

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

Morfología, poder germinativo y fenología de semillas y plántulas de
Pseudobombax cajamarcanus en la cuenca media del río Marañón,
Cajamarca, Amazonas y La Libertad

Para obtener el título
profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. SUSAN JUDITH RODRÍGUEZ ROJAS

ASESOR

PhD. MANUEL ROBERTO RONCAL RABANAL

CAJAMARCA – PERÚ


2026



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
SUSAN JUDITH RODRÍGUEZ ROJAS
DNI N° 44599504
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA AMBIENTAL
2. Asesor:
PhD. Ing. MANUEL ROBERTO RONCAL RABANAL
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado Académico o título profesional:
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título del trabajo de investigación:
"MORFOLOGÍA, PODER GERMINATIVO Y FENOLOGÍA DE SEMILLAS Y PLÁNTULAS DE PSEUDOBOMBAX CAJAMARCANUS EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MARAÑÓN, CAJAMARCA, AMAZONAS Y LA LIBERTAD"
6. Fecha de evaluación: 28/08/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 15%
9. Código documento: trnsold::3117488121522
10. Resultado de la evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha de Emisión: 28/01/2026

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 PhD. Ing. MANUEL ROBERTO RONCAL RABANAL DNI: 26717244

*En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

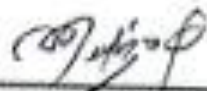
En la ciudad de Celendín, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el aula 102 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 578-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de octubre del 2025, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "MORFOLOGÍA, PODER GERMINATIVO Y FENOLOGÍA DE SEMILLAS Y PLÁNTULAS DE *Pseudobombax cajamarcense* EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MARAÑÓN, CAJAMARCA, AMAZONAS Y LA LIBERTAD", realizada por la Bachiller SUSAN JUDITH RODRÍGUEZ ROJAS para optar por el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

A las DIECISÉIS horas con TREINTA minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la APROBACIÓN por UNANIMIDAD con calificativo de DIECISÉIS (16) por tanto, el Bachiller queda expedido para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

A las DIECISIETE horas y VEINTE minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.


Dr. Agustín Emerson Medina Chávez
PRESIDENTE


Ing. M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Rojas
SECRETARIO


Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas
VOCAL


Ph.D. Manuel Roberto Roncal Rabanal
ASESOR

**COPYRIGHT © 2025 by
SUSAN JHUDITH RODRÍGUEZ ROJAS
Todos los derechos reservados**

DEDICATORIA

A mis amados padres: señor José Abdilón Rodríguez Chávez, quien desde el cielo intercede ante Dios para guiar mis pasos cada día, y a mi madre, María Yolanda Rojas Araujo, por su compañía y apoyo incondicional en este camino. Juntos han sido el más grande ejemplo de esfuerzo, humildad y superación.

A mis hijos, Ana Pula y Estéfano, mi mayor fortaleza y la fuente inagotable de inspiración que me impulsa a seguir adelante sin rendirme.

A mis hermanos, Roger y María Digna, mis sobrinos, Alexander, Cristina y Matheu cuyo cariño, consejos y apoyo emocional han sido fundamentales en este proceso.

Y al ingeniero Manuel Roncal Rabanal, por su constante respaldo y guía en este paso trascendental de mi carrera profesional.

Con gratitud y afecto, dedico este logro a ustedes.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por estar siempre conmigo, dándome ánimo en los momentos difíciles y compartiendo conmigo cada avance de este proceso, por acompañarme en cada etapa, animándome y dándome la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mi asesor PhD. Manuel Roncal Rabanal por su constante orientación, valiosos consejos y paciencia a lo largo de todo este proceso. Le agradezco sinceramente por compartir generosamente sus conocimientos y por confiar en mi capacidad para llevar a cabo esta investigación. Su compromiso, dedicación y entusiasmo no solo me guiaron, sino que también fueron una fuente constante de inspiración y motivación, alentándome a superar los desafíos y a alcanzar los objetivos de este trabajo académico.

A mis amigos, Fredesvinda Micha, Francisco Rabanal, Cinthia Amelí, Diego Soto, José Luis Díaz, por su compañía leal en cada etapa de este proceso. En los momentos de dificultad me brindaron apoyo sincero y palabras de aliento que me ayudaron a mantenerme firme.

Asimismo, compartieron conmigo cada logro alcanzado, celebrando mis avances con entusiasmo y alegría. Su amistad ha sido una fuente constante de fortaleza, motivación y confianza, contribuyendo significativamente a la culminación de este trabajo.

A todas las personas que de algún modo aportaron a la realización de esta tesis, expreso mi más profundo reconocimiento. Cada contribución, ya sea directa o indirecta, ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo. Su orientación, apoyo y compromiso proporcionaron herramientas y motivación esenciales que permitieron superar los retos de este proceso académico, dejando una huella significativa en la culminación de este proyecto

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	xi
ABSTRAC	xii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Antecedentes	4
2.2. Bases teóricas	5
2.2.5. <i>Viabilidad de las semillas</i>	9
2.2.6. <i>Tratamientos pregerminativos</i>	10
2.2.7. <i>Fenología</i>	12
2.2.8. <i>Fenología de la plántula</i>	12
2.2.9. <i>Importancia ecológica de Pseudobombax cajamarcanus</i>	13
2.3. Definición de términos básicos	14
2.3.1. <i>Cuenca</i>	14
2.3.2. <i>Etapas fenológicas</i>	14
2.3.3. <i>Plántula</i>	15
2.3.4. <i>Poder germinativo</i>	15
2.3.5. <i>Semilla</i>	15

CAPÍTULO III.....	16
MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación del área de estudio.....	16
3.2. Tipo y diseño de la investigación.....	18
3.3. Materiales	18
3.3.1. <i>Materiales de campo</i>	18
3.3.2. <i>Materiales de escritorio</i>	19
3.3.3. <i>Materiales de laboratorio</i>	19
3.3.4. <i>Material biológico</i>	19
3.4. Metodología	19
3.4.1. <i>Recolección de semillas</i>	19
3.4.2. <i>Descripción morfológica de la semilla</i>	20
3.4.3. <i>Determinación del poder germinativo de las semillas</i>	21
CAPÍTULO IV.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	23
4.1. Características morfológicas de las semillas de <i>P. cajamarcanus</i>	23
4.2. Poder germinativo de semillas de <i>P. cajamarcanus</i>	31
4.3. Fenología de las plántulas de <i>P. cajamarcanus</i>	32
CAPÍTULO V.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. Conclusiones	35
5.2. Recomendaciones.....	36

CAPITULO VI.....	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO VI.....	45
ANEXO O APÉNDICE.....	45
ANEXO I. Modelo de ficha de recolección de muestras.....	46
ANEXO II. Fichas de recolección de muestras	47
ANEXO III. Identificación de la especie <i>Pseudobombax cajamarcanus</i> en la etapa fenológica de fructificación	52
ANEXO IV. Identificación y toma de muestras de P.C	53
ANEXO IV. Peso de las semillas	54
ANEXO V. Geminación de las semillas.....	54
ANEXO VI. Evaluación de color de hoja cotiledoneal en la carta Munsell.....	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Largo, ancho y relación: largo * ancho entre las semillas de <i>P. cajamarcanus</i>	24
Tabla 2 Coeficiente de correlación de Pearson entre el largo y ancho de las semillas de <i>P. cajamarcanus</i>	26
Tabla 3 Estadísticos desviación estándar y coeficientes de variación de la masa de las semillas <i>P. cajamarcanus</i>	27
Tabla 4 Número de frutos por árbol y número de semillas por fruto <i>Pseudobombax cajamarcanus</i>	28
Tabla 5 Color de las semillas de <i>P. cajamarcanus</i> según la tabla Munsell Plant Tissue Color Book (2017)	30

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de puntos de recolección de muestras	17
Figura 2 Observación microscópica de la semilla	30
Figura 3 Poder germinativo de semillas de <i>P. cajamarcanus</i>	32
Figura 4 Fenología de las plántulas de <i>P. cajamarcanus</i>	34
Figura 5 Desarrollo germinativo y fenológico de semillas de <i>P. cajamarcanus</i>	34
Figura 6 Identificación de la especie <i>P. cajamarcanus</i> en la etapa fenológica de fructificación	52
Figura 7 Evaluación de las semillas.....	52
Figura 8 Recolección de muestras	53
Figura 9 Llenado de fichas de recolección	53
Figura 10 Peso de las semillas	54
Figura 11 Germinación de las semillas.....	54
Figura 12 Evaluación del color de las hojas en la carta Munsell.....	55
Figura 13 Muestra de la raíz	55
Figura 14 Plántula para evaluación: raíz, tallo y hojas	56

RESUMEN

Se describieron las características morfológicas, el poder germinativo de las semillas y la fenología de plántulas de *Pseudobombax cajamarcanus* en la cuenca media del río Marañón, abarcando zonas de los departamentos de Cajamarca, Amazonas y La Libertad. Para el estudio del poder germinativo se utilizó una muestra de 400 semillas, evaluadas mediante la técnica *Top of Paper*, metodología recomendada por la International Seed Testing Association (ISTA, 2016). Durante el proceso se realizaron observaciones para registrar la emergencia del hipocótilo, el desarrollo de las hojas cotiledóneas y la aparición de las hojas verdaderas, con la finalidad de evaluar el comportamiento germinativo de la especie. Los resultados mostraron que las semillas presentan forma ovoide y color marrón rojizo oscuro, correspondientes a las tonalidades 5YR 3/4 y 5YR 3/2. Las dimensiones variaron entre 5.68 y 8.27 mm de longitud y entre 3.99 y 5.48 mm de ancho, con un peso promedio de 0.0603 g por semilla. El poder germinativo alcanzó un valor de 94 %, evidenciando alta viabilidad. En cuanto a la fenología, la emergencia del hipocótilo se registró a partir del día 14 posterior a la siembra, mientras que las hojas cotiledóneas emergieron al día 15, presentando longitudes entre 16 y 29 mm y anchos entre 17.25 y 29 mm, con color verde oscuro 7.5GY 4/4. Respecto a las hojas verdaderas, el primer par se desarrolló en el 100 % de las plántulas, mientras que el 2 % presentó un segundo par.

Palabras clave: características morfológicas, poder germinativo y fenología y plántula.

