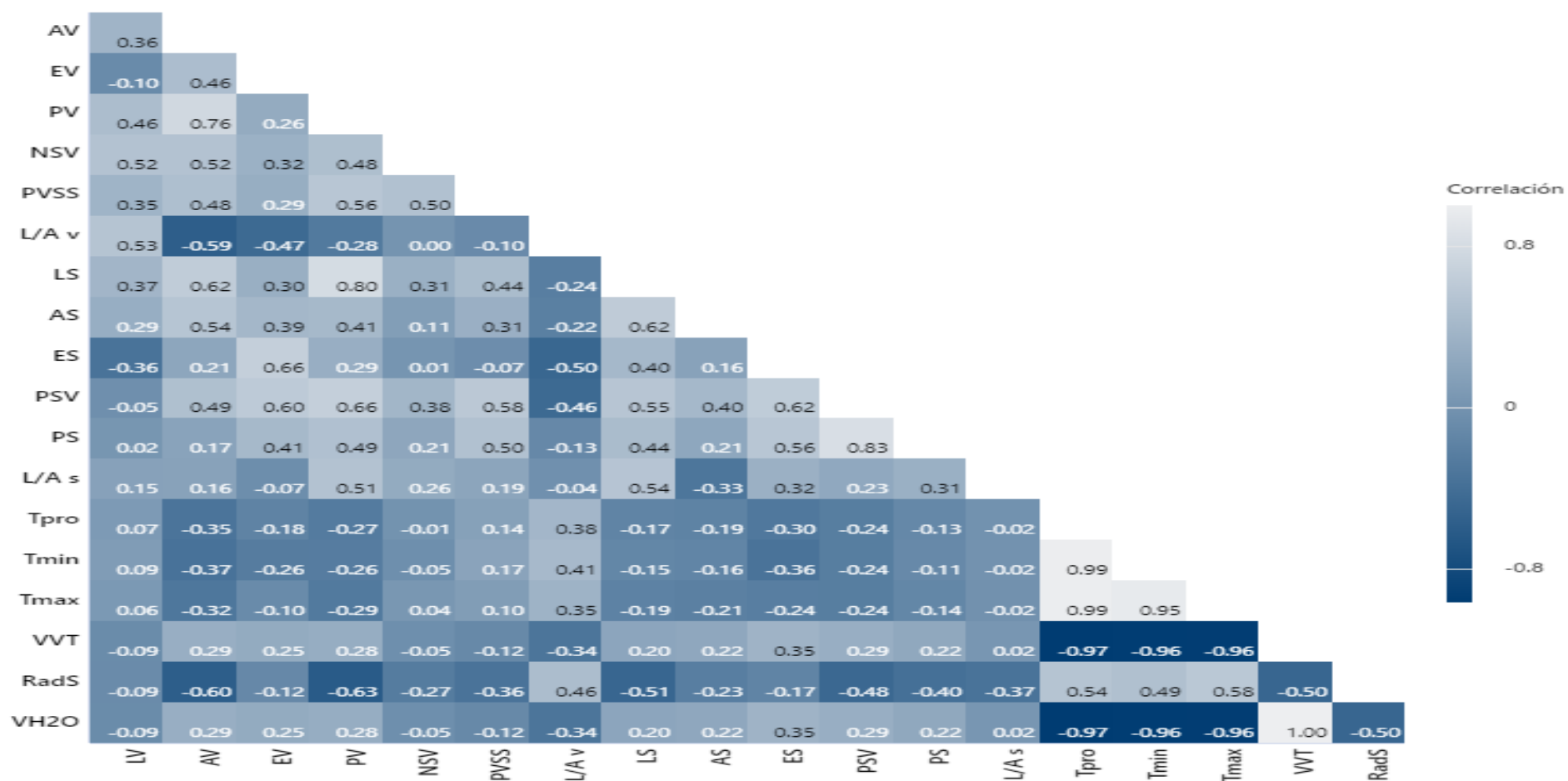
Nota: PC es el componente principal. 1 y 2 cantidad de componentes.

Morfotipo Roja

El análisis de correlación entre factores climáticos con caracteres del fruto y semillas del morfotipo Roja (Figura 13), se presentaron asociaciones medianas entre RadS-L/Av (0,46), Tmin-L/A v (0,41) y VH2O -ES (0,35), en cambio, se presentó asociación moderada entre RadS-PV (-0,63). Lo que sugiere que el factor climático que más influye es la RadS en la relación L/Av (0,46),

Figura 13

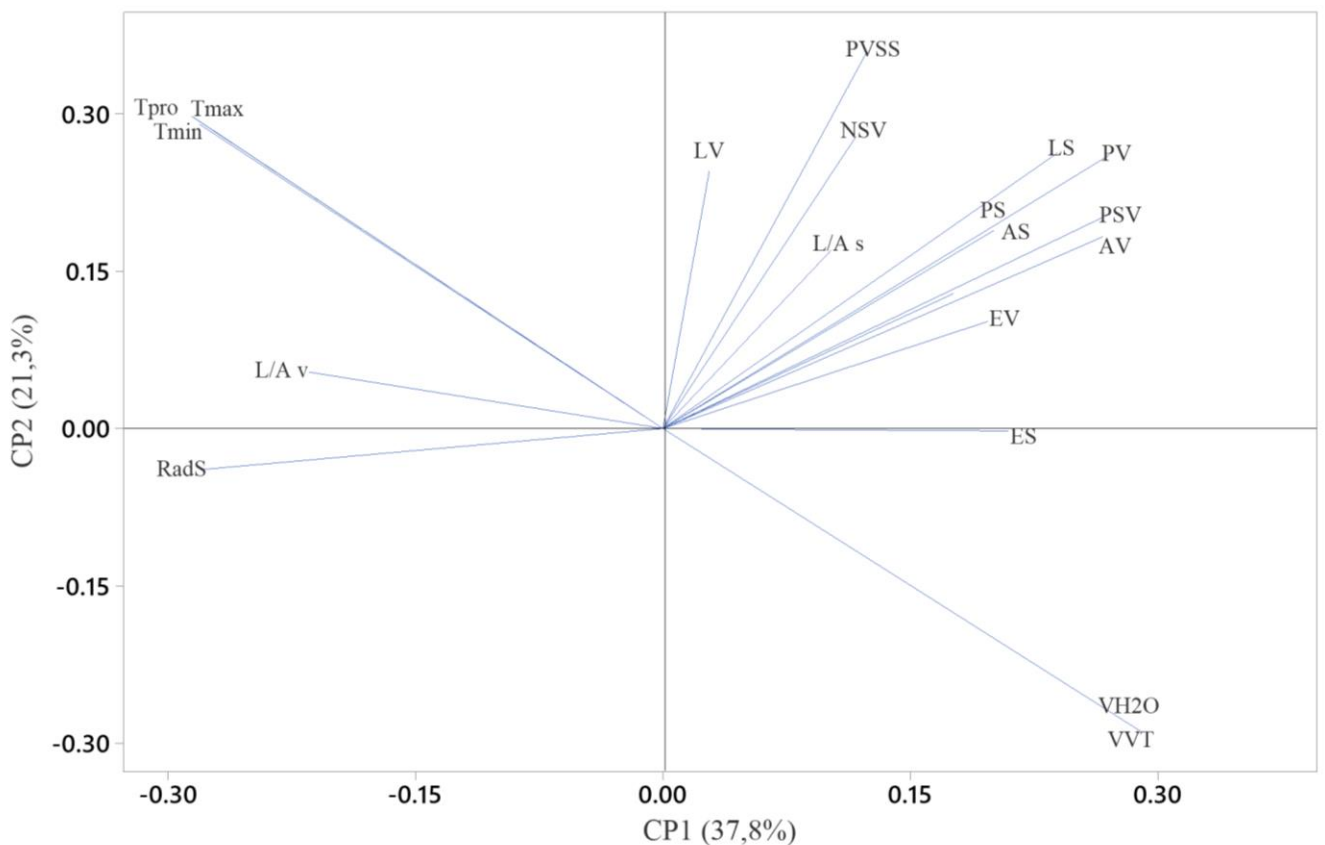
Correlación de los factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Roja



La Figura 14 muestra el análisis de componentes principales (ACP), donde se observa que los dos CP explican el 59,1% de la variabilidad total. El CP1, medianamente asociado por la velocidad del viento (VVT) y el vapor de agua (VH₂O), explica el 37,8% de la varianza y muestra correlación positiva con espesor de vaina (EV). Asimismo, el CP2 está relacionado con temperatura mínima (Tmin) explicando el 21,3% de la varianza y mostrando una correlación positiva con L/Av.

Figura 14

Biplot del análisis de componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Roja.



La Tabla 7 se muestra que en el CP1 las variables que presentan mayor influencia están relacionadas con el fruto son AV (0,267), EV (0,197) y PV (0,270) asimismo, para el PC2 se tiene que Tpro (0,297), Tmin (0,297), Tmax (0,290) y PVSS (0,358).

Tabla 7

Componentes principales de factores climáticos con caracteres morfométricos del fruto y semillas del morfotipo Roja

Variable	PC1	PC2
LV	0,028	0,246
AV	0,267	0,183
EV	0,197	0,102
PV	0,270	0,260
NSV	0,117	0,278
PVSS	0,123	0,358
L/A v	-0,214	0,054
LS	0,239	0,263
AS	0,176	0,129
ES	0,209	-0,002
PSV	0,270	0,204
PS	0,200	0,189
L/A s	0,102	0,170
Tpro	-0,286	0,297
Tmin	-0,285	0,297
Tmax	-0,281	0,290
VVT	0,289	-0,288
RadS	-0,278	-0,039
VH ₂ O	0,289	-0,288

4.2 Contrastación de hipótesis

La hipótesis (H₀) planteada fue que los factores climáticos no influyen sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos de tres morfotipos de *T. spinosa*. En la Tabla 8 muestra que entre los factores climáticos y los caracteres morfométricos de la *T. spinosa*. Se observa una asociación moderada entre la velocidad del viento (VVT) y el espesor de la vaina (EV) (0,492), el vapor de agua (VH₂O) y el ancho de la vaina (AV) (0,406), entre VH₂O y EV (0,492), entre VVT y el peso de la vaina (PV) (0,369), entre VVT y AV (0,406) y finalmente una asociación mediana entre la radiación solar (RadS) y la relación largo ancho de la vaina (L/A v) (0,335). Por tanto, se rechaza la H₀ y se acepta la hipótesis alterna (H_a) que, al menos un factor climático influye sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de tres morfotipos de *T. spinosa*.

Tabla 8*Correlación global de factores climáticos sobre los caracteres morfométricos del fruto y semillas de T. spinosa*

	LV	AV	EV	PV	NSV	PVSS	L/A v	LS	AS	ES	PSV	PS	L/A s	Tpro	Tmin	Tmax	VVT	RadS	
AV	0,325																		
EV	0,17	0,737																	
PV	0,529	0,827	0,6																
NSV	0,391	0,369	0,48	0,44															
PVSS	0,453	0,666	0,42	0,779	0,253														
L/A v	0,506	-0,644	-0,533	-0,321	-0,029	-0,221													
LS	0,202	0,666	0,564	0,693	0,267	0,517	-0,434												
AS	0,309	0,663	0,619	0,593	0,236	0,444	-0,35	0,799											
ES	-0,071	0,385	0,632	0,371	0,414	0,126	-0,419	0,493	0,433										
PSV	0,294	0,589	0,752	0,685	0,649	0,448	-0,31	0,577	0,562	0,625									
PS	0,29	0,467	0,612	0,626	0,414	0,473	-0,195	0,596	0,576	0,589	0,867								
L/A s	-0,16	0,02	-0,077	0,177	0,052	0,124	-0,142	0,361	-0,27	0,123	0,04	0,055							
Tpro	-0,135	-0,49	-0,577	-0,403	-0,332	-0,197	0,366	-0,3	-0,395	-0,422	-0,511	-0,42	0,13						
Tmin	-0,142	-0,529	-0,643	-0,417	-0,373	-0,217	0,395	-0,339	-0,425	-0,472	-0,546	-0,438	0,114	0,988					
Tmax	-0,12	-0,427	-0,476	-0,373	-0,269	-0,168	0,322	-0,241	-0,344	-0,345	-0,452	-0,382	0,144	0,981	0,94				
VVT	0,204	0,406	0,492	0,369	0,265	0,265	-0,233	0,192	0,271	0,31	0,421	0,356	-0,109	-0,913	-0,907	-0,889			
RadS	0,049	-0,312	-0,263	-0,213	-0,188	-0,054	0,335	-0,163	-0,237	-0,219	-0,338	-0,304	0,095	0,427	0,398	0,451	-0,225		
VH ₂ O	0,204	0,406	0,492	0,369	0,265	0,265	-0,233	0,192	0,271	0,31	0,421	0,356	-0,109	-0,913	-0,907	-0,889	1	-0,23	

4.3 Discusión de los resultados

Como resultados se obtuvo que los factores climáticos, principalmente la temperatura promedio (T_{pro}), la velocidad del viento (VVT) y el vapor de agua (VH_2O) presenta una influencia positiva sobre las características del fruto y las semillas de los tres morfotipos de *T. spinosa* (Blanca, Jancos y Roja). Los resultados del estudio concuerdan con investigaciones previas como Orihuela (2014) y Villena *et al.* (2019) quienes identificaron diferentes morfotipos de *T. spinosa* en base a características morfológicas de frutos y semillas, estos estudios sugieren la existencia de una alta diversidad genética en la especie, Villena *et al.* (2019) describieron siete morfologías de *T. spinosa* en la región Cajamarca, diferenciadas por características como la forma de la semilla, la relación largo-ancho de vaina, el color y aspecto de la vaina, el peso de la semilla y la relación largo-ancho de la semilla, en cambio, Florián (2020) identificó tres morfotipos de tara en el valle de Cajamarca (Roja, Ista y Blanca) con base en diez descriptores morfológicos, los morfotipos de *T. spinosa*, incluidas las variedades Roja, Blanca y Jancos, están influenciados por diversos factores climáticos como la temperatura, la altitud y las propiedades del suelo (Murga-Orrillo *et al.*, 2023).