ABSTRAC

The morphological characteristics, seed germination capacity, and seedling phenology of *Pseudobombax cajamarcanus* were described in the middle basin of the Marañón River, covering areas of the departments of Cajamarca, Amazonas, and La Libertad. To evaluate germination capacity, a sample of 400 seeds was used and assessed using the *Top of Paper* technique, a methodology recommended by the International Seed Testing Association (ISTA, 2016). During the germination process, periodic observations were conducted to record hypocotyl emergence, the development of cotyledonary leaves, and the appearance of true leaves, in order to evaluate the germination behavior of the species. The results showed that the seeds have an ovoid shape and a dark reddish-brown color, corresponding to Munsell color notations 5YR 3/4 and 5YR 3/2. Seed dimensions ranged from 5.68 to 8.27 mm in length and from 3.99 to 5.48 mm in width, with an average weight of 0.0603 g per seed. Germination capacity reached 94%, indicating high seed viability. Regarding phenology, hypocotyl emergence was recorded from day 14 after sowing, while cotyledonary leaves emerged on day 15, with lengths ranging from 16 to 29 mm and widths from 17.25 to 29 mm, and a dark green color (7.5GY 4/4). Concerning true leaves, the first pair developed in 100% of the seedlings, while only 2% presented a second pair.

Keywords: morphological characteristics, germination capacity and phenology, and seedling.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Considerados como las unidades funcionales del planeta, los ecosistemas, son los principales entes encargados de mantener el equilibrio de todos los procesos naturales de la vida (Maass y Martínez, 2002). Desde el punto de vista ecológico, los ecosistemas no solo permiten interacciones entre los seres vivos y su ambiente, sino que además proveen múltiples servicios ecosistémicos esenciales entre ellos, la regulación del clima, polinización, almacenamiento de agua y nutrientes, conservación de la biodiversidad, entre otros (Balzan,2020); existen ecosistemas considerados únicos por sus características singulares que permiten el desarrollo de formas de vida adaptadas a condiciones determinadas, que ha permitido desarrollar especies únicas denominadas especies endémicas las cuales se encuentran en una determinada región geográfica no encontrándose en ninguna otra parte del mundo; la importancia de estas especies, radica en la necesidad de conocer y proteger los atributos biológicos e historia evolutiva que representan los taxones endémicos y sus patrones biogeográficos (Noguera, 2017, p.89), la diversidad genética (Sierra, 2020, p.16); así como los múltiples servicios ambientales.

En el medio terrestre encontramos diversos tipos de ecosistemas, entre los cuales, los bosques secos según Sánchez et al. (2005) destacan por su elevada diversidad biológica y características ecológicas únicas, con largos periodos de sequía y una vegetación adaptada a estas condiciones. En el territorio peruano, los bosques secos se ubican principalmente en la

costa norte y en sectores de la vertiente occidental de los Andes, como el valle del Marañón (Brack, 1999). El bosque estacionalmente seco en el Perú, según Peña et al. (2007) ha cobrado una importancia relevante por sus elevados valores de biodiversidad y endemismo en el norte de nuestro país, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Amazonas y Cajamarca, que cuentan con más de 715 especies y 11 géneros reconocidos como especies endémicas, una de las especies que forma parte de este ecosistema y que en esta oportunidad forma parte de este estudio es la *Pseudobombax cajamarcanus*.

P. cajamarcanus es una especie endémica que se encuentra en los Bosques estacionalmente secos de la cuenca media del río Marañón, considerada en el libro rojo de plantas endémicas del Perú como una especie perteneciente a la familia Bombacácea y categorizada en peligro (EN, B1a) cuya área de distribución se considera severamente fragmentada (León, et al., 2006, p. 176) por las diversas actividades antrópicas como la expansión de áreas agrícolas y ganaderas, deforestación, construcción de carreteras, entre otras. Conscientes del valor que representa esta especie por su carácter endémico, su estado de peligro de extinción y la limitada información registrada a la fecha e incluso errónea según Rodríguez et al. (2015), debido a que en algunas ocasiones la recolección de individuos no se han hecho adecuadamente, lo que ha permitido confundirla con otras especies o formar parte de la descripción de una especie diferente, por otro lado es necesario recalcar que estudios anteriores limitan su endemismo a la cuenca del río Marañón únicamente a los departamentos de Amazonas y La Libertad. Frente a esta problemática resulta necesario estudiar nuevas características, con la finalidad de contar con un registro más completo que contribuya a la información existente y, al mismo tiempo sirva de base para que los órganos competentes tomen decisiones respecto a su cuidado, gestionando proyectos de conservación y restauración de áreas degradadas (Ministerio de agricultura y riego [MNAGRI], 2018, P. 12).

El estudio se orientó a determinar las características morfológicas y poder germinativo de sus semillas, así como el estudio fenológico de sus plántulas. Para ello se

plantearon los siguientes objetivos: evaluar las características morfológicas, poder germinativo y fenología de semillas y plántulas de *Pseudobombax cajamarcanus* de la cuenca media del río Marañón, Cajamarca, Amazonas y La Libertad, como objetivo principal y como objetivos secundarios describir las características morfológicas de las semillas de *Pseudobombax cajamarcanus* de la cuenca media del río Marañón, Cajamarca, Amazonas y La Libertad, determinar el poder germinativo de las semillas de *Pseudobombax cajamarcanus* de la cuenca media del río Marañón, Cajamarca, Amazonas y La Libertad y describir la fenología de las plántulas hasta la aparición de las hojas verdaderas durante un periodo de 120 días de *Pseudobombax cajamarcanus* de los valles afluentes a la cuenca media del río Marañón, Cajamarca, Amazonas y La Libertad.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes

Romero (2016) caracterizaron la morfofisiología de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el sur del Ecuador, cuyo objetivo entre otros fue describir y evaluar patrones morfológicos de semillas y embriones de una comunidad de especies leñosas de bosque seco para lo cual recolectó entre 8 y 10 individuos de 80 especies de las cuales se escogió 50 semillas seleccionadas al azar y se midieron rasgos cuantitativos como largo, ancho, masa, volumen número de semillas por fruto y largo del embrión. En dicho estudio se llegó a la conclusión que existe una gran heterogeneidad en los rasgos morfológicos cuantitativos de las semillas, siendo el número de semillas por fruto, volumen y masa de las semillas los rasgos que más variaron entre especies.

Mamani et al. (2018) determinaron y caracterizaron la viabilidad de semillas de la especie amenazada *Eriotheca vargasii* familia de las Malvaceae, una especie endémica del valle del río Torobamba en el departamento de Ayacucho en Perú. En dicho estudio determinó que la mayoría de las semillas tenía forma ovoide y que, a pesar de presentar embriones bien desarrollados, únicamente se obtuvo una viabilidad del 46%. Sánchez y Hernández (2004) realizaron estudios de germinación y morfología de plántulas de cuatro especies de la familia Bombacaceae entre ellas. *Pseudobombax ellipticum*, en el estado de Quintana Roo. En el cual determinaron que tres de las 4 especies tenían germinación epigea y

una de ellas germinación criptocotilar. Con un porcentaje de germinación en las 4 especies entre 78 % y 88%. Ley y Chacón (2017) determinaron las características de las plántulas de árboles y palmas de la península de Osa en Costa Rica, dentro de las especies estudiadas encontramos al ceibo barrigón *Pseudobombax septenatum*, cuyas características de sus plántulas son las siguientes: hojas tardíamente simples, con un largo pecioladas, más o menos acorazonadas y un ápice fuertemente acuminado.

Ley y Morales (2015), realizaron la descripción y clave dicotómica de plántulas de especies de palmas (Arecaceae), especies nativas de la Reserva Biológica Tirimbina en Costa Rica, en dicho estudio consideraron los siguientes aspectos: morfología de hojas, disposición de hojuelas, longitud del hiperfilo, número de catafilos, presencia de púas, indumento, forma del margen, textura, coloración y número de nervios secundarios, y en caso de especies similares, tomaron la primera y tercera hoja completamente expandidas y consideraron longitud de catafilos, altura tomada partir del suelo hasta el punto de inserción de la lámina, se consideró también el largo de lámina, ancho de lámina medido en el punto de bifurcación de la hoja, profundidad bífida y distancia entre ápices.

Ley y Chacón (2017) determinaron las características de las plántulas de árboles y palmas de la península de Osa en Costa Rica, dentro de las especies estudiadas encontramos al ceibo barrigón *Pseudobombax septenatum*, cuyas características de sus plántulas son las siguientes: hojas tardíamente simples, con un largo pecioladas, más o menos acorazonadas y un ápice fuertemente acuminado.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 *Pseudobombax cajamarcanus*

Es una especie que pertenece a la familia Malvaceae sub familia Bombacoideae (Rodríguez et al., 2015, p.99). Según León et al. (2006), es una especie arbórea, conocida vulgarmente como “CHOCLLO BALDACO”; constituye una de las especies de géneros

endémicos de la familia Malvaceae subfamilia bombacoidae del Perú.

El nombre correcto del departamento al cual se debe su epíteto específico (*cajamarcanus*) es La Libertad, pues el tramo donde se recolectó por primera vez esta nueva especie es entre Aricapamba, una antigua hacienda, conocida también como Aricapampa (distrito Cochorco, Provincia Sánchez Carrión/Huamachuco) y Chagual a orillas del río Marañón (provincia Pataz) en su margen derecho (Rodríguez et al., 2015, p.8).

2.2.2. Descripción taxonómica

Árbol deciduo, de 8 -10 m de alto, hojas palmaticompuestas, 3-5 folioladas, foliolos 8-11 x 6-8 cm, finamente lepidotos en la cara abaxial, ápice agudo o acuminado, 98 peciólulos no articulados en la base; botones florales finamente ferrugíneo-pubescentes, flores de 7.5 –9 cm de largo, pedicelo floral de 1.8-2 cm x 0.3-0.4 cm de grosor, subglabro o con pubescencia muy corta, dos bractéolas escuamiformes dispuestas a distinto nivel en el pedicelo; cáliz truncado, verdoso; pétalos marrón-verdosos externamente y rosados internamente (no blancos), de 7-9 x 1.5 cm; estambres con filamentos blanquecinos y anteras amarillas, 7-8 cm de longitud; tubo estaminal blanquecino 7-9 x 6-7 mm; pedicelo fructífero de ca. 2 cm de largo; fruto cápsula, estrechamente fusiformes, agudos en el ápice, 5 valvada, valvas subleñosas de igual longitud, marrones en seco, 15-17 cm de largo, semillas pequeñas y numerosas, rodeadas de abundantes tricomas lanuginosos marrón claro (Rodríguez et al., 2015, p.8).

2.2.3. Semillas

Una semilla es el óvulo fecundado y maduro propio de las especies vegetales vasculares superiores; cuya importancia económica y biológica radica en su almacenamiento de sustancias de reserva. La semilla contiene a una planta en potencia, ya que presenta un embrión a partir del cual se desarrolla una planta nueva. La germinación de las semillas tiene lugar bajo determinadas condiciones, los cuales implica a los factores internos y externos, dichos factores interactúan mutuamente para dar paso al proceso de germinación; forman

parte de los factores externos el oxígeno, agua, calor y como factores internos básicos podemos considerar a los siguientes: semilla madura, embrión vivo y sano (Universidad Nacional de Loja [UNL], 2019 p. 117,119,120).

Características morfológicas de las semillas

Según Williams (2002) menciona que el estudio de las características morfológicas, fisiológicas y fenológicas son importantes en la ecología porque nos ayudan a predecir la dinámica de la vegetación de los ecosistemas en las distintas áreas. (p. 1)

Rasgos morfológicos cuantitativos

Una de los primeros rasgos morfológicos son el número de semillas por fruto, teniendo una alta variación en bosques secos, en estos ecosistemas la mayoría de frutos de las especies por lo general tienen pocas semillas, sin embargo, hay otras especies que alcanzan a tener una cantidad mayor a 50 semillas llegando a tener hasta 400. Otro de los rasgos más estudiados es el tamaño, en el cual se pueden considerar largo, ancho y grosor, aspectos considerados para planificar la colecta y almacenamiento de semillas. El tamaño en conjunto con el contenido de humedad y la masa de las semillas son asociados a la tolerancia de la germinación y desecación; ya que pueden ser conservadas en frío por largos periodos de tiempo sin perder su viabilidad y tolerar la deshidratación, es decir presentan un comportamiento ortodoxo o en todo caso pueden ser semillas intolerantes a deshidratación, sin posibilidad de ser almacenadas por largos periodos de tiempo. La masa también se ha relacionado con la conservación y la capacidad de tolerar la deshidratación, se ha considerado que las semillas con mayor peso es decir que alcanzan pesos mayores a los 3 gramos, son más propensas a ser recalcitrantes, este comportamiento de las semillas suele tener implicancias importantes en la conservación de las mismas ya que requieren estrategias especiales como el almacenamiento en condiciones controladas (temperatura y humedad) (Ruiz, et al. 2021).

Rasgos morfológicos cualitativos

Contribuyen a mejorar el proceso de conservación de las semillas. Así tenemos la

textura de la testa o cubierta que se puede clasificar en función a la absorción o no del agua en dura – impermeable o blanda-permeable; así mismo también se pueden considerar los rasgos internos que puede ser el tipo de embrión y endospermo, aspectos que tienen relación con el comportamiento germinativo y tipo de dormancia (Romero, 2026, p.14)

2.2.4. Germinación de las semillas

La germinación según Pita y Pérez (s.f.), es un proceso que con la imbibición es decir con la entrada del agua en la semilla y culmina con el inicio de la elongación de la radícula en estudios de laboratorio, esto cambia si el proceso fuera de manera natural es decir en su hábitat, la germinación culmina cuando se logra la emergencia de una plántula normal. Este proceso tiene 3 etapas las cuales son: la imbibición, germinación "sensu stricto" y crecimiento. La imbibición considerada la primera etapa del proceso de germinación la cual inicia con la entrada de agua en la semilla; este proceso es necesario porque la hidratación de la semilla permite la activación de los procesos metabólicos esenciales para dar paso a las siguientes etapas de germinación. Germinación "sensu stricto" es la segunda fase se la germinación caracterizada por la disminución de absorción de agua por la semilla y una activación generalizada del metabolismo de la semilla necesaria para el desarrollo de la última fase o fase de crecimiento. La fase de crecimiento constituye la última fase del proceso germinación se caracteriza por el incremento de la actividad metabólica y el crecimiento y emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales, etapa que indica la culminación de la etapa de germinación. A partir de este momento y su posterior desarrollo lleva a la aparición de la plántula sobre el suelo.

Uno de los parámetros muy importantes determinados en el proceso de germinación de las semillas, es el poder germinativo de éstas, el cual según Borrajo (2006) constituye el porcentaje de semillas que han germinado y llegado a desarrollar una plántula normal cuando se brinda las condiciones ambientales óptimas para alcanzar este fin, en un tiempo determinado que puede estar entre 7 días y 14 días (Courtis, 2013, p.21).

$$PG = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de plantas puestas a germinar}} \times 100$$

2.2.5. Viabilidad de las semillas

A continuación, definimos viabilidad, así como los ensayos aplicados para determinar dicha característica según Perez y Pita (s.f.), la viabilidad de una fracción de semillas no durmientes, consiste en su capacidad que tiene la semilla para poder germinar y dar origen a una plántula normal en condiciones ambientales adecuadas. Para evaluar este aspecto se pueden aplicar los siguientes ensayos: test del tetrazolio, ensayos de germinación, y radiografía con rayos X.

Ensayos de germinación

En este ensayo las semillas se colocan sobre papel filtro embebido con agua destilada, colocado en placas Petri o en bandejas que debe acondicionarse en cámaras de germinación con temperatura e iluminación controladas hasta culminar el proceso. El resultado se expresa como porcentaje de semillas germinadas o porcentaje de viabilidad

Ensayo topográfico al tetrazolio

El ensayo más adecuado para evaluar la viabilidad de semillas que presentan dormición o una baja velocidad de germinación es el test de tetrazolio. Este método se basa en que, una vez que los tejidos de la semilla se hidratan adecuadamente, se activan procesos metabólicos en el embrión. Durante estos procesos, ocurren reacciones químicas, principalmente de oxidación, que liberan electrones. Estos electrones reducen ciertos compuestos químicos, lo que permite analizar el nivel de actividad metabólica en los tejidos del embrión, indicador directo de su viabilidad. El reactivo más utilizado en este tipo de prueba son las sales de tetrazolio. Al ser reducidas, estas sales se transforman en un compuesto estable, no difusible, que adquiere un color rojo intenso. Este cambio de color facilita la identificación de las zonas viables del embrión. Para determinar si una semilla es viable, se comparan las áreas teñidas del embrión con patrones de referencia previamente

establecidos por entidades oficiales responsables del control de calidad de semillas (Tambussi, et al., 2023).

Radiografía con rayos X

Según Jalca (2019) un ensayo rápido utilizado para determinar la viabilidad de semillas de especies forestales. Las radiografías permiten diferenciar entre semillas sin embriones o vanas y aquellas con embriones bien formado, así como también aquellas que presentan embriones con malformaciones o algún daño mecánico (p.6).

2.2.6. Tratamientos pregerminativos

Son procedimientos que ayudan a romper la latencia de las semillas (Donoso, 1993; Arnold, 1996, citado por Valera y Arana 2011, p. 5). A continuación, se detalla los métodos pregerminativos más comunes, según Valera y Arana (2011)

Estratificación

Utilizado para romper la latencia fisiológica, el cual consiste en poner las semillas en estratos que conservan la humedad, los cuales pueden ser arena, turba o vermiculita; en frío o calor (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1977; Hartmann y Kester, 1988, Donoso, 1993, citado por Valera y Arana 2011, p. 5). En la estratificación fría, las semillas se mantienen a una temperatura de 4 -10 cm, semejante a condicione de invierno por un período de 20 y 60 días. Para el caso de la estratificación cálida. La estratificación cálida, está basada en la necesidad que tienen algunas semillas de estar sometidas a temperaturas elevadas para así asegurar su germinación, la temperatura empleada en este caso oscila entre 22 y 30 °C con un período de 30 a 60 días de estratificación (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; Figueroa y Jaksic, 2004, citado por Valera y Arana 2011, p. 6)

Escarificación

Incluye cualquier proceso que altere, raye, rompa mecánicamente o ablande la testa (cubierta) de las semillas para volverlas permeables ya que algunas de ellas, de manera natural son muy duras al ingreso del agua y gases; este procedimiento permite asegurar su

germinación. Podemos encontrar 2 tipos de escarificación, mecánica y química. En la mecánica, la semilla se raspa con limas, lijas o en todo caso se emplea un martillo o pinza para poder romperlas o quebrarlas, si fuera a gran escala se debe emplear máquinas. En la escarificación química, la semilla se remoja por un período de 15 minutos a 2 horas en compuestos químicos, para ello se deben colocar las semillas en recipientes no metálicos, luego de ello cubrirlas con ácido sulfúrico concentrado en proporción de unas partes de semillas por dos del reactivo. Mientras dura el tratamiento, las semillas se deben agitar constantemente, para asegurar resultados uniformes, al finalizar el periodo de tratamiento las semillas se deben lavar (Valera y Arana 2011, p. 6).

Lixiviación

En este caso las semillas se remojan con agua corriente caliente o a temperatura ambiente por un período de entre 12 a 72 horas, este tratamiento se realiza con la finalidad de ablandar la testa o remover los inhibidores químicos que estén presentes en esta estructura. De utilizarse el agua caliente, las semillas se deben colocar en agua hirviendo e inmediatamente retirarlas y dejar a temperatura ambiente por un tiempo aproximado de 12 horas (Patiño et al., 1983; Hartmann y Kester, 1988; FAO, 199, citado por Valera y Arana 2011, p. 6).

Hormonas y otros estimulantes químicos

Los más utilizados para este tipo de tratamiento son: tiourea, etileno, nitrato de potasio, citokininas, ácido giberélico (GA3), entre otros. Los cuales son empleados de acuerdo a la especie en diferentes concentraciones.

Flotación

Consiste en separar las semillas vanas de las semillas llenas en buen estado, este es aconsejable como un primer paso. Este procedimiento consiste en colocar las semillas en un recipiente por un espacio de 24 horas. Tener en consideración de no colocar cantidades excesivas en el recipiente porque las semillas que flotan pueden impedir que caigan las

semillas que deberían hundirse.