Estudios de Villena *et al.* (2022) sobre la *T. spinosa* reveló que, de los factores climáticos evaluados, solo la humedad relativa (HR) mostró una asociación significativa (0,75) con el peso de la vaina (PV). Por otro lado, la temperatura máxima ($T_{máx}$), la temperatura media (T_{med}), la temperatura mínima ($T_{mín}$) y la precipitación (PP) no presentaron ninguna relación con los caracteres morfométricos analizados, como la altura de la planta (AA), la longitud de la vaina (LV), el ancho de la vaina (AV) y el peso de la vaina (PV). Por su parte Bonilla *et al.* (2016) identificaron siete variables claves para caracterizar el fruto, siendo el ancho de la vaina altamente correlacionado (0,78) con el peso del fruto. Sin embargo, su estudio no incluyó factores climáticos.

Con respecto al objetivo general el morfotipo Blanca obtuvo asociaciones moderadas entre $VH_2O - AV$ (0,51), $VVT-AV$ (0,51), VH_2O con EV (0,61), $VVT-EV$ (0,61). Por su parte morfotipo Jancos alcanzó asociaciones muy altas entre $VVT-PVSS$ (0,91) y $VH_2O -PVSS$ (0,91). Asimismo, el morfotipo Roja alcanzó asociaciones mediante entre $RadS-L/Av$ (0,46), $Tmin-L/A v$ (0,41) y $VH_2O -ES$ (0,35). Semejantes resultados reportaron Murga-Orrillo *et al.* (2023) en *Caesalpinia spinosa* que por cada 1°C de incremento en la temperatura, el largo y ancho de la vaina disminuyó en 2,1 y 0,62 mm, y el de la semilla en 0,17 y 0,12 mm en el ambiente agroforestal; asimismo, los pesos de vaina, valva, semilla y goma se redujeron en 23,9, 10,9, 13 y 14 mm, de la misma manera Villena *et al.* (2022) determinaron que factores climáticos como la humedad relativa (0,75) presentó una alta asociación con PV, en cambio, la $T_{máx}$, T_{med} , $T_{mín}$ y PP (precipitación) no muestran asociación con los caracteres morfométricos AA (altura de árbol), LV, AV y PV. En cambio, Ali *et al.* (2021) establecieron que los factores ambientales, como la luz, la temperatura y la humedad desempeñan un papel fundamental en la determinación del crecimiento y desarrollo de los frutos. Por su parte Bazongo *et al.* (2024) encontraron diferencias significativas en dimensiones y composición bioquímica entre formas de *Balanites aegyptiaca*, resaltando la variabilidad intraespecífica, similar a la diversidad morfológica encontrada en el presente estudio entre los morfotipos de la especie analizada. Alle *et al.* (2024) encontraron correlaciones positivas significativas entre las dimensiones del fruto ($r=0,78$) y entre el peso del fruto y su ancho ($r=0,65$) de *Ziziphus spp.* entre poblaciones en Etiopía, lo que guarda cierta similitud con las asociaciones encontradas en el morfotipo Jancos entre variables de vigor y características de la semilla. Por otro lado, Kisepa *et al.* (2024) identificaron morfotipos de *Strychnos kraussii* basados en características foliares y encontraron diferencias significativas en variables de crecimiento y producción de frutos, sugiriendo una correlación positiva ($CC = 0,8$) entre la altura de la planta y el número de hojas, número de ramas y número de frutos.

El análisis de componentes principales (ACP) reveló diferentes patrones de variabilidad en los morfotipos estudiados. En el morfotipo Blanca, los dos CP explicaron el 63,8% de la variabilidad total. Por su parte, en el morfotipo Jancos, esta proporción ascendió al 90%, indicando una mayor concentración de la variabilidad en estos dos componentes. Finalmente, en el morfotipo Roja, los dos primeros CP explicaron el 59,1% de la variabilidad total. Resultados similares reportaron Villena *et al.* (2019) donde los primeros cinco componentes principales explicaron el 73% de la varianza total y los caracteres que más contribuyeron a esta varianza fueron la ubicación del hilo, la forma de la semilla, la relación largo/ancho de la vaina, el color del lado opuesto al sol, la apariencia de la superficie de la vaina, la presencia de pelos glandulares en la vaina y la relación largo/ancho de la semilla. De manera similar, Bonilla *et al.* (2016) revelaron que las dos primeras componentes extraídas lograron resumir el 91,3% de la variación total presente en los datos analizados, la PF, AV, PV, PSC y PPS mostraron las correlaciones más fuertes con el CP1. Esto indica que estas variables son las que más contribuyen a la variabilidad explicada por la primera componente. Por otro lado, el CP2 estuvo representada principalmente por los índices PV/F, PS/F y NF. En cambio, Gwokyalya *et al.* (2024) analizaron la diversidad genética y morfológica en los distritos de Kayunga y Luwero revelaron una variabilidad significativa en la altura del árbol (CV=20%), DAP (CV=41%) y diámetro de copa (CV=33%), así como en rasgos cualitativos. Esto resulta una alta variabilidad fenotípica puede ser un reflejo de una mayor diversidad genética subyacente.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los factores climáticos, principalmente la temperatura promedio (T_{pro}), la velocidad del viento (VVT) y el vapor de agua (VH_2O) presenta una influencia positiva sobre los caracteres morfométricos del fruto y las semillas de los tres morfotipos de *T. spinosa* (Blanca, Jancos y Roja).

Las variaciones morfométricas el morfotipo Roja, presenta la mayor numero de semillas por vaina, mientras que la variedad Blanca presentó semillas de mayor ancho. Por su parte, la variedad Jancos se caracterizó por vainas con una relación largo/ancho más elevada.

Se determinó que la velocidad del viento (VVT) fue el factor climático que más influyó en el espesor de la vaina (EV) del morfotipo Blanca (0,61). En el morfotipo Jancos, el vapor de agua (VH_2O) resultó ser el factor climático más determinante para la EV (-0,97). En cambio, en el morfotipo Roja, la radiación solar (RadS) mostró la mayor correlación con la relación largo/ancho de vaina (L/Av) (0,46).

RECOMENDACIONES

A la comunidad científica considerar la selección de morfotipos de *T. spinosa* adaptados a las condiciones climáticas específicas de cada zona de cultivo, Los morfotipos Blanca parecen ser más tolerantes a temperaturas más bajas, mientras que los morfotipos Rojas podrían ser más adecuados para zonas con temperaturas más elevadas,

Al Gobierno Regional implementar prácticas de manejo forestal que favorezcan la retención de humedad en el suelo, como la cobertura vegetal y la aplicación de materia orgánica, para mitigar el impacto negativo del estrés hídrico sobre el rendimiento de *T. spinosa*,

A la Universidad Nacional Autónoma Chota considerar el establecimiento de plantaciones de *T. spinosa* en zonas con altitudes más elevadas, donde las temperaturas promedio son más bajas, especialmente para el cultivo de morfotipos Blanca.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

- Acho, M. H., & Perfecto, D. R. (2013). *Efecto antibacteriano de Caesalpinia spinosa (Tara) sobre flora salival mixta*. 16(1), 32-35. DOI: 10.15381/os.v16i1.5374
- Ali, M. M., Yousef, A. F., Li, B., & Chen, F. (2021). Effect of Environmental Factors on Growth and Development of Fruits. *Tropical Plant Biology*, 14(3), 226-238. <https://doi.org/10.1007/s12042-021-09291-6>
- Alle, T. R., Andrew, S. M., Karlsson, M. F., & Gure, A. (2024). Morphological traits of fruits and seeds of Ziziphus tree species growing in different land uses in Ethiopia. *Heliyon*, 10(14). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34751>
- Alvarado, M., Foroughbakhch, R., Jurado, E., & Rocha, A. (2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL*, 5(4), 493-500.
- Alvarado Ojeda, A., Baldini Urrutia, A., & Guajardo Becchi, F. (2013). *Árboles urbanos de Chile: Guía de reconocimiento* (Edición, 2). Corporación Nacional Forestal Gerencia Foresta.
- Araujo, J., & Salas, R. (2015). Actividades antimicrobiana del extracto crudo de la vaina de *Caesalpinia spinosa* "tara" frente a *Staphylococcus aureus*. En *Científica* (Vol. 6, Número 2, pp. 142-155).
- Bazongo, P., Ouédraogo, L., Tinguéri, B., Kiendrebeogo, M., & Barro, N. (2024). Morphological and Biochemical Variability of the Fruit and Seed Kernel of *Balanites aegyptiaca* from Burkina Faso. *Annual Research & Review in Biology*, 39(11), 84-99. <https://doi.org/10.9734/arrb/2024/v39i112158>
- Bonilla, H., López, A., Carbajal, Y., & Siles, M. (2016a). Análisis de variables morfométricas 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>
- Bonilla, H., López, A., Carbajal, Y., & Siles, M. (2016b). Análisis de variables morfométricas de frutos de «tara» provenientes de Yauyos y Ayacucho para identificar caracteres agromorfológicos de interés. *Scientia Agropecuaria*, 7, 157-164.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.01>
- Bonilla, H., López, A., Carbajal, Y., & Siles, M. (2016c). Morphometric analysis in «tara» fruits from Yauyos and Ayacucho to identify traits of agromorphological interest. *Scientia Agropecuaria*, 7, 157-164. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.01>
- Boublenza, I., El haitoum, A., Ghezlaoui, S., Mahdad, M., Vasai, F., & Chemat, F. (2019). Algerian carob (*Ceratonia siliqua* L.) populations. Morphological and chemical variability of their fruits and seeds. *Scientia Horticulturae*, 256(February), 108537.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.064>
- Chia, S. Y., & Lim, M. W. (2022). A critical review on the influence of humidity for plant growth forecasting. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1257(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1257/1/012001>
- Cordero, I., Pueyo, J. J., & Rincón, A. (2024). Bio-fertilisation with native plant growth promoting rhizobacteria increases the tolerance of the neotropical legume tree *Caesalpinia spinosa* to water deficit. *Forest Ecology and Management*, 558, 121786.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121786>
- Duarte, B., Cardoso, C. A. L., & Nogueira, C. R. (2024). O gênero *Tarenaya*: Uma revisão sobre fitoquímica, bioatividades e toxicologia. *REVISTA CEREUS*, 16(4), Article 4.
<https://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/5167>
- Estrada-Castillón, E., Villarreal-Quintanilla, J. Á., Cuéllar-Rodríguez, G., Encina-Domínguez, J. A., Sánchez-Salas, J., Muro-Pérez, G., González-Cuéllar, D. A., Galván-García, O.