Combinación de tratamientos

Este tratamiento se emplea en semillas que tienen más de un tiempo de letargo. Por su parte Pérez y Pita (s.f.) proponen además el método del tetrazolio para determinar la viabilidad o capacidad de germinación de las semillas.

2.2.7. Fenología

Es la producción periódica de diferentes estructuras vegetativas y reproductivas, como resultado de las interacciones entre factores bióticos y abióticos los cuales son los que determinan el tiempo apropiado para el crecimiento y reproducción de las especies vegetales (Domínguez y Pellat, 2018, P. 2). A continuación, se describe lo referente a etapas fenológicas y observaciones fenológicas según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMI] (s.f., P. 11): Las etapas fenológicas son aquellas que se encuentran delimitadas por dos fases fenológicas consecutivas. El inicio y fin de una fase y una etapa fenológica sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas. La observación fenológica consiste en realizar el conteo del número de plantas que han alcanzado un determinado cambio o fase en una determinada fecha, es decir que el observador determina un día específico y no un período, en el que según su criterio a ocurrido la fase fenológica.

2.2.8. Fenología de la plántula

Una plántula viene a ser una planta que ha nacido producto de una semilla y no por reproducción vegetativa. En la mayoría de casos, el término “plántula” hace referencia a individuos muy jóvenes. En una plántula se pueden considerar 3 estadios de desarrollo; el primero, denominado como estadio de cotiledones para plántulas que muestren los cotiledones expuestos y plenamente desarrollados, en el cual puede o no haber presencia de la primera o primeras hojas verdaderas. El segundo estadio cuando las plántulas posee las

primeras hojas o protofilos plenamente desarrolladas. El tercer estadio cuando las plántulas obtienen o poseen hojas similares a las de la planta adulta o metafílos (Zevallos y Flores, 2003, P.45). En una plántula se pueden distinguir las siguientes partes:

- Raíz. Tempranamente se puede diferenciar un sistema alorrítico, generalmente es una sola raíz de diferente calibre, del homorrítico que consiste en varias raíces del mismo calibre
- Cuello. Esta zona es la conexión entre la raíz y el tallo, la cual no siempre se encuentra bien definida.
- Hipocólito. Lo constituye el primer entrenudo del tallo cuya función es elevar los cotiledones cuando se desarrollan.
- Cotiledones. Puede ser en número de uno o más según los grupos, son las primeras hojas de la planta ubicadas sobre el nudo cotiledonar.
- Epicólito. Se encuentra ubicado inmediatamente sobre el nudo cotiledonar, segundo entrenudo de la planta, es el responsable de dar origen al tallo y a los protófilos o primeras hojas (Troiani, et al., 2017, p.211).

2.2.9. Importancia ecológica de *Pseudobombax cajamarcanus*

Pseudobombax cajamarcanus forma parte de los bosques estacionalmente secos del valle del río Marañón, un ecosistema de alto valor biológico en el norte del Perú, con un elevado grado de endemismo y presencia de especies amenazadas por presión antrópica y fragmentación del hábitat (López Fernández, 2023). En este tipo de bosques, la familia Malvaceae, a la que pertenece *P. cajamarcanus*, es uno de los grupos florísticos significativos, contribuyendo a la diversidad estructural y funcional del bosque seco (se identificó a Malvaceae entre las familias representativas en estos bosques) (López Fernández, 2024).

Los miembros de la subfamilia Bombacoideae (Malvaceae), que incluye al género

Pseudobombax, son componentes ecológicos importantes en los bosques neotropicales estacionalmente secos, donde los árboles de esta subfamilia influyen en la heterogeneidad del hábitat y en la estructura del bosque. Estas especies suelen presentar portes arbóreos robustos y sistemas radiculares que contribuyen al soporte mecánico y a la estabilidad del suelo, favoreciendo el anclaje de los individuos en ambientes con marcada estacionalidad hídrica y suelos poco profundos, característicos de los bosques secos tropicales. Asimismo, las Bombacoideae constituyen una fuente relevante de recursos alimentarios para la fauna, particularmente a través de flores ricas en néctar y frutos, y participan activamente en los procesos de polinización y dispersión de semillas. Diversas especies de esta subfamilia mantienen relaciones tróficas estrechas con polinizadores vertebrados, como murciélagos y aves, los cuales desempeñan un papel clave en la reproducción y en el mantenimiento de la diversidad vegetal y funcional de estos ecosistemas (Stevens, s.f.).

Además, *Pseudobombax cajamarcanus* ha sido reportada como una especie endémica y con estado de conservación vulnerable o en peligro en el contexto regional, lo que subraya su importancia no solo ecológica sino también para la conservación de la diversidad biológica local (Malvaceae–Bombacoideae incluyen especies endémicas consideradas de conservación prioritaria en La Libertad y zonas aledañas) (Rodríguez Rodríguez et al., 2016).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Cuenca

Para Harbaugh, una cuenca hidrográfica es una superficie determinada topográficamente, drenado por un curso o sistemas conectados de cursos de agua natural que poses una salida para asegurar que todo el caudal efluente sea descargado (1972, en Vásconez et al., 2019).

2.3.2. Etapas fenológicas

Consiste en la producción periódica de estructuras vegetativas y estructuras reproductivas, producto de las interacciones de los factores bióticos y abióticos los cuales

determinan el tiempo apropiado para el crecimiento y reproducción de las especies vegetales (Casiano y Paz, 2018, p. 394).

2.3.3. *Plántula*

Según Sagastume (2011), la plántula o pilón viene a ser una planta en sus primeros estadios de crecimiento desarrollo, que inicia con la germinación hasta la aparición de sus primeras hojas verdaderas.

2.3.4. *Poder germinativo*

Según Borrajo (2006) el poder germinativo lo constituye el porcentaje de semillas que han germinado y llegado a desarrollar una plántula normal cuando se brinda las condiciones ambientales óptimas para alcanzar este fin, en un tiempo determinado que puede estar entre 7 días y 14 días (Courtis, 2013, p.21).

2.3.5. *Semilla*

Es el base del desarrollo parcial del nuevo esporófito, su importancia radica en que asegura la continuidad, entre las generaciones sucesivas, de las espermatofitas o plantas con semilla (Esau, 1982. p. 243).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

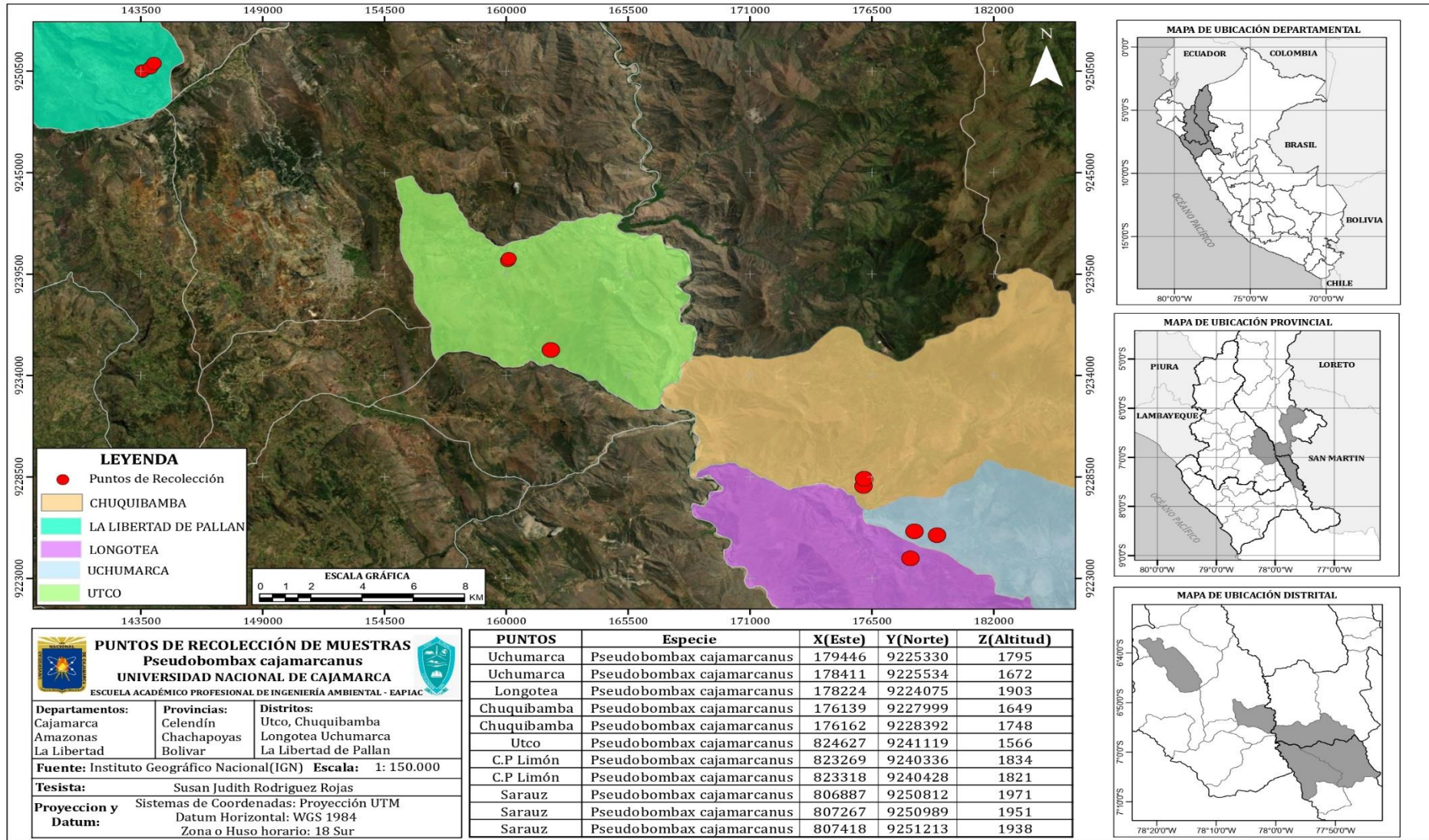
3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se desarrolló en la cuenca media del río Marañón, abarcando los ecosistemas de bosque estacionalmente seco interandino y matorral andino, en los departamentos de Cajamarca, Amazonas y La Libertad. El área de estudio comprendió un tramo que se extiende desde el distrito de Utco, provincia de Celendín (región Cajamarca), con coordenadas UTM 824 627 E y 9 241 119 N, hasta el distrito de Longotea, provincia de Bolívar (región La Libertad), ubicado en las coordenadas UTM 178 224 E y 9 224 075 N. Durante el trabajo de campo se recorrieron diferentes sectores de la cuenca en las provincias de Celendín, Chachapoyas y Bolívar, donde se identificaron y evaluaron las poblaciones de la especie de estudio.

Asimismo, las actividades de laboratorio y análisis se realizaron en las instalaciones del Gabinete de Recursos Naturales de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, ubicado en la ciudad de Celendín, cuyas coordenadas UTM son 815 076 E y 9 241 737 N, a una altitud aproximada de 2 609 m s. n. m.

Figura 1

Mapa de puntos de recolección de muestras



3.2. Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, debido a que se orientó a caracterizar las semillas y describir el poder germinativo y la fenología de las plántulas de *Pseudobombax cajamarcanus*, sin manipulación deliberada de las variables de estudio.

El diseño de la investigación es no experimental, ya que las variables fueron observadas y registradas tal como ocurrieron durante el proceso de germinación y desarrollo de las plántulas, sin aplicar tratamientos ni establecer grupos de comparación. Asimismo, corresponde a un diseño observacional, puesto que se realizaron mediciones y descripciones sistemáticas de las características morfológicas, el poder germinativo y la fenología de la especie evaluada

3.3. Materiales

3.3.1. *Materiales de campo*

- Cámara fotográfica Canon PowerShot SX70 HS
- GPS Garmin Map 64 sc
- Cuaderno de campo.
- Lápices, lapiceros.
- Hilo pabilo
- Sobres de colecta
- Cinta métrica
- Tijera telescópica
- Prensa botánica
- Fichas de registro de datos de campo
- Plumones
- Tarjetas de identificación de puntos de muestreo

3.3.2. *Materiales de escritorio*

- Impresora EPSON L375.
- Laptop LENOVO
- Fichas de registro de datos de desarrollo de experimento

3.3.3. *Materiales de laboratorio*

- Estereoscopio
- Bernier digital
- Reglas de muestra para fotografía
- Cámara fotográfica

3.3.4. *Material biológico*

- Semilla de *Pseudobombax cajamarcanus*

3.4. Metodología

3.4.1. *Recolección de semillas*

El estudio se desarrolló durante la temporada seca, en los meses de agosto y septiembre, recorriendo las rutas de la cuenca media del Bosque Tropical Estacionalmente Seco del Maraón, incluyendo Utco en Cajamarca, Balzas en Amazonas, San Vicente de Paúl y Uchumarca en La Libertad, así como Longotea en La Libertad. La selección de estos puntos se justificó por abarcar tres departamentos del Perú distintos, lo que permitió evaluar poblaciones de *P. cajamarcanus* bajo diferentes condiciones ecológicas y altitudinales, asegurando representatividad geográfica de la especie. En cada sitio se identificaron poblaciones e individuos, georreferenciando su ubicación y registrando el estado fenológico de cada planta para determinar la etapa de producción de semillas. Siguiendo las recomendaciones del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2004), los frutos con semillas maduras fueron recolectados con tijera telescópica y bolsa, colocados

individualmente en sobres de papel y rotulados; además, se consignaron en la ficha de recolección de semillas (Anexo II) datos sobre ubicación geográfica, características del árbol, número de individuos, especies asociadas, pendiente y tipo de suelo, número de frutos por planta y diámetro DAP, así como la fecha de colección. Posteriormente, las semillas fueron almacenadas en un lugar seco y conservadas a temperatura ambiente en el Gabinete de Recursos Naturales de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Cajamarca, asegurando su integridad para análisis morfológicos, fisiológicos y fenológicos.

3.4.2. Descripción morfológica de la semilla

Se evaluaron características cuantitativas de las semillas, incluyendo longitud, ancho, masa y número de semillas por fruto, así como características cualitativas como forma, color y tipo de fruto, a partir de una muestra de 50 semillas seleccionadas al azar (Mamani et al., 2018, p. 1160). Las mediciones de longitud y ancho se realizaron con un vernier digital STAINLESS HARDENED, expresadas en milímetros. La masa de las semillas se determinó mediante una balanza analítica marca SARTORIUS WEIGHING TECHNOLOGY GmbH, registrándose los valores en gramos. La determinación del color se efectuó utilizando la carta Munsell Plant Tissue Color Book (2017). Asimismo, se realizó el conteo del número de semillas por fruto, siguiendo el procedimiento descrito por Bornand y Beltranini (2021, p. 54). Todas las características evaluadas fueron analizadas de acuerdo con la terminología y los criterios morfológicos establecidos por Esau (1982).

Para el análisis morfométrico de las semillas se consideraron las variables cuantitativas de largo (L) y ancho (A), medidas en milímetros, así como la relación largo \times ancho ($L \times A$), utilizada como indicador de la proporción dimensional de la semilla. A partir de los valores obtenidos, se calcularon los estadísticos descriptivos mínimo, máximo y promedio para cada variable.

La relación largo \times ancho se obtuvo mediante el producto de ambas dimensiones, expresada en milímetros cuadrados (mm²), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$L \times A = L \times A$$

Asimismo, para la clasificación de las semillas en categorías de tamaño, se determinó el rango de cada variable a partir de la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo. Posteriormente, se establecieron intervalos de clase para agrupar los datos en categorías (cortas, medias y largas para el largo; delgadas, medias y anchas para el ancho; y pequeñas, medianas y grandes para la relación $L \times A$). La frecuencia absoluta y relativa de cada clase se calculó con el fin de describir la distribución de las variables morfométricas en la muestra analizada.

Este procedimiento permitió organizar y sistematizar los datos obtenidos, facilitando la interpretación de los patrones morfológicos de las semillas de *P. cajamarcanus*.

3.4.3. Determinación del poder germinativo de las semillas

Se empleó 400 semillas, distribuidas en 4 repeticiones con 100 semillas cada una. Se utilizó el procedimiento recomendado por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas ([ISTA], 2016), denominada: “técnica de superficie de papel (TP; *Top of paper*)” en donde se empleó como sustrato de cultivo el papel de filtro, para ello se colocaron las semillas en una bandeja rectangular transparente sobre dos capas de papel filtro húmedo, luego se cubrieron con bolsa film, colocando al inicio una cantidad adecuada de agua, para evitar la evaporación luego se acondicionó en un invernadero casero dándole las condiciones de temperatura equivalente a 30° C para representar su habitat y manteniendo la humedad constante, para ello se roció agua de forma inter diaria. El proceso de germinación fue evaluado de manera visual diariamente, el criterio considerado para determinar que la semilla ha logrado germinar fue la presencia del hipocótilo (Mamani et al., 2018, P. 1168).

$$PG = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de plantas puestas a germinar}} \times 100$$

3.4.4. Descripción de la fenología de las plántulas

Para realizar la descripción fenológica de las plántulas de la *P. cajamarcanus* se acondicionaron germinadores con sustrato de vivero a temperatura ambiente siguiendo el procedimiento para evaluar plántulas recomendada por el ISTA (2016) dicho método consiste en emplear suelo o sustrato para la siembra, emplearon 200 semillas, cada una en su respectivo germinador con 10 cm de suelo, luego de la siembra fueron regadas de manera inter diaria hasta el surgimiento de la plántula y su evaluación respectiva durante un período de 120 días desde la siembra (Sánchez y Hernández, 2004). La evaluación del desarrollo de las plántulas se efectuó diariamente, en una primera etapa, se registró el periodo de emergencia del hipocótilo, al cual se le midieron la longitud (mm) y el diámetro (mm), así como la longitud de la radícula (mm). Posteriormente, se observó la aparición de las hojas cotiledonales, considerando el periodo de aparición, las dimensiones (largo y ancho), el color, la longitud del pecíolo y el tamaño de la radícula, finalmente, se documentó la emergencia de las hojas verdaderas, tomando en cuenta su longitud, ancho, color, la longitud del pecíolo, la altura y color del tallo, así como la longitud alcanzada por la raíz.

3.4.5. Presentación de resultados (análisis estadístico)

Para evaluar la relación entre las variables morfométricas de las semillas de *P. cajamarcanus*, se aplicó un análisis estadístico mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Este análisis se utilizó con la finalidad de determinar el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas longitud, ancho y la relación largo \times ancho ($L \times A$), a partir de los datos obtenidos en la muestra analizada. El procesamiento de la información incluyó la organización de los datos en matrices y el cálculo del coeficiente de correlación correspondiente a cada par de variables, considerando valores continuos y distribuciones aproximadamente normales. Los resultados del análisis fueron empleados posteriormente para describir el comportamiento conjunto de las variables morfométricas evaluadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características morfológicas de las semillas de *P. cajamarcanus*

En la presente sección se describen las características morfológicas de las semillas de *P. cajamarcanus*, considerando las variables de largo, ancho y la relación entre ambas dimensiones como indicadores de la estructura de la diáspora, parámetros comúnmente utilizados en estudios de morfología de semillas por su importancia ecológica y funcional (Kavanagh & Burns, 2014). Los resultados se presentan en la Tabla 1.

El largo de las semillas varió entre 5.68 mm y 8.27 mm, observándose un predominio de semillas de tamaño intermedio, que representaron el 60 % de la muestra, mientras que las semillas de menor tamaño correspondieron al 30 % y las de mayor tamaño al 10 %. Esta distribución evidencia una tendencia hacia dimensiones intermedias dentro del material evaluado. En cuanto al ancho, los valores oscilaron entre 3.99 mm y 5.48 mm, con mayor frecuencia de semillas de ancho medio (56 %), seguidas por semillas delgadas (28 %) y semillas anchas (16 %), lo que refuerza el patrón de predominio de categorías intermedias, Este tipo de variación dentro de poblaciones es consistente con patrones descritos en otras especies, donde la variación morfológica de las semillas refleja tanto factores genéticos como ambientales y condiciona aspectos de supervivencia y establecimiento .