- M., Rubio-Pequeño, L. G., & Mora-Olivo, A. (2024). *The Fabaceae in northeastern Mexico II (Subfamilies Caesalpinioideae, Cercidoideae, and Detarioideae)* (2024040408). Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202404.0408.v1>
- Evangelista, R. L. C. de A., Silva, J. da, Gomes, J. A., Neto, P. H. W., & Souza, N. M. de. (2022). Caracterização morfológica de 21 genótipos de batata-doce. *Revista AgroFIB*, 2. <https://doi.org/10.59237/agrofib.v2i.499>
- Ferre, M. E. (2019). Fundamentos estadísticos para investigación. Introducción a R y modelos. *Modelos de Regresión*, 69.
- Florián, C. E. (2020). *Morfología y biometría de la vaina y semillas de la «Tara» [Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze] del valle de Cajamarca*. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. 109 p.
- García, L., Labrada, G. J., Montalvo, E., Loza-Cornejo, S., García Azpeitia, L., Labrada-Delgado, G. J., Montalvo-González, E., & Loza-Cornejo, S. (2022). Caracteres morfométricos y anatómicos de frutos y semillas de una población de *Prosopis laevigata* (Fabaceae) en Lagos de Moreno, Jalisco, México. *Acta botánica mexicana*, 129. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2057>
- Gunn, C. R., Schmid, R., Kirkbride, J. H., (Robert), & Weitzman, A. L. (2004). Fruits and seeds of genera in the subfamily faboideae (fabaceae). *Taxon*, 53(2), 616. <https://doi.org/10.2307/4135665>
- Gwokyalya, R., Nanteza, A., Wagaba, H., Kayondo, S. I., Kazigaba, D., & Nakabonge, G. (2024). Morphological and genetic characterization of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) in the Kayunga and Luwero districts of Uganda. *BMC Plant Biology*, 24(1), 355. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05064-x>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodologías de la investigación, las rutas cuantitativas, cualitativas*. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>

- Holdridge. (2019). Estimación de las zonas de vida de Holdridge en el Perú. *Senamhi*, 282.
- Horna, C. (2022). *Ecología de las poblaciones y biometría del fruto de la tara silvestre en la provincia de Celendín*. Tesis Pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú. 77 p.
- Kisepa, M. M., Zharare, E. G., Zimudzi, C., & Akweni, A. L. (2024). Morphological diversity and fruit production of wild *Salacia kraussii* (Celastraceae) on the Northern Coast of KwaZulu-Natal, South Africa. *Heliyon*, 10(4), e25332. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25332>
- Linares, J. R. (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*. 116.
- Liu, J., Bai, Y., Lamb, E. G., Simpson, D., Liu, G., Wei, Y., Wang, D., McKenney, D. W., & Papadopol, P. (2013). Patterns of Cross-Continental Variation in Tree Seed Mass in the Canadian Boreal Forest. *PLoS ONE*, 8(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061060>
- Llunitasig, M. S., Carranza, M. S., Cusquillo, B. D., Herrera, R. J., & Agualzaca, D. O. (2024). Caracterización y propuesta de un plan de manejo para la conservación de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze en el cantón Guano. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(E4), Article E4. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/505>
- Lovato, C. Y., Rusticus, S. A., & Lovato, C. Y. (2014). *Impact of sample size and variability on the power and type I error rates of equivalence tests: A simulation study*. 19.
- Luna, K., & Naquiche, D. (2020). *Impacto de la variabilidad climática en los componentes ecológicos de los Pantanos de Villa mediante el Sistema de Información Geográfica, 2000-2020*. Tesis Pregrado. Universidad César Vallejo, Trujillo. Perú. 125 p.

- Márquez Caro, O. J., Cosío Borda, R. F., Márquez Caro, F. L., & Manrique Nugent, M. A. L. (2020). Competitividad de la tara peruana en el comercio internacional, período 2010-2018. *Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 22(2), 258-280. <https://doi.org/10.36390/telos222.02>
- Martínez, R. C., Muñoz, M. L., & Guzmán, G. J. M. (2005). Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agrociencia*, 39(2), 183-194.
- Murga, H., Lobo, F. D. A., Santos Silva Amorim, R., Fernandes Silva Dionisio, L., Nuñez Bustamante, E., Chu-Koo, F. W., López, L. A. A., Arévalo-Hernández, C. O., & Abanto-Rodriguez, C. (2023). Increased Production of Tara (*Caesalpinia spinosa*) by Edaphoclimatic Variation in the Altitudinal Gradient of the Peruvian Andes. *Agronomy*, 13(3), 646. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030646>
- Murga-Orrillo, H., Lobo, F. D. A., Santos Silva Amorim, R., Fernandes Silva Dionisio, L., Nuñez Bustamante, E., Chu-Koo, F. W., López, L. A. A., Arévalo-Hernández, C. O., & Abanto-Rodriguez, C. (2023). Increased Production of Tara (*Caesalpinia spinosa*) by Edaphoclimatic Variation in the Altitudinal Gradient of the Peruvian Andes. *Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030646>
- Novales, A. (2010). Análisis de Regresión. *Universidad Complutense de Madrid*, 116.
- Orihuela Tacuri, C. D. (2014). Evaluación de la diversidad genética de tres poblaciones de *Caesalpinia spinosa* procedentes de Cajamarca, Junín y Ayacucho mediante marcadores morfométricos de frutos y marcadores moleculares RAPD. *Unmsm*, 1 76.
- Osuna, J. A., Nolasco, Y., Herrera, J. A., & Guzmán, S. H. (2017). Influence of climate and roughness on the tolerance to refrigeration of avocado 'Hass'. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19(1), 3911-3921.

- Palacio, F. X., Apodaca, M. J., & Crisci, J. V. (2020). *Análisis multivariado para datos biológicos*.
- Pardo, C. E. (2020). Estadística descriptiva multivariada. *Estadística descriptiva multivariada*, 266. <https://doi.org/10.36385/fcbog-5-0>
- Rubio de Casas, R., Willis, C. G., Pearse, W. D., Baskin, C. C., Baskin, J. M., & Cavender-Bares, J. (2017). Global biogeography of seed dormancy is determined by seasonality and seed size: A case study in the legumes. *New Phytologist*, 214(4), 1527-1536. <https://doi.org/10.1111/nph.14498>
- Salazar-García, S., González-Duran, I. J. L., & Tapia-Vargas, L. M. (2011). Influencia del clima, humedad del suelo y época de floración sobre la biomasa y composición nutrimental de Frutos de aguacate «hass» en michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(2), 183-194.
- Sangay Tucto, S., & Duponnois, R. (2018). Ecological characteristics of Tara (*Caesalpinia spinosa*), a multipurpose legume tree of high ecological and commercial value. *Agricultural Research Updates*, 22(April 2019), 189-208.
- Sangay-Tucto, S., & Duponnois, R. (2018). Legume tree of high ecological and commercial value (*caesalpinia spinosa*), a multipurpose complimentary contributor copy. *Chapter*, 22(January), 21. https://www.researchgate.net/publication/324220472_Ecological_characteristics_of_Tara_Caesalpinia_spinosa_a_multipurpose_legume_tree_of_high_ecological_and_commercial_value
- SERFOR. (2022). *Avances en la investigación sobre la tara Tara spinosa (Molina) Britton & Rose en el Perú* (Vol. 5, Número 19).
- Soper Gorden, N. L., Winkler, K. J., Jahnke, M. R., Marshall, E., Horky, J., Huddelson, C., & Etterson, J. R. (2016). Geographic patterns of seed mass are associated with climate

- factors, but relationships vary between species. *American Journal of Botany*, 103(1), 60-72. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500295>
- Tusell, F. (2011). Análisis de regresión introducción teórica y practica basada en R. *Adolescence*.
- Vidaković, A., & Poljak, I. (2024). Fruit morphological variability and chemical composition in European wild pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) natural populations. *Genetic Resources and Crop Evolution*. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-01912-9>
- Villena, J. (2018). Variabilidad morfológica de la taya, *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, en bosques naturales de nueve provincias de Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*, 146.
- Villena, J. (2021). Origen y domesticación de *Tara spinosa* (Leguminosae , Caesalpinioideae). *Lilloa*, 58(2), 131-159. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2021.58.2/2021.11.14>
- Villena, J. J. (2021). Origen y domesticación de *Tara spinosa* (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Lilloa*, 58(2), 131-159. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2021.58.2/2021.11.14>
- Villena, J. J., Chávarry, P. M., Seminario, J. F., & Sovero, G. M. (2022). Caracteres morfométricos como indicadores de calidad de sitio de *Tara spinosa* (Leguminosae, Caesalpinioideae) en Cajamarca, Perú. *Lilloa*, 33-50. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.1/2022.04.01>
- Villena, J., Seminario, J. F., & 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>
- Wahbi, J., Kaouther, M., Lamia, H., Mohsen, H., & Larbi, K. M. (2013). *Acacia tortilis* (Forsk) Hayne subsp *raddiana* (Savi) in a North African pseudo-savanna: Morphological

- variability and seed characteristics. *African Journal of Agricultural Research*, 8(21), 2482-2492. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.2366>
- Xia, K., Daws, M. I., & Peng, L. L. (2022). Climate drives patterns of seed traits in *Quercus* species across China. *New Phytologist*, 234(5), 1629-1638. <https://doi.org/10.1111/nph.18103>
- Yepes, A., & Buckeridge, M. S. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global—Revisión. *Colombia Forestal*, 14(2), 213. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.2.a06>
- Zhao, P., Li, X., Ran, R., Sun, H., Zhao, J., & Chen, G. (2022). Precipitation and local environment shape the geographic variation of seed size across natural populations of sand rice (*Agriophyllum squarrosum*). *Journal of Experimental Botany*, 73(16), 5682-5697. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac231>

CAPÍTULO VII.

ANEXOS

Tabla 9

Descripción de los morfotipos de T. spinosa

Entrada	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	Morfotipo	Lugar	Distrito	Provincia	Región	Altitud	Este	Norte
1	7.80	1.60	0.38	2.30	5	1.35	4.89	0.76	0.57	0.37	0.73	0.20	1.34	Roja	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2756	776649	9206921
2	8.20	1.54	0.53	1.80	5	1.87	5.33	0.83	0.67	0.38	0.70	0.17	1.23	Roja	San Miguel de Matarita	Asunción	Cajamarca	Cajamarca	1709	769999	9192207
3	8.20	1.54	0.53	1.80	5	1.87	5.33	0.83	0.67	0.38	0.70	0.17	1.23	Roja	San Miguel de Matarita	Asunción	Cajamarca	Cajamarca	1823	769982	9192187
4	7.98	2.04	0.54	2.69	5	1.71	3.92	0.83	0.66	0.40	1.09	0.19	1.25	Jancos	San Miguel de Matarita	Asunción	Cajamarca	Cajamarca	1826	769960	9192173
5	10.13	1.77	0.35	2.52	5	1.13	5.73	0.85	0.72	0.35	0.47	0.15	1.19	Roja	San Miguel de Matarita	Asunción	Cajamarca	Cajamarca	1820	769930	9192207
6	10.13	1.77	0.35	2.52	5	1.13	5.73	0.85	0.72	0.35	0.47	0.15	1.19	Blanca	San Miguel de Matarita	Asunción	Cajamarca	Cajamarca	1809	769986	9192230
7	7.83	1.68	0.55	2.41	5	1.25	4.65	0.81	0.64	0.43	0.82	0.18	1.26	Roja	San Miguel de Matarita	Asunción	Cajamarca	Cajamarca	2029	770220	9191056
8	6.94	1.66	0.49	2.77	5	1.25	4.19	0.88	0.66	0.52	1.24	0.23	1.34	Roja	San Juan	San Juan	Cajamarca	Cajamarca	2174	774600	9193648
9	7.06	1.54	0.40	2.09	4	1.11	4.58	0.80	0.62	0.43	0.74	0.18	1.28	Roja	San Juan	San Juan	Cajamarca	Cajamarca	2195	774639	9193672
10	7.38	1.56	0.25	1.77	5	0.89	4.72	0.82	0.62	0.44	0.54	0.11	1.32	Blanca	San Juan	San Juan	Cajamarca	Cajamarca	2151	774529	9193600
11	7.31	1.52	0.22	1.56	4	0.70	4.80	0.78	0.58	0.29	0.55	0.10	1.35	Blanca	San Juan	San Juan	Cajamarca	Cajamarca	2169	774550	9193606
12	8.76	1.77	0.31	2.61	5	2.20	4.96	0.89	0.67	0.38	0.86	0.17	1.32	Blanca	San Juan	San Juan	Cajamarca	Cajamarca	2175	774571	9193636
13	7.46	1.64	0.35	2.28	5	1.33	4.55	0.77	0.61	0.38	0.65	0.15	1.25	Blanca	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	1789	764538	9194972
14	6.53	1.53	0.30	1.93	5	1.00	4.28	0.82	0.63	0.46	0.63	0.15	1.29	Roja	Malcas	Condebamba	Cajabamba	Cajamarca	2051	815555	9168977
15	6.15	1.50	0.34	2.02	5	1.03	4.09	0.87	0.60	0.41	0.79	0.17	1.44	Blanca	Malcas	Condebamba	Cajabamba	Cajamarca	2053	815602	9168949
16	6.43	1.52	0.28	1.70	4	1.04	4.24	0.84	0.60	0.60	0.45	0.13	1.40	Blanca	Malcas	Condebamba	Cajabamba	Cajamarca	2057	815639	9168917
17	7.77	1.64	0.28	2.12	4	1.24	4.73	0.90	0.80	0.37	0.75	0.17	1.12	Blanca	Malcas	Condebamba	Cajabamba	Cajamarca	2060	815665	9168890
18	7.35	1.66	0.27	2.08	4	1.17	4.43	0.94	0.72	0.36	0.70	0.19	1.32	Blanca	Malcas	Condebamba	Cajabamba	Cajamarca	2063	815715	9168876
19	9.02	1.94	0.19	2.56	6	1.78	4.66	0.84	0.66	0.27	0.69	0.12	1.26	Roja	Chuclálas	Celendín	Cajamarca	Cajamarca	2440	813168	9245285
20	8.10	1.73	0.36	3.12	5	1.69	4.68	0.88	0.67	0.44	1.14	0.21	1.32	Blanca	Chuclálas	Celendín	Cajamarca	Cajamarca	2297	813236	9245762
21	8.43	1.86	0.43	2.98	5	2.04	4.53	0.85	0.63	0.39	0.71	0.14	1.34	Blanca	Juque	Cupisnique	Contumazá	Cajamarca	2278	719108	9183369
22	8.11	1.99	0.42	3.47	5	2.40	4.07	0.98	0.73	0.41	1.06	0.23	1.34	Roja	El Obraje	Querocoto	Chota	Cajamarca	2095	718158	9294126
23	9.11	1.72	0.50	3.48	5	2.12	5.30	0.98	0.66	0.48	1.15	0.24	1.50	Roja	El Rocoto	Querocoto	Chota	Cajamarca	2195	720059	9291967