Respecto a la relación largo \times ancho, los valores registrados evidenciaron una distribución más equilibrada entre las categorías pequeña y mediana, ambas con 38 % de

representación, mientras que la categoría grande alcanzó el 24 %. Esta variabilidad sugiere diferencias en la proporción dimensional de las semillas, lo que podría estar asociado a variaciones en el desarrollo embrionario o a condiciones ambientales durante su formación (Moles et al., 2005).

En conjunto, los resultados indican que *P. cajamarcanus* presenta una variación morfológica moderada en sus semillas, con una mayor frecuencia de individuos en categorías intermedias tanto en largo como en ancho. Este patrón es característico de poblaciones morfológicamente estables, donde la selección natural tiende a favorecer rasgos intermedios más eficientes o funcionales (Endler, 1986; Levin, 2000). Asimismo, la homogeneidad observada podría estar relacionada con procesos de manejo o uso local de la especie, que favorecen diásporas con características particulares (Zohary et al., 2012; Clement, 1999).

Tabla 1

*Largo, ancho y relación: largo * ancho entre las semillas de P. cajamarcanus*

Largo (mm)				Ancho (mm)				Relación L*A (mm)			
Categoría	Intervalo	Cant.	%	Categoría	Intervalo	Cant.	%	Categoría	Intervalo	Cant.	%
Semillas cortas	5.68-6.54	15	30	Semillas delgadas	3.99-4.49	14	28	Semillas pequeñas	26.83-30.56	19	38
Semillas medianas	6.54-7.41	30	60	Semillas medias	4.49-4.98	28	56	Semillas medianas	30.56-34.30	19	38
Semillas largas	7.41-8.27	5	10	Semillas anchas	4.98-5.48	8	16	Semillas grandes	34.30- 38.03	12	24
Total	50	100		50	100			50	100		
Estadístico		Largo (mm)		Ancho (mm)		Relación L*A (mm)					
Valor Min		5.68		3.99		26.8256					
Valor Max		8.27		5.48		38.0324					
Rango		2.59		1.49		11.2068					
Amplitud		0.86		0.50		3.7356					
Media		6.77		4.70		31.80					

La Tabla 2 muestra el coeficiente de correlación de Pearson estimado entre el largo y el ancho de las semillas de *P. cajamarcanus*. El valor obtenido ($r = -0.056$) indica la

existencia de una correlación negativa muy débil entre ambas variables. Asimismo, el valor de significancia bilateral asociado ($p = 0.700$) evidencia que dicha correlación no es estadísticamente significativa ($p > 0.05$), lo que sugiere que el largo y el ancho de las semillas no presentan una relación lineal consistente dentro de la muestra analizada.

Esta interpretación se ve respaldada por la Figura 3, en la cual se presenta el diagrama de dispersión correspondiente. En dicho gráfico, los puntos se distribuyen de manera dispersa y sin un patrón definido, lo que confirma la ausencia de asociación entre ambas variables. La línea de tendencia lineal muestra una pendiente prácticamente nula, coherente con el bajo valor del coeficiente de correlación observado.

En conjunto, tanto la evidencia estadística presentada en la Tabla 2 como la representación gráfica de la Figura 3 indican que el desarrollo del largo y el ancho de las semillas de *Pseudobombax cajamarcanus* ocurre de manera independiente. Este comportamiento ha sido reportado también en estudios de otras especies, donde las relaciones entre dimensiones morfométricas de las semillas pueden resultar débiles o no significativas, como en el caso de semillas de *Bixa orellana* evaluadas descriptivamente por Pinheiro et al. (2019). De manera similar, Dong et al. (2023) señalan que la variación morfológica en semillas puede responder a factores genéticos o ambientales que afectan de forma diferencial cada rasgo, sin generar necesariamente altas correlaciones entre variables.

No obstante, se observa que, en todos los casos, el largo supera al ancho, lo que contribuye a que las semillas presenten una forma predominantemente ovoide, de acuerdo con la clasificación morfológica basada en figuras geométricas propuesta por Cervantes y Martín (2019). En contraste, estudios realizados en especies del género *Pseudobombax* y otros taxones arbóreos han descrito semillas de forma piriforme o variable, lo que sugiere que la morfología de las semillas puede diferir entre especies y poblaciones en función de factores adaptativos y fenotípicos particulares (Diego & Gómez, 2013; Guedes & Paganucci, 2010).

Tabla 2

Coeficiente de correlación de Pearson entre el largo y ancho de las semillas de P. cajamarcanus.

	Coeficiente de correlación	Largo	Ancho
Largo	Correlación de Pearson	1	-,056
	Sig. (bilateral)		,700
	N	50	50
Ancho	Correlación de Pearson	-,056	1
	Sig. (bilateral)	,700	
	N	50	50

La Tabla 3 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a la masa de las semillas de *P. cajamarcanus*. A partir de la evaluación de 50 semillas, se obtuvo un valor promedio de 0,0603 g, acompañado de una desviación estándar de 0,0055 g y un error estándar de 0,0008 g. El intervalo de confianza al 95 % mostró un margen de error reducido ($\pm 0,0011$ g), estableciendo límites entre 0,0587 g y 0,0614 g, lo que evidencia una baja variabilidad en la masa de las semillas analizadas.

Respecto a la masa, estos valores sugieren una marcada uniformidad morfológica dentro de la muestra, característica que puede relacionarse con estrategias de reproducción y asignación de recursos de la planta, estudios de ecología de semillas señalan que la variación en masa y tamaño es un rasgo funcional importante en la ecología de las plantas y se asocia a procesos de establecimiento y dispersión (Westoby et al., 2002). Además, investigaciones sobre evolución del tamaño de las semillas enfatizan que las presiones ambientales y la asignación de recursos pueden dar lugar a rangos relativamente estrechos de masa en poblaciones adaptadas a condiciones específicas (Moles et al., 2005).

Al comparar con especies afines del mismo género, se observa que *P. tomentosum* y *P. longiflorum* presentan masas de semilla similares, en torno a los 0,05–0,07 g, manteniendo también una alta viabilidad germinativa (Mendes-Rodrigues et al., 2011). En cambio, *P. grandiflorum* muestra semillas más pesadas, cercanas a los 0,10 g, lo cual se asocia a una

mayor reserva energética pero también a una menor capacidad de dispersión (Trindade-Lessa et al., 2015). Estos patrones sugieren que *P. cajamarcensis*, al presentar semillas más pequeñas, podría priorizar la producción de mayor número de semillas y una dispersión más eficiente, una estrategia adaptativa común en especies de ambientes secos o perturbados.

Desde una perspectiva ecológica, el tamaño y la masa de las semillas influyen directamente en la capacidad de establecimiento, supervivencia inicial y vigor de las plántulas, constituyendo rasgos funcionales clave en las estrategias de regeneración natural de las especies vegetales. Las semillas de menor masa suelen presentar ventajas asociadas a una mayor producción y dispersión, mientras que las semillas más pesadas tienden a contar con mayores reservas, lo que puede favorecer el establecimiento en ambientes adversos o bajo condiciones de estrés. En este sentido, estudios realizados en *Passiflora edulis* han demostrado que la aplicación de bioestimulantes y el manejo de condiciones controladas durante la imbibición pueden mejorar significativamente la germinación y el desempeño inicial de semillas de bajo peso (Sánchez et al., 2024). Estos hallazgos sugieren que estrategias similares podrían ser evaluadas en futuras investigaciones orientadas a optimizar la propagación y conservación de *Pseudobombax cajamarcanus*, especialmente en programas de restauración ecológica o manejo de poblaciones naturales.

Tabla 3

Estadísticos desviación estándar y coeficientes de variación de la masa de las semillas P. cajamarcanus.

Estadístico	Masa (g)
Número de datos	50
Promedio	0.0603
Desviación estándar	0.0055
Error estándar	0.0008
Margen de error	0.11
Límite inferior	0.0587
Límite superior	0.0587

En la Tabla 4 se observa una considerable variabilidad en la producción de frutos y en el número de semillas por fruto en *P. cajamarcanus*; el número de frutos por individuo osciló entre un mínimo de 1 y un máximo de 16, registrándose ambos valores extremos en el punto de muestreo M-01; por su parte, el número de semillas por fruto presentó una variación aún más marcada, desde 11 semillas en el punto de muestreo M-03 hasta 284 semillas por fruto en uno de los individuos del punto M-04; esta elevada variabilidad sugiere una respuesta diferencial de la especie frente a factores ambientales y biológicos; es probable que dicho patrón esté modulado por una combinación de factores altitudinales, microclimáticos y genéticos, considerando que los individuos evaluados se distribuyeron a lo largo de un gradiente altitudinal comprendido entre 1566 m y 1903 m s. n. m.; este comportamiento concuerda con lo reportado para especies de la subfamilia Bombacoideae, en las cuales la expresión de caracteres reproductivos como la producción de frutos y semillas se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones ambientales y la historia evolutiva de las poblaciones (Carvalho-Sobrinho et al., 2016); asimismo, estudios realizados en árboles de bosques secos tropicales indican que la variación en la producción reproductiva está fuertemente influenciada por gradientes ambientales y climáticos, especialmente en ecosistemas estacionalmente secos (Pennington et al., 2004).

Tabla 4

Número de frutos por árbol y número de semillas por fruto Pseudobombax cajamarcanus

M-01			M-02	M-03	M-04		M-05
M-01 a	M-01 b	M-01 c	M-02	M-03	M-04 a	M-04 b	M-05
No de fruto por árbol							
16	1	3	4	6	7	12	11
No de Semillas/fruto							
93	69	136	110	11	284	222	186
Coordenadas	E: 179446 N:9225330		E: 178411 N:9225534	E:178224 N: 9224075	E: 176139 N:9227999	E:176162 N:9228392	E: 824627 N:9241119
Altura	1795		1672	1903	1649	1748	1566
Región	La Libertad				Amazonas		Uto

De acuerdo con la carta de color Munsell (2017) y tal como se observa en la Tabla 5, se determinó que el 100 % de las 50 semillas analizadas presentan de manera predominante el tono 5YR; en la mayoría de los casos, este tono se encuentra acompañado de pequeñas estrías o rayas discontinuas, parcial o completamente formadas, que se distribuyen longitudinalmente sobre la superficie de la semilla; dichas marcas corresponden a tonalidades 7.5YR, con variaciones en el nivel de brillo y saturación; en cuanto al color general de las semillas, el 90 % presentó una coloración marrón rojizo oscuro, representada principalmente por los códigos 5YR 3/4 (80 %) y 5YR 3/2, este último de tonalidad más apagada (10 %), mientras que el 10 % restante exhibió un color marrón rojizo más claro, correspondiente a los códigos 5YR 5/4 (2 %) y 5YR 4/4 (8 %); respecto a la presencia de estrías, se observó que únicamente el 4 % de las semillas no presentó ningún tipo de marca cromática adicional, mientras que el 72 % presentó un solo matiz y el 24 % mostró dos matices diferenciados; hasta la fecha no se han reportado estudios específicos sobre la determinación del color de las semillas en especies del género *Pseudobombax*; sin embargo, investigaciones realizadas en especies de la familia Malvaceae, como *Eriotheca vargasii*, evidencian una alta variabilidad en la coloración de las semillas, incluyendo tonalidades negras, grises, rojizas y combinaciones entre ellas, lo que sugiere una amplia plasticidad fenotípica de este carácter dentro del grupo (Mamani et al., 2018).

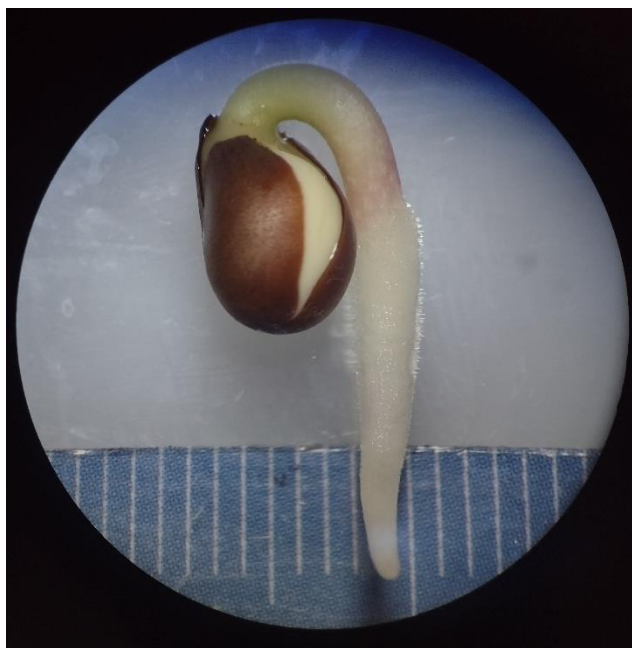
Tabla 5

Color de las semillas de P. cajamarcanus según la tabla Munsell Plant Tissue Color Book (2017)

Color base característico						Número de matices			
Tono	Saturación	Claridad	Código	Cant. de semillas	%	Estrías	Total, de colores de las semillas considerando las estrías	Cant. de semillas	%
5YR	3	4	5YR 3/4	40	80	0	1	1	2
						1	2	30	60
						2	3	9	18
	3	2	5YR 3/2	5	10	1	2	4	8
						2	3	1	2
	5	4	5YR 5/4	1	2	0	1	1	2
						1	0	0	0
						2	0	0	0
	4	4	5YR 4/4	4	8	0	0	0	0
						1	2	2	4
						2	3	2	4
Total				50	100	0-2	1-3	50	100
Total, de colores de las semillas									
Colores				Número de semillas				%	
Color único				2				4	
Una estría				36				72	
Dos estrías				12				24	
Total				50				100	

Figura 2

Observación microscópica de la semilla



4.2. Poder germinativo de semillas de *P. cajamarcanus*

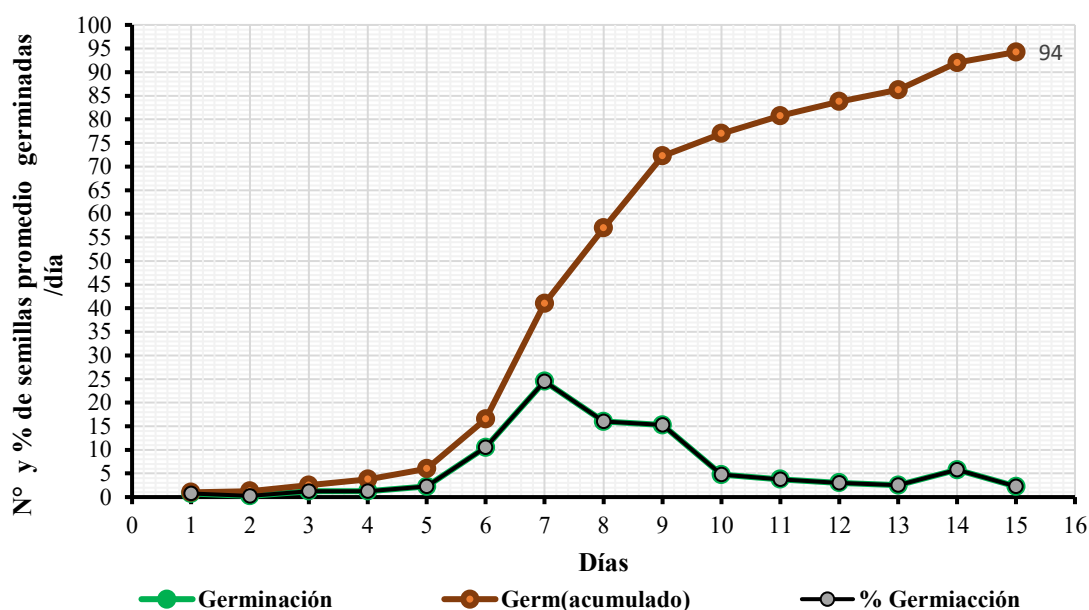
La Figura 3 muestra que el poder germinativo de *P. cajamarcanus* alcanzó un valor de 94 %, evidenciándose una respuesta germinativa elevada y concentrada en un periodo relativamente corto, ya que la mayor proporción de semillas germinadas se registró alrededor del séptimo día posterior a la siembra y el proceso se completó dentro de los primeros 15 días; este comportamiento refleja una alta viabilidad fisiológica y una germinación rápida, rasgo frecuente en especies arbóreas tropicales adaptadas a ambientes estacionalmente secos. Resultados comparables fueron reportados por Ramalho (1963), quien registró un poder germinativo del 95 % en *Passiflora grandiflorum* bajo condiciones de laboratorio, aunque con un intervalo temporal más amplio, lo que indica que, si bien los porcentajes finales pueden ser similares entre especies, la velocidad de germinación varía según el taxón y sus adaptaciones ecológicas.

En especies de la familia Malvaceae, particularmente dentro de la subfamilia Bombacoideae, se han documentado patrones de germinación elevados, como en *Bernoullia flammea*, donde se reportan altos porcentajes de germinación asociados a estrategias reproductivas orientadas a maximizar el establecimiento en ambientes tropicales secos (Aguilar & Fernández, 2024); de forma similar, en *Eriotheca vargasii* se observaron porcentajes de germinación superiores al 60 %, relacionados con una rápida emergencia del hipocótilo, característica clave para la supervivencia en ecosistemas con marcada estacionalidad hídrica (Mamani et al., 2018).

En conjunto, estos antecedentes respaldan que *P. cajamarcanus* presenta un comportamiento germinativo eficiente y competitivo, coherente con las estrategias ecológicas de especies leñosas propias de ambientes secos o semiáridos, lo que refuerza su importancia para procesos de regeneración natural y conservación.

Figura 3

Poder germinativo de semillas de P. cajamarcanus



4.3. Fenología de las plántulas de *P. cajamarcanus*

La Figura 4 muestra que la emergencia del hipocótilo en las plántulas de *P. cajamarcanus* se inició a partir del día 14 posterior a la siembra; los días 14 y 16 concentraron el mayor porcentaje de emergencia, con un 24 % en cada uno, representando aproximadamente el 50 % del total observado. La emergencia continuó hasta el día 28, aunque con una disminución progresiva en la frecuencia, lo que evidencia un patrón de emergencia no sincrónica, característico de especies arbóreas tropicales como estrategia para aumentar la probabilidad de establecimiento bajo condiciones ambientales variables (Verdú & García, 1996).

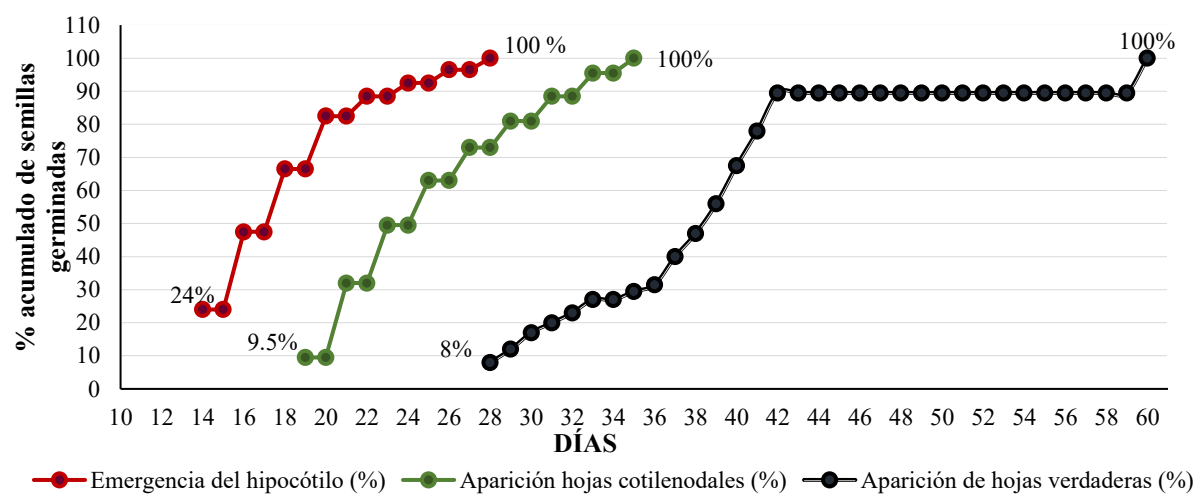
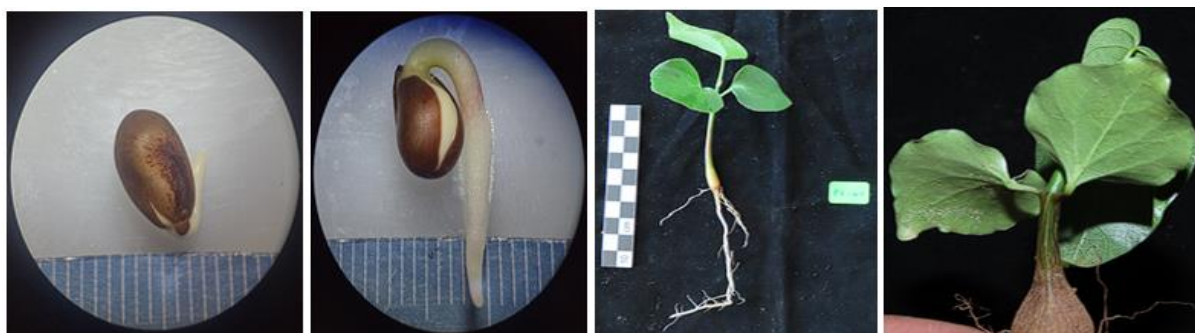
Los hipocótilos presentaron longitudes entre 12,80 mm y 30,50 mm, con un diámetro promedio de 3,20 mm; mientras que el sistema radicular mostró longitudes comprendidas entre 15,20 mm y 42,60 mm; este crecimiento diferencial, con una marcada inversión en el desarrollo temprano de la raíz, ha sido descrito como una adaptación frecuente en especies leñosas de ambientes secos, donde la captación temprana de agua resulta clave para la