Entrada	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	Morfotipo	Lugar	Distrito	Provincia	Región	Altitud	Este	Norte
24	8.62	1.94	0.41	3.49	6	2.27	4.45	0.93	0.67	0.39	1.04	0.19	1.39	Roja	Mayhuasi	Bambamarca	Hualgayoc	Cajamarca	2603	772886	9256107
25	7.98	1.73	0.40	2.76	5	1.52	4.60	0.87	0.75	0.44	1.05	0.22	1.15	Roja	El Cedro	San Marcos	San Marcos	Cajamarca	2895	810714	9200926
26	8.71	1.78	0.30	2.83	4	2.43	4.90	0.85	0.67	0.32	0.55	0.15	1.27	Blanca	Jancos	San Pablo	San Pablo	Cajamarca	2032	737845	9221831
27	7.69	1.67	0.29	2.21	5	1.68	4.61	0.83	0.60	0.29	0.53	0.11	1.40	Blanca	Jancos	San Pablo	San Pablo	Cajamarca	2039	737821	9221811
28	8.21	1.80	0.39	2.53	5	1.95	4.55	0.84	0.67	0.38	0.67	0.18	1.26	Blanca	Jancos	San Pablo	San Pablo	Cajamarca	2063	738072	9221751
29	7.94	1.82	0.26	2.43	4	2.14	4.35	0.77	0.61	0.16	0.35	0.07	1.26	Blanca	Jancos	San Pablo	San Pablo	Cajamarca	2083	738041	9221719
30	6.90	1.93	0.33	2.63	5	2.02	3.58	0.88	0.66	0.58	0.58	0.13	1.33	Jancos	Jancos	San Pablo	San Pablo	Cajamarca	2142	737801	9221617
31	7.46	1.59	0.34	2.33	5	1.62	4.68	0.86	0.70	0.33	0.67	0.14	1.23	Roja	C.P. Silverio	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1707	728341	9270326
32	8.20	1.43	0.37	2.29	5	1.46	5.73	0.78	0.68	0.35	0.84	0.16	1.15	Roja	C.P. Chian	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1896	729304	9268915
33	7.84	1.53	0.30	1.95	2	1.60	5.11	0.85	0.68	0.26	0.31	0.12	1.25	Blanca	C.P. El Porvenir	Santa Cruz	Santa Cruz	Cajamarca	1560	730529	9271520
34	9.39	1.51	0.36	2.20	5	1.46	6.23	0.82	0.63	0.37	0.76	0.15	1.30	Blanca	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	1845	765498	9195628
35	7.79	1.59	0.23	1.69	5	1.22	4.90	0.71	0.55	0.30	0.39	0.10	1.28	Blanca	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	1929	765527	9195751
36	9.19	1.68	0.35	2.54	5	1.86	5.47	0.82	0.61	0.37	0.64	0.16	1.35	Blanca	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	1910	765474	9195726
37	9.21	1.63	0.37	2.76	6	1.57	5.64	0.77	0.62	0.43	0.90	0.16	1.24	Blanca	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	1909	765469	9195692
38	9.06	1.60	0.36	2.86	6	1.94	5.66	0.87	0.64	0.43	0.94	0.24	1.36	Roja	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	2059	765894	9197326
39	8.21	1.66	0.29	2.24	5	1.65	4.96	0.81	0.63	0.38	0.68	0.16	1.29	Roja	Choropampa	Magdalena	Cajamarca	Cajamarca	1965	765688	9196829
40	9.75	1.89	0.55	3.45	5	2.56	5.15	1.00	0.69	0.42	0.92	0.22	1.45	Blanca	Sta. Cruz de Toledo	Sta. Cruz de Toledo	Contumazá	Cajamarca	2335	738565	9187736
41	9.64	1.79	0.53	3.55	6	2.38	5.40	0.97	0.70	0.46	1.29	0.22	1.37	Blanca	Sta. Cruz de Toledo	Sta. Cruz de Toledo	Contumazá	Cajamarca	2340	738411	9187776
42	7.36	1.62	0.56	2.16	5	2.53	4.54	0.77	0.67	0.40	1.28	0.26	1.15	Roja	Agua salada	Chancay Baños	Santa Cruz	Cajamarca	2333	734010	9273375
43	8.14	2.10	0.69	3.73	5	1.30	3.88	1.04	0.80	0.46	0.88	0.17	1.30	Jancos	Tambillo	Chancay Baños	Santa Cruz	Cajamarca	1400	735067	9277760
44	7.25	1.81	0.58	2.28	4	0.91	4.00	0.58	0.47	0.30	0.71	0.12	1.24	Blanca	Lacas	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2340	798672	9193098
45	7.98	1.84	0.54	2.76	5	1.92	4.33	0.78	0.64	0.41	0.86	0.16	1.22	Roja	Lacas	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2285	797706	9193847
46	8.42	1.94	0.68	3.01	5	1.78	4.33	0.96	0.76	0.49	1.22	0.22	1.26	Roja	Lucmacucho	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2800	772921	9208907
47	8.41	1.91	0.69	2.76	6	1.61	4.40	0.86	0.70	0.47	1.15	0.20	1.23	Blanca	Corisorgona	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2864	771548	9208623
48	6.21	1.85	0.69	2.08	4	1.28	3.36	0.90	0.70	0.49	0.80	0.20	1.29	Blanca	Corisorgona	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2876	771517	9208615
49	8.98	1.87	0.69	2.99	5	1.80	4.81	0.93	0.74	0.47	1.19	0.23	1.25	Blanca	Corisorgona	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2904	771490	9208688
50	8.37	1.88	0.75	2.80	5	1.85	4.45	0.81	0.69	0.47	0.94	0.18	1.16	Blanca	Ronquillo	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2827	772066	9208044
51	8.44	1.81	0.67	2.53	6	1.54	4.67	0.86	0.71	0.42	0.98	0.17	1.20	Blanca	Ronquillo	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2825	772159	9207920
52	8.91	2.16	0.71	3.21	6	2.04	4.12	0.95	0.79	0.43	1.17	0.21	1.20	Blanca	Ronquillo	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2703	772160	9207923

Entrada	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	Morfotipo	Lugar	Distrito	Provincia	Región	Altitud	Este	Norte
53	7.69	1.97	0.66	2.75	5	1.90	3.91	0.84	0.64	0.43	0.85	0.16	1.32	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2704	776949	9206942
54	8.62	2.24	0.76	3.15	5	2.10	3.86	0.88	0.75	0.50	1.05	0.20	1.16	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2705	776635	9206928
55	8.30	2.15	0.77	3.15	6	2.02	3.86	0.90	0.73	0.45	1.13	0.19	1.23	Roja	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2708	776621	9206878
56	8.51	2.01	0.71	2.85	6	1.51	4.23	0.93	0.71	0.51	1.34	0.24	1.30	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2707	776630	9206861
57	9.02	2.46	0.86	4.68	5	3.57	3.67	0.97	0.74	0.45	1.12	0.22	1.31	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2711	776429	9206780
58	8.70	2.12	0.77	3.61	6	2.30	4.10	0.94	0.72	0.50	1.31	0.23	1.31	Roja	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2708	776417	9207172
59	7.65	1.75	0.72	2.61	6	1.45	4.37	0.93	0.65	0.49	1.16	0.20	1.42	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2708	776441	9207173
60	9.12	2.14	0.80	3.47	6	2.25	4.27	0.91	0.71	0.47	1.22	0.20	1.29	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2704	776558	9207171
61	8.56	2.02	0.74	2.93	6	1.67	4.25	0.98	0.75	0.45	1.27	0.21	1.31	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2699	776755	9207027
62	9.50	1.93	0.69	2.93	6	1.68	4.93	0.91	0.71	0.47	1.24	0.20	1.28	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2705	776373	9206822
63	9.44	2.23	0.75	3.57	6	2.14	4.23	1.02	0.80	0.47	1.43	0.25	1.27	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2707	776367	9206924
64	9.09	2.04	0.73	2.97	5	2.00	4.46	0.92	0.79	0.46	0.97	0.20	1.15	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2713	776500	9206733
65	8.90	1.76	0.73	2.85	6	1.52	5.07	0.89	0.69	0.52	1.33	0.21	1.28	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2710	776550	9206766
66	7.68	2.19	0.77	2.96	6	1.77	3.50	0.98	0.73	0.48	1.19	0.21	1.33	Blanca	UNC	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2850	776556	9206767
67	9.71	2.23	0.81	4.09	6	2.60	4.35	0.97	0.80	0.48	1.49	0.25	1.22	Blanca	Shucopampa	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2856	774728	9204916
68	6.86	1.77	0.70	2.02	5	1.15	3.88	0.84	0.68	0.52	0.87	0.17	1.25	Roja	Shucopampa	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2862	774615	9204920
69	7.33	1.87	0.69	2.36	5	1.37	3.92	0.89	0.78	0.47	0.99	0.20	1.14	Blanca	Shucopampa	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2859	774614	9204920
70	9.32	2.20	0.67	3.47	5	2.39	4.24	0.99	0.81	0.47	1.08	0.22	1.22	Blanca	Shudal	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2880	775174	9204187
71	9.78	1.96	0.72	2.98	5	1.99	4.99	0.86	0.74	0.47	0.99	0.19	1.16	Blanca	Chinchimarca	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2768	775016	9204696
72	8.46	2.06	0.70	2.88	6	1.76	4.10	0.92	0.72	0.49	1.12	0.19	1.27	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2562	789669	9197734
73	8.43	2.01	0.74	3.44	6	2.23	4.19	0.96	0.76	0.48	1.21	0.20	1.26	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2554	789846	9197623
74	8.56	2.10	0.70	3.46	6	2.16	4.08	1.02	0.75	0.48	1.30	0.22	1.35	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2555	789924	9197563
75	7.97	2.29	0.74	3.66	4	2.68	3.48	1.06	0.78	0.47	0.99	0.22	1.36	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2557	789722	9198012
76	8.53	1.75	0.67	2.55	5	1.58	4.86	0.87	0.72	0.48	0.97	0.18	1.21	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2555	789799	9198122
77	7.59	1.91	0.70	2.75	5	1.73	3.98	1.01	0.74	0.48	1.01	0.19	1.36	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2501	790277	9198151
78	8.94	2.06	0.68	3.25	6	2.22	4.33	1.00	0.75	0.44	1.03	0.18	1.33	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2499	790414	9198120
79	6.92	1.83	0.83	2.37	5	1.43	3.78	0.98	0.74	0.49	0.94	0.18	1.34	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2550	789682	9198240
80	7.46	2.13	0.74	3.26	5	2.25	3.50	1.03	0.76	0.46	1.01	0.19	1.36	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2569	789353	9198153
81	8.45	2.09	0.75	3.17	5	2.23	4.05	0.94	0.70	0.47	0.95	0.18	1.33	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2574	789134	9198284

Entrada	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	Morfotipo	Lugar	Distrito	Provincia	Región	Altitud	Este	Norte
82	7.74	1.70	0.70	2.37	6	1.37	4.55	0.83	0.68	0.48	0.99	0.17	1.22	Blanca	Jesús	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2544	789021	9198437
83	8.78	2.24	0.75	3.36	5	2.30	3.92	0.99	0.76	0.46	1.06	0.21	1.29	Blanca	Huaraclla	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2524	789035	9198500
84	7.88	2.07	0.73	3.02	5	1.97	3.80	1.03	0.76	0.47	1.05	0.20	1.34	Blanca	Huaraclla	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2527	788863	9198607
85	7.35	2.08	0.71	2.97	5	2.06	3.53	1.00	0.71	0.45	0.92	0.17	1.41	Blanca	Huaraclla	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2538	788730	9198546
86	7.77	2.15	0.78	3.63	6	2.33	3.61	1.10	0.76	0.47	1.30	0.24	1.45	Blanca	Huaraclla	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2582	788827	9198254
87	8.20	1.82	0.68	2.55	6	1.47	4.50	0.86	0.70	0.49	1.08	0.19	1.24	Blanca	Huaraclla	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2593	788629	9198092
88	7.66	2.12	0.76	3.21	5	2.19	3.61	1.02	0.87	0.46	1.02	0.19	1.18	Blanca	Yanamarca	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2596	788365	9198150
89	8.39	1.87	0.73	2.94	5	1.81	4.48	0.91	0.72	0.49	1.13	0.21	1.26	Blanca	Yanamarca	Jesús	Cajamarca	Cajamarca	2600	788023	9198336

Figura 15

Prueba de distribución de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para las variables cuantitativas de fruto y semilla de T. spinosa

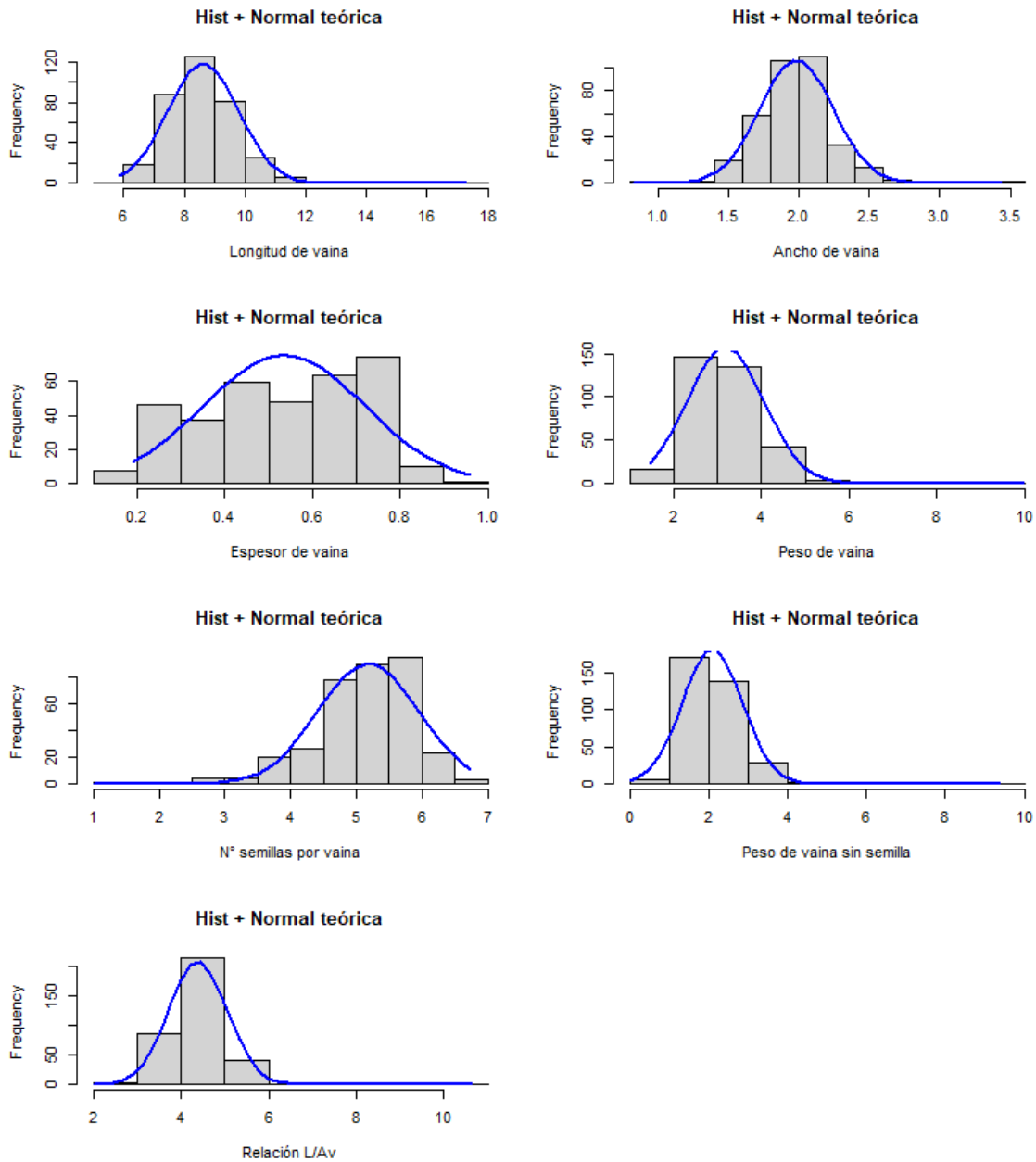


Figura 16

Distribución normal de los datos cuantitativos de la semilla de “T. spinosa”, donde las barras se distribuyen de forma simétrica respecto al valor medio.

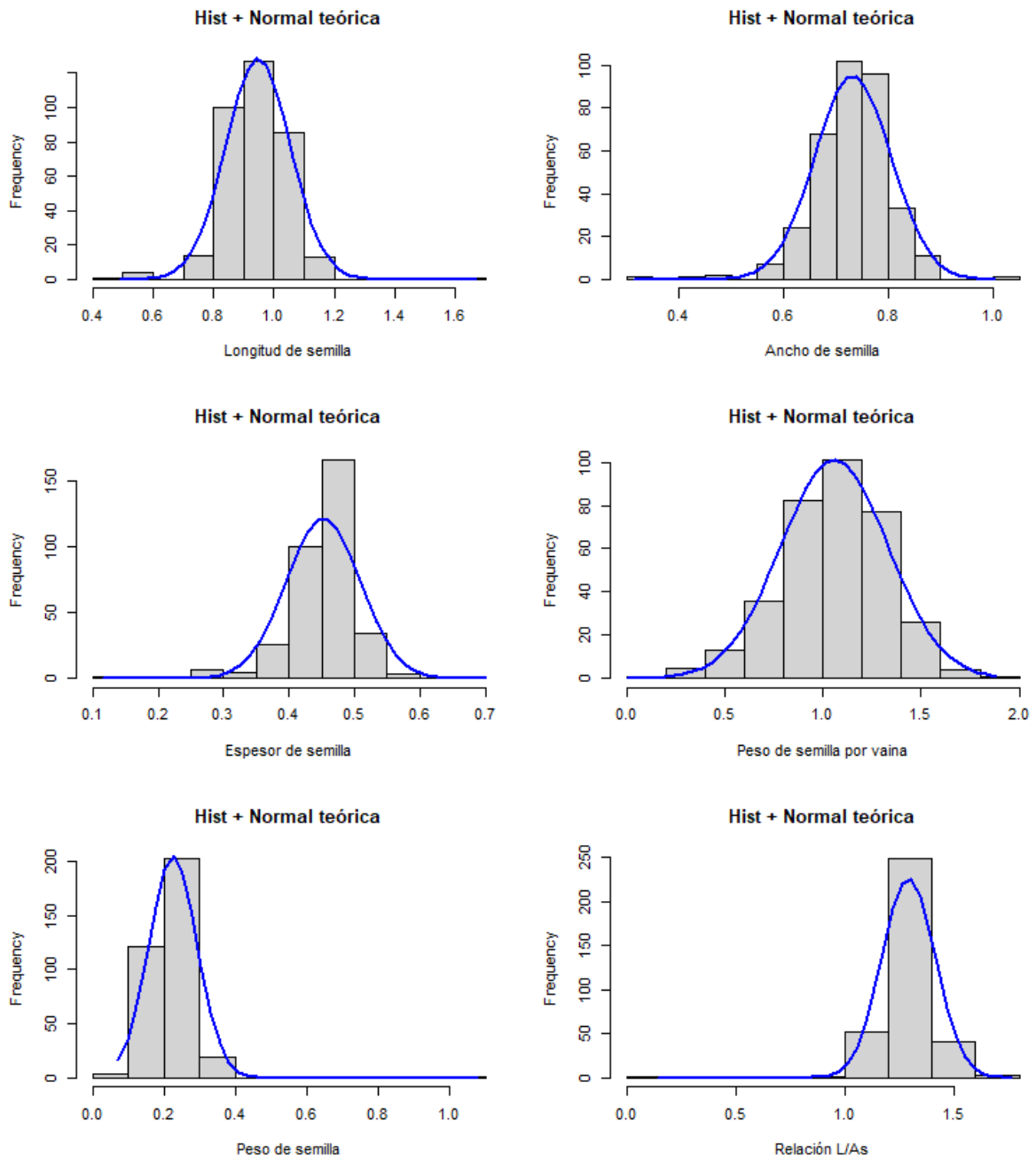


Figura 17

*Mapa de ubicación de las provincias de las colectas de los morfotipos de *T. spinosa*.*

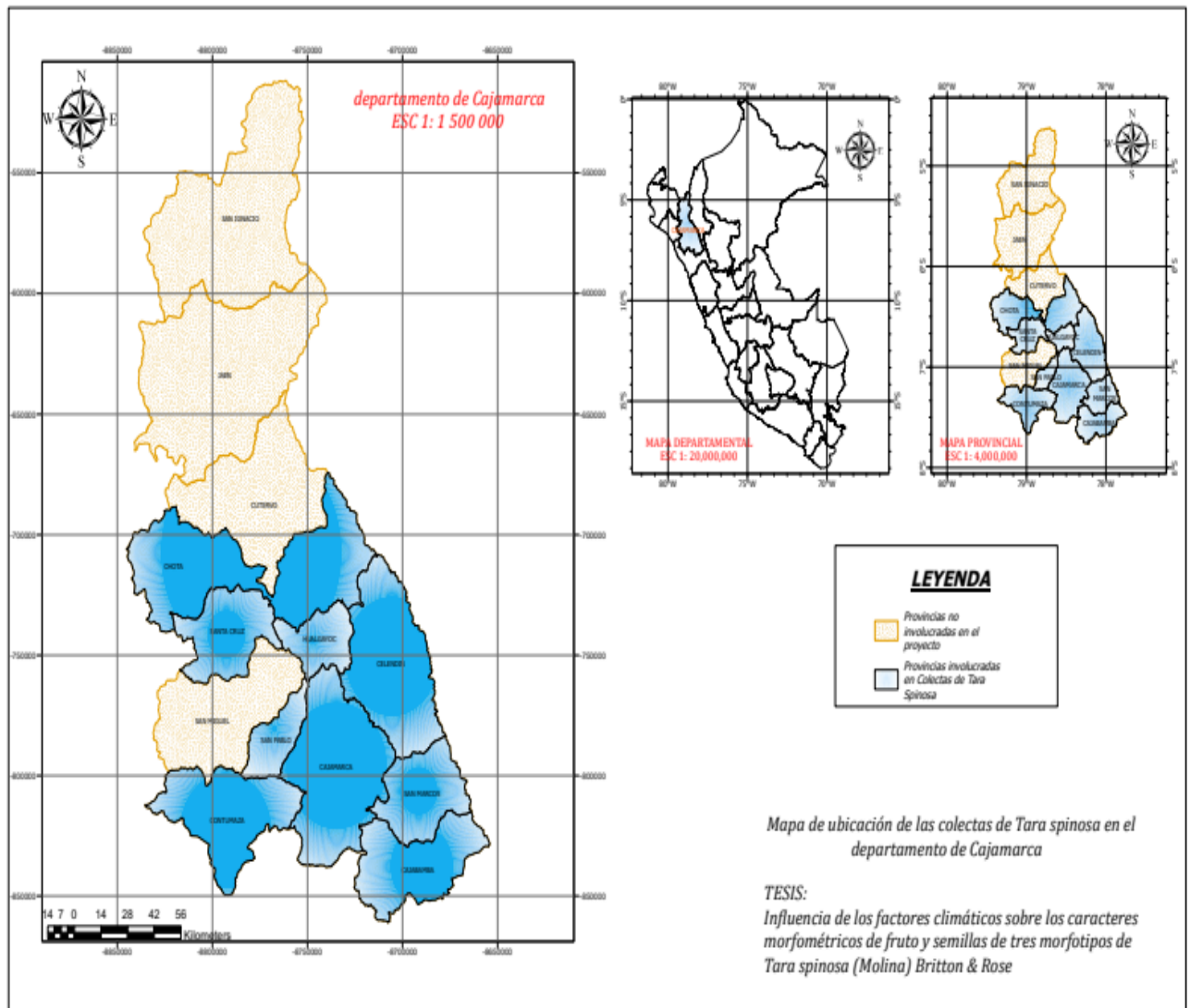


Figura 18

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de *T. spinosa* en la provincia de Cajamarca.

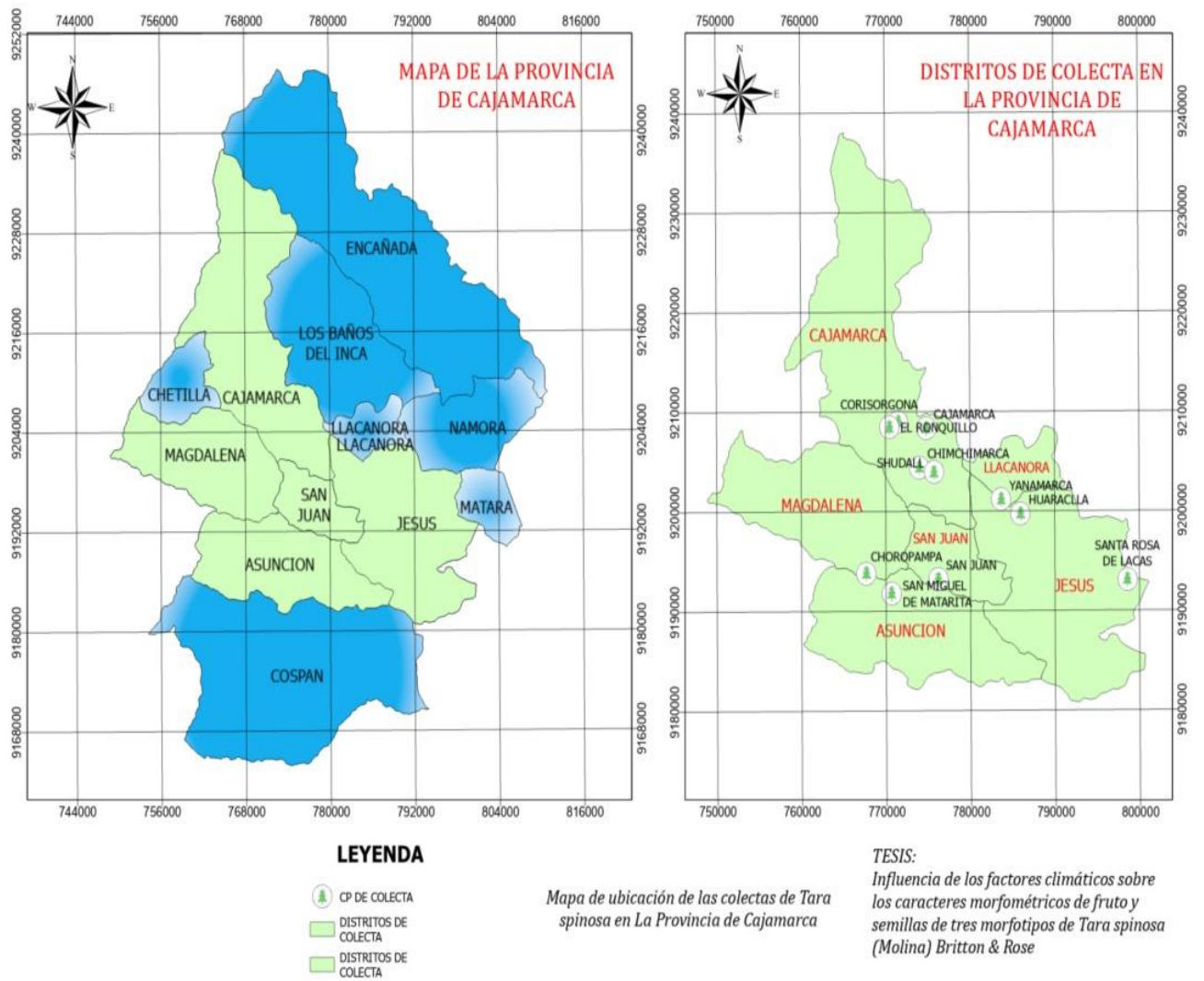
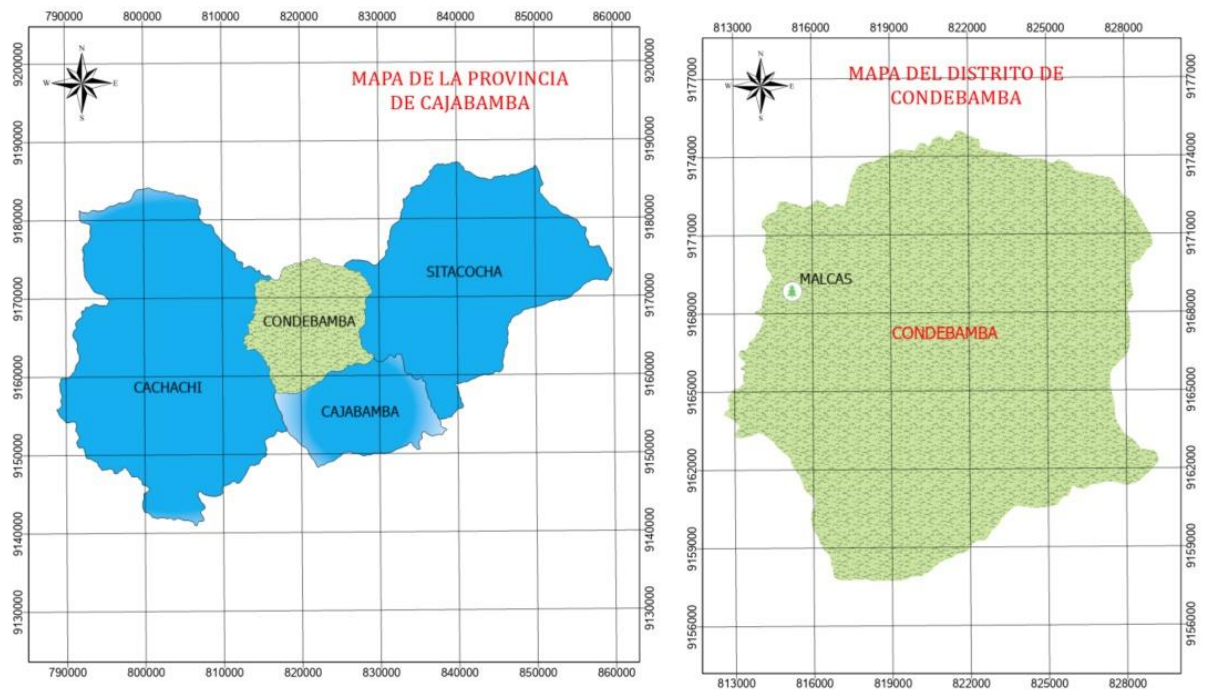


Figura 19

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de T. spinosa en la provincia de Cajabamba.



LEYENDA

- CP DE COLECTA
- DISTRITO DE CONDEBAMBA

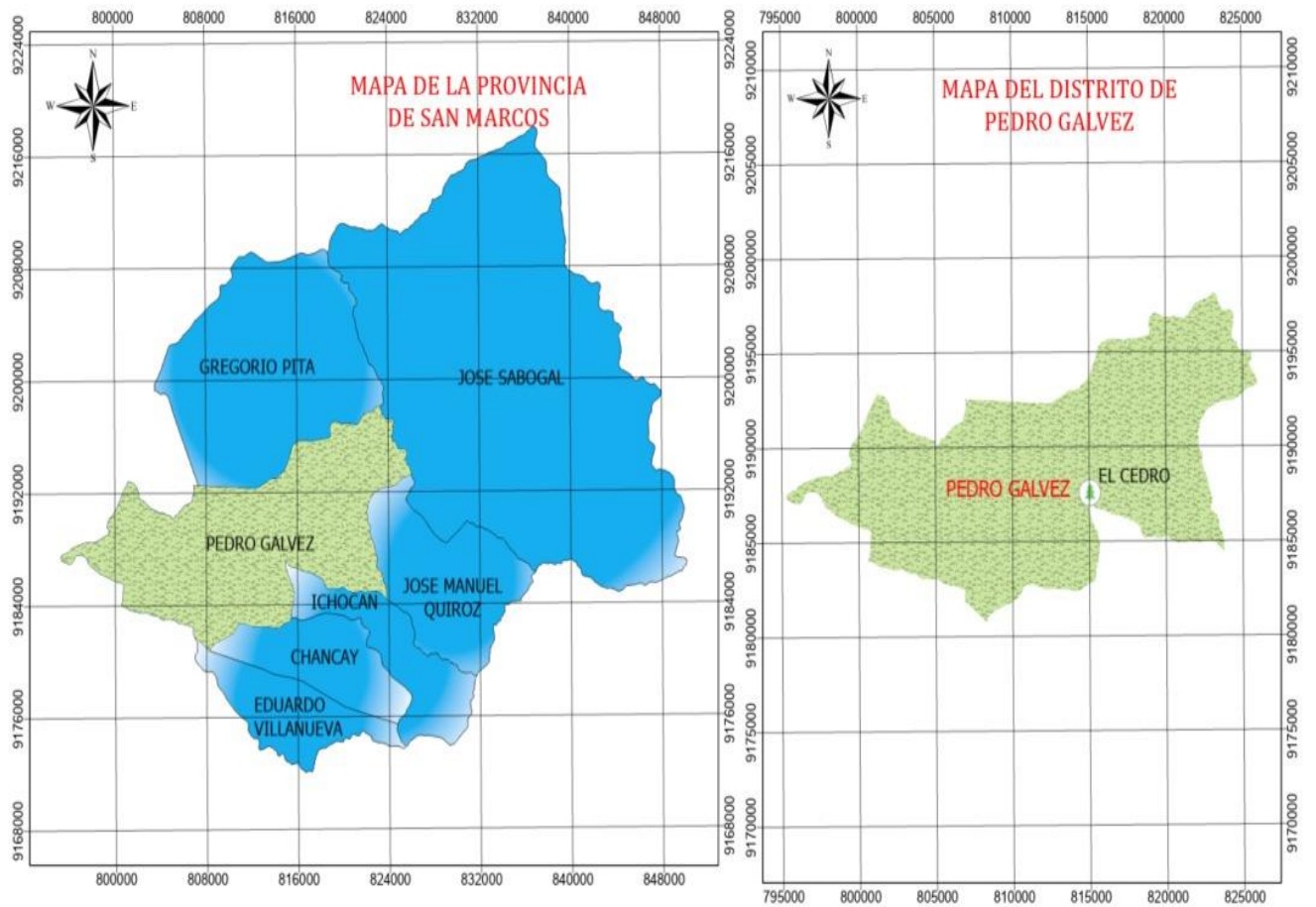
Mapa de ubicación de las colectas de *Tara spinosa* en La Provincia de Cajabamba

TESIS:

*Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose*

Figura 20

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de T. spinosa en la provincia de San Marcos.



LEYENDA

-  CP DE COLECTA
-  DISTRITO DE PEDRO GALVEZ

Mapa de ubicación de las colectas de Tara spinosa en La Provincia de San Marcos

*TESIS:
Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose*

Figura 21

*Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de *T. spinosa* en la provincia de Celendin.*

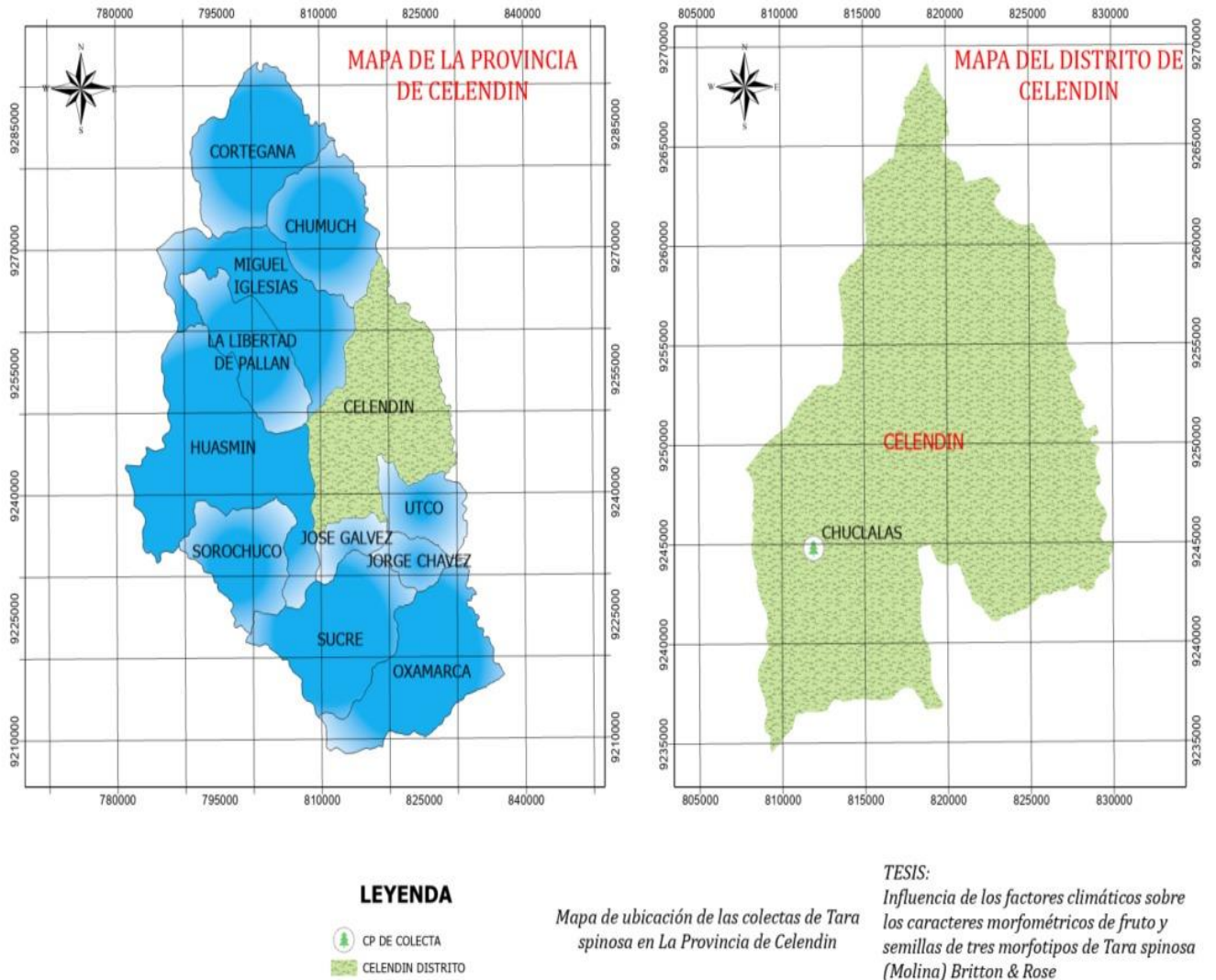


Figura 22

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de *T. spinosa* en la provincia de Contumazá.

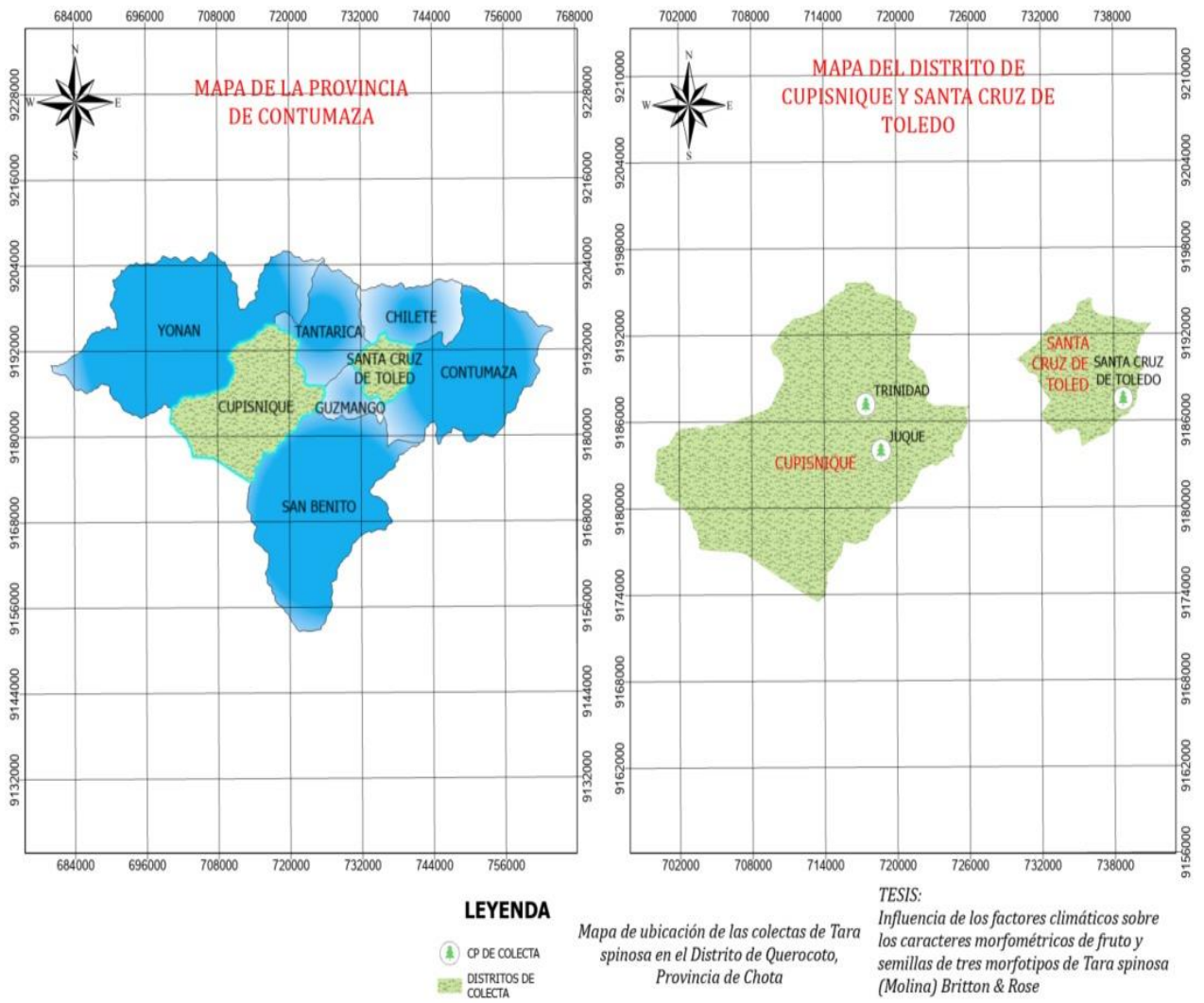
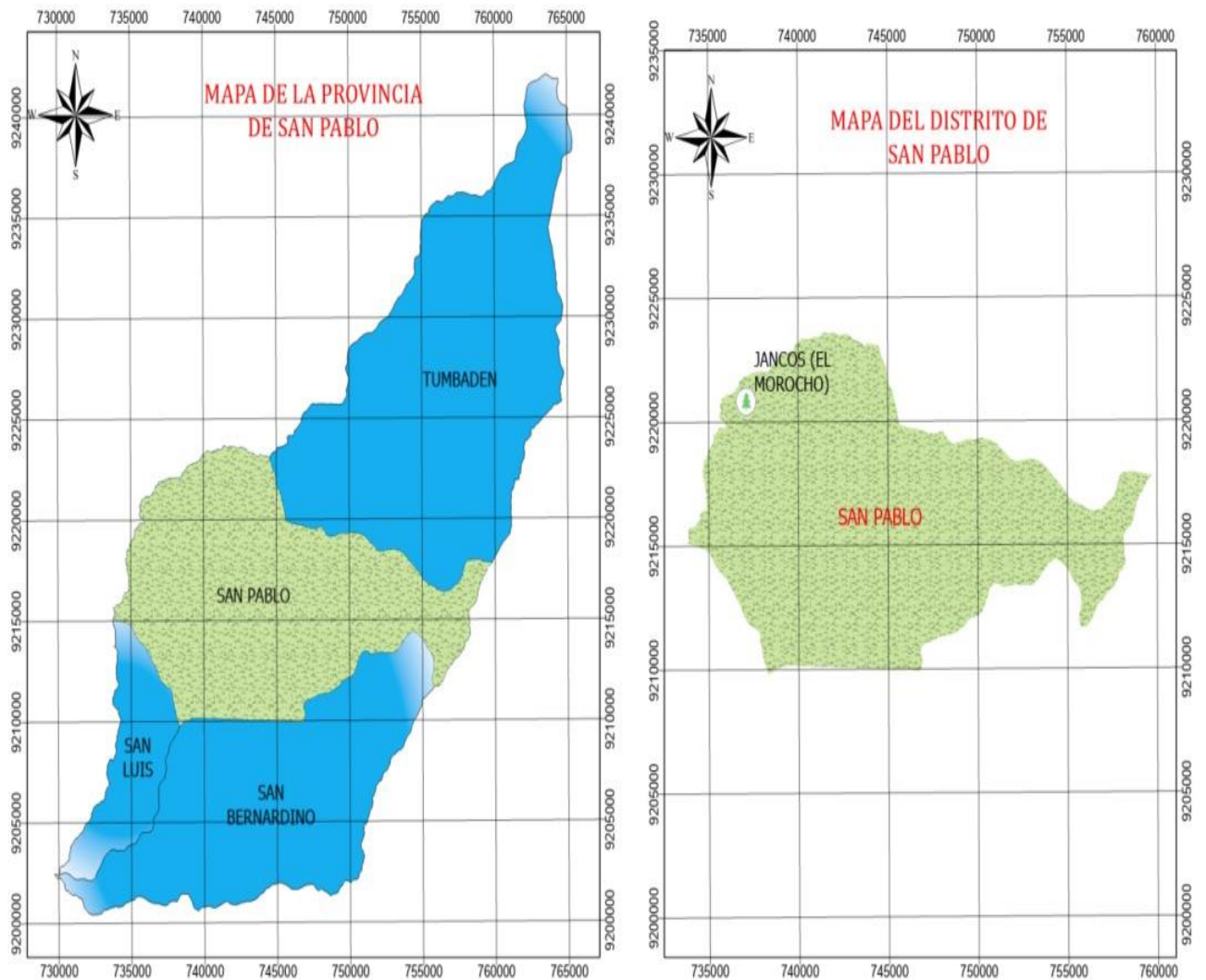


Figura 23

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de T. spinosa en la provincia de San Pablo.



LEYENDA

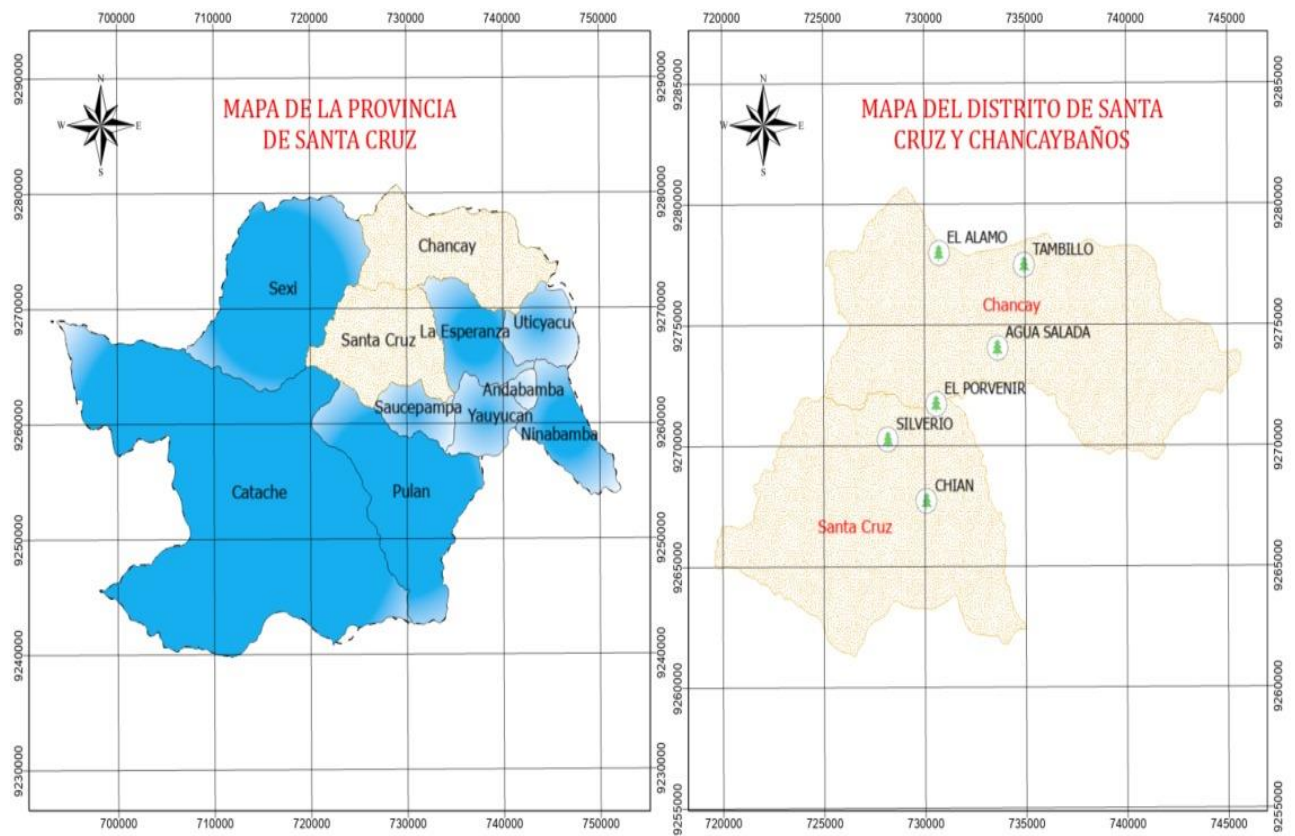
-  CP DE COLECTA
-  SAN PABLO DISTRITO

Mapa de ubicación de las colectas de Tara spinosa en La Provincia de San Pablo

*TESIS:
Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose*

Figura 24

*Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de *T. spinosa* en la provincia de Santa Cruz.*



LEYENDA

-  CENTROS POBLADOS DE COLECTA
-  DISTRITOS DE COLECTA

*Mapa de ubicación de las colectas de *Tara spinosa* en La Provincia de Santa Cruz*

*TESIS:
Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de *Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose*

Figura 25

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de T. spinosa en la provincia de Chota.

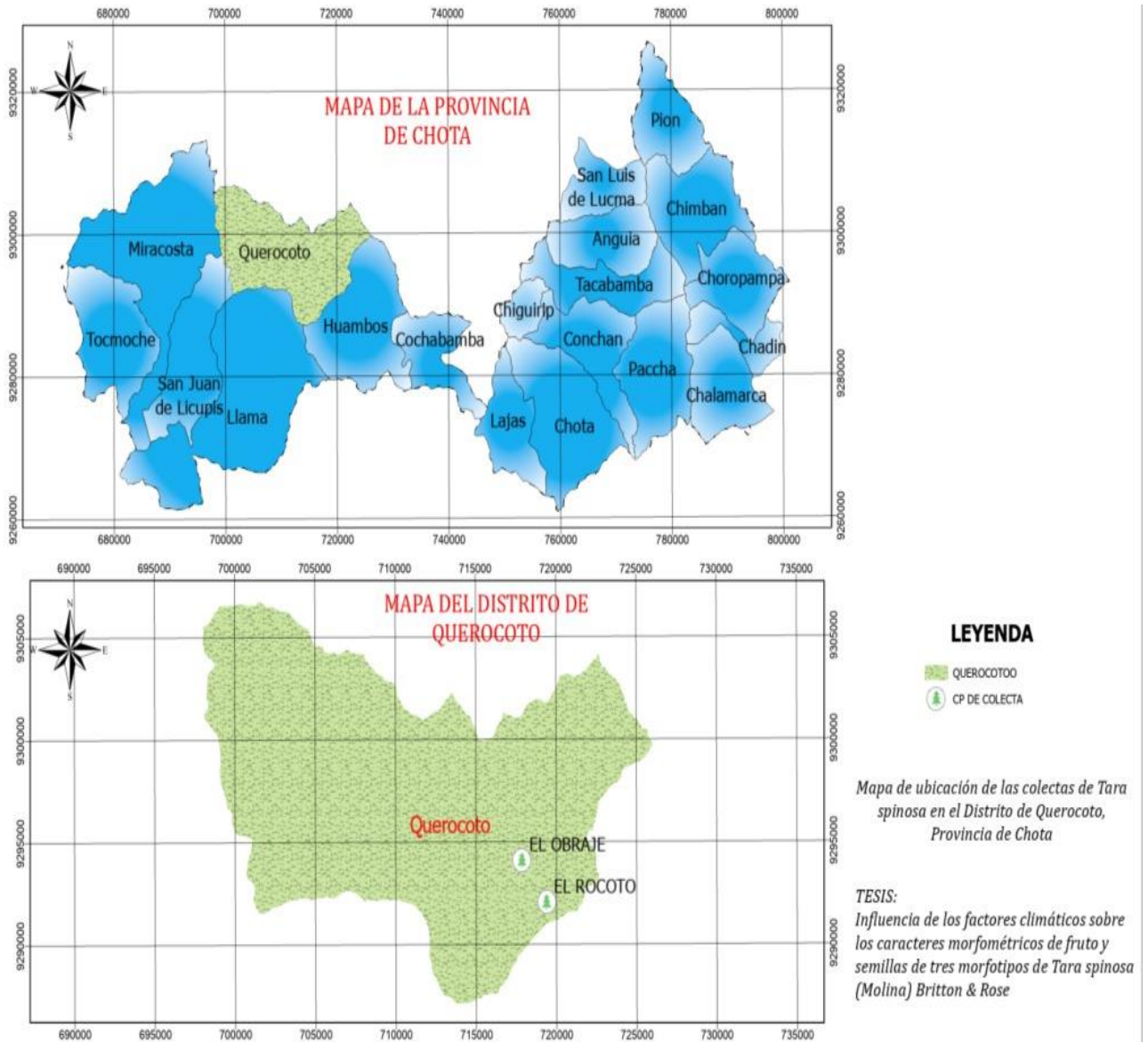
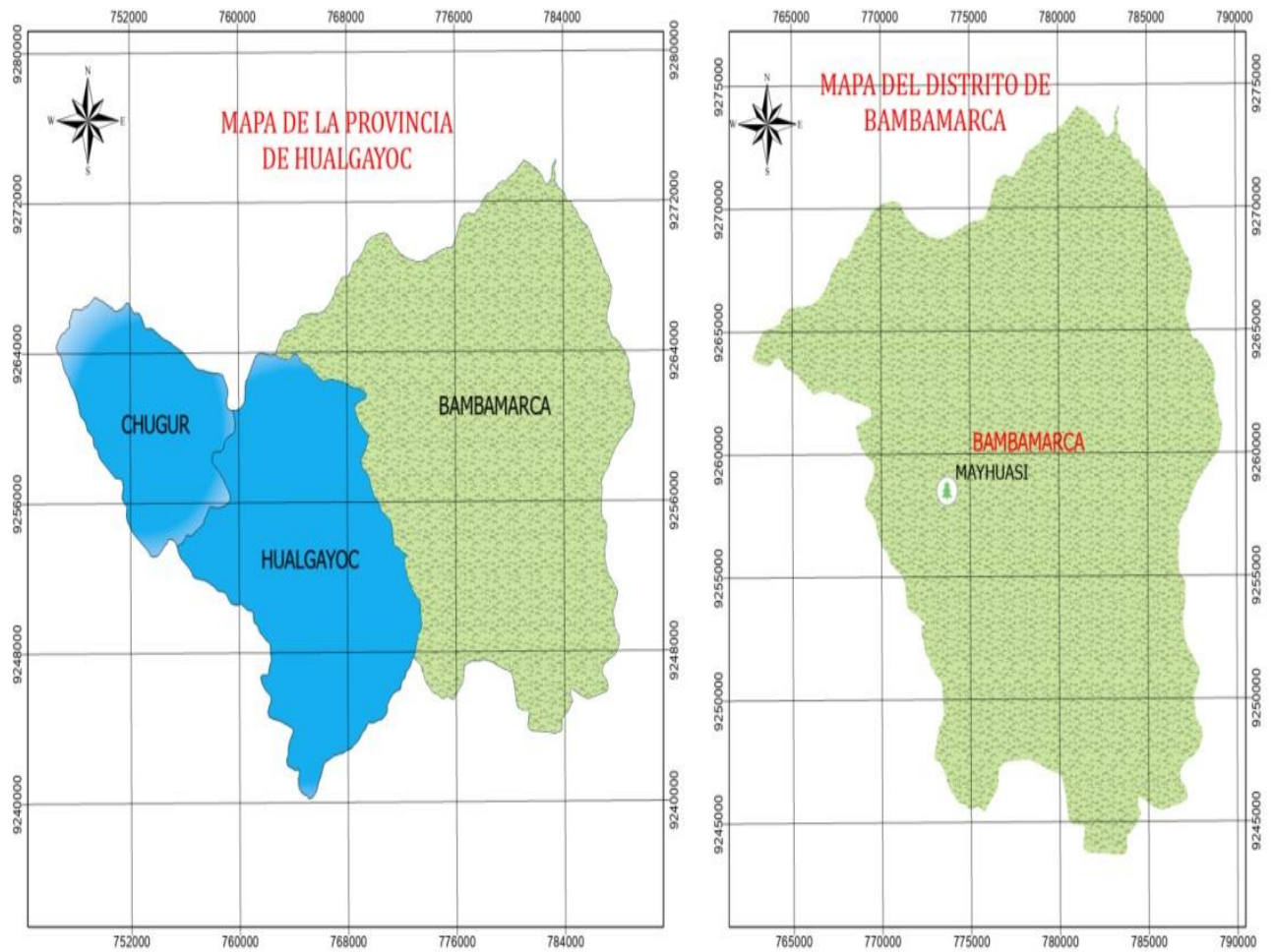


Figura 26

Mapa de ubicación de las colectas de los morfotipos de T. spinosa en la provincia de Huagayoc.



LEYENDA

-  CP DE COLECTA
-  DISTRITO DE BAMBAMARCA

Mapa de ubicación de las colectas de Tara spinosa en la Provincia de Hualgayoc

*TESIS:
Influencia de los factores climáticos sobre los caracteres morfométricos de fruto y semillas de tres morfotipos de Tara spinosa (Molina) Britton & Rose*

Tabla 10*Correlación entre factores climáticos y caracteres morfométricos de morfotipos de T. spinosa*

MORFOTIPO	DESCRIPTORES	FACTORES	CORRELACIÓN	FACTORES ACP
Blanca	Lado opuesto al sol color blanco o crema o ambos lados crema o pajizo.	VH2O-AV	0,51	VVT-VH2O-EV
		VVT-AV	0,51	Tmin-L/As
		VH2O-EV	0,61	
		VVT-EV	0,61	
Jancos	Roja en el lado opuesto al sol y naranja rojizo en el lado soleado – relación largo ancho de la vaina.		0,91	Tmin-L/Av
		VVT-PVSS		VH2O- ES
		VH2O-PVSS	0,91	Tpro- NSV
Roja	Roja intensa al sol y Roja anaranjado en el lado opuesto.	RadS-L/Av	0,46	VVT-VH2O-EV
		Tmin-L/Av	0,41	Tmin-L/AS
		VH2O-ES	0,35	

Figura 27

Recolección de morfotipos T. spinosa.



Figura 28

Recolección de morfotipos T. spinosa.



Figura 29

Medición de vaina y semilla del morfotipo Blanca de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 30

Medición del largo de la vaina del morfotipo Blanca de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos



Figura 31

Numero de semilla por vaina del morfotipo Blanca de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 32

Peso de la semilla por vaina del morfotipo Blanca de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 33

Medición del espesor de la semilla del morfotipo Blanca de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 34

Medición del espesor de la vaina del morfotipo Jancos de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 35

Peso de la vaina del morfotipo Jancos de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 36 *Medición del ancho de la vaina del morfotipo Jancos de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.*



Figura 37

Medición de vaina y semilla del morfotipo Roja de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 38

Peso de vaina sin semilla del morfotipo Roja de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 39

Peso de la semilla por vaina del morfotipo Roja de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 40

Peso de la semilla del morfotipo Roja de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.



Figura 41

Medición del largo de la semilla del morfotipo Roja de T. spinosa de acuerdo a los caracteres morfométricos.