supervivencia de las plántulas (Larsen et al., 2009).

A partir del día 15 y hasta el día 31 posterior a la siembra se registró la aparición de hojas cotiledonales durante un periodo de 17 días; el mayor porcentaje de emergencia ocurrió al tercer día de este intervalo y luego disminuyó progresivamente. Las hojas cotiledonales alcanzaron longitudes entre 16 y 29 mm y anchos entre 17,25 mm y 29 mm, registrándose de forma excepcional un valor máximo de 49 mm. El haz presentó una coloración verde oscuro (7.5GY 4/4) y el envés una tonalidad verde más clara (5GY 6/4), lo cual coincide con descripciones fenológicas de plántulas arbóreas tropicales donde el color foliar se asocia al inicio de la actividad fotosintética funcional (Robles & Sánchez, 2022).

La aparición de la primera hoja verdadera se registró en el 100 % de las plántulas entre los días 27 y 64 posteriores a la siembra; el 89 % emergió entre los días 27 y 45, mientras que el 11 % restante lo hizo entre los días 46 y 64. La segunda hoja verdadera apareció a partir del día 61, aunque solo en el 2 % de las plántulas, y no se registró una tercera hoja durante los 120 días de evaluación. Este patrón de desarrollo foliar lento ha sido reportado en especies leñosas tropicales como una estrategia conservativa de asignación de recursos durante las primeras fases del crecimiento (Silvertown et al., 2006), lo que permite a la planta priorizar el establecimiento del sistema radicular y del hipocótilo; además, este comportamiento asegura un desarrollo coordinado entre las estructuras aéreas y subterráneas, optimizando la supervivencia de las plántulas en condiciones de estrés ambiental o limitaciones de nutrientes.

Finalmente, durante este periodo las raíces alcanzaron longitudes entre 67 y 108,85 mm, mientras que el tallo presentó valores entre 22 y 51,55 mm, con diámetros entre 6,15 y 10,1 mm y una coloración correspondiente al código 5GY 6/4 de la carta Munsell. La predominancia del crecimiento radicular sobre el aéreo ha sido ampliamente documentada en especies arbóreas de ecosistemas secos, donde esta estrategia favorece la absorción de agua y nutrientes en etapas tempranas del establecimiento (Savadogo et al., 2008).

Figura 4*Fenología de las plántulas de P. cajamarcanus***Figura 5***Desarrollo germinativo y fenológico de semillas de Pseudobombax cajamarcanus*

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

- Las semillas mostraron variabilidad moderada en longitud (5,68–8,27 mm) y ancho (3,99–5,48 mm), con predominio de categorías intermedias; masa promedio de 0,0603 g por cada 50 semillas; forma ovoide; color marrón rojizo oscuro y estrías longitudinales visibles en la mayoría de los individuos, lo que evidencia uniformidad estructural y proporciona una base para su identificación y conservación.
- El poder germinativo fue alto, alcanzando el 94 % bajo condiciones controladas, iniciando principalmente entre el primer y séptimo día y completándose en un máximo de 15 días, lo que refleja viabilidad elevada y capacidad de respuesta eficiente ante condiciones favorables para la germinación.
- La fenología de las plántulas mostró que la emergencia del hipocótilo comenzó a los 14 días; las hojas cotiledonales aparecieron a partir del día 15 y la primera hoja verdadera emergió desde el día 27 en el 100 % de las plántulas; la segunda hoja verdadera se observó únicamente en el 2 % de los individuos durante los 120 días de evaluación, reflejando un desarrollo ordenado y progresivo de las estructuras vegetativas iniciales.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que futuros estudios no se delimiten únicamente por un periodo cronológico fijo, sino que se desarrollen en función al avance real de cada fase de crecimiento, abarcando la totalidad del estadio de plántula de *P. cajamarcanus*.
- Se recomienda que futuros estudios incluyan la fase adulta de *Pseudobombax cajamarcanus* para complementar la información sobre germinación y morfología temprana.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Sandí, D., & Fernández Otárola, M. (2024). Germinación de semillas del árbol neotropical *Bernoullia flammea* (Malvaceae, Bombacoideae) y descripción de su plántula. *Acta Botanica Mexicana*(131).
<https://doaj.org/article/4e15e589cb5140aca693440c3c2f999c>
- Asociación Internacional de Análisis de Semillas. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas 2016. Introducción a las Reglas ISTA Capítulos 1–7, 9.*
https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf
- Bornand, A.C., y Beltranini, V.S. (2021). Caracterización morfológica de la semilla de *Hibiscus cannabinus* (Malvaceae) e influencia del tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad. *Lilloa*, No. 58. Pp 51-62.
- Borrajo, C.I. (2006). Importancia de la calidad de semillas. *Sitio Argentino de producción animal*. Pp. 1-8. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/79-semilla.pdf.
- Carvalho-Sobrinho, J. G y Queiroz, L. P. (2010). Tres nuevas especies de *Pseudobombax* (Malvaceae, Bombacoideae) de Brasil. *Machine Translated by Google*, No. 20. Pp. 14-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4219553>.

- Casiano, M. y Paz, F. (2018). Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd). *Terra Latinoamericana*, No. 36. Pp. 393-409. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n4/2395-8030-tl-36-04-393.pdf>
- Cervantes, J., & Martín, R. (2019). Morfometría y clasificación de semillas en especies forestales nativas. *Revista de Botánica Aplicada*, 22(1), 45–53. <https://revistabotanicaaplicada.org/index.php/revista/article/view/123>
- Clement, C. R. (1999). 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. *Economic Botany*, 53(2), 188–202. <https://doi.org/10.1007/BF02866498>
- Courtis, A.C. (2013). Germinación de Semillas. En Courtis, A.C. Fisiología vegetal (pp. 1-22). FaCENA. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>
- Chuncho, G.A., Chuncho C.G. y Aguirre, Z.H. (2019). *Anatomía y Morfología vegetal*. Ediloja <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf>
- Diego, N y Gómez, A. (2013). Flora de Guerrero. En N. Diego, y A. Gómez, *Bombacaceae*. (1ra edición) (pp. 1-34). Editorial UNAM- <http://biologia.fciencias.unam.mx/plantasvasculares/PDF%20FLORAS/54%20Bombacaceae.pdf>
- Diego, L. M., & Gómez, F. J. (2013). Caracterización de semillas y plántulas de especies del género *Pseudobombax*. *Revista Brasileira de Botânica*, 36(4), 617–624. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042013000400005>
- Dominguez, M. C. y Pellat, F. P. (2018). Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). *Terra*

- Latinoamericana. No. 36. Pp .393-409. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n4/2395-8030-tl-36-04-393.pdf>.
- Dong, R., Guo, Q., Li, H., Zuo, W., & Long, C. (2023). *Estimation of morphological variation in seed traits of Sophora moorcroftiana using digital image analysis*. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1185393>
- Endler, J. A. (1986). *Natural selection in the wild*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.12987/9780691209517>
- Esau, K. (1982). *Anatomía de las plantas con semilla*. Hemisferio Sur S.A. http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wp-content/uploads/sites/14/2016/08/Esau_Anatomia_de_las_plantas_con_semilla.pdf
- Guedes, M. L., & Paganucci, L. (2010). Seed morphology and taxonomic implications in *Pseudobombax* Dugand (Malvaceae: Bombacoideae). *Acta Botanica Brasilica*, 24(3), 704–712. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000300018>
- Tambussi, E. A., Gergoff, G. G., & Ruscitti, F. M. (2023). *Introducción a la propagación vegetal*. Universidad Nacional de La Plata.
- Hernández R. Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexicana. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres. Para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7000/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20110?sequence=1&isAllowed=y>
- Jalca, I. R. (2019). *Respuesta germinativa de semillas de Cedrela odorata L. a diferentes niveles de pH – Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Estatal Amazónica]. Repositorio Universidad Estatal Amazónica.

- Kavanagh, P. H., & Burns, K. C. (2014). La evolución repetida de semillas grandes en las islas. *Proc Biol Sci.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24850930/>
- Larsen, T., Ventura, M., Damgaard, C., Hobbie, E. A., & Krogh, P. H. (2009). *Nutrient allocations and metabolism in two collembolans with contrasting reproduction and growth strategies.* *Functional Ecology*, 23, 745–755. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2435.2009.01564.x>
- Ley, J. M. Madrigal, E. C. (2017). *Las plántulas de árboles y palmas de la península de Osa.* Costa Rica San José.
- Ley, J. M. Morales, C. O. (2015). Descripción y clave dicotómica de plántulas de especies de palmas (Arecaceae) nativas de la Reserva Biológica Tirimbina, Costa Rica, con observaciones generales sobre propagación e historia natural..*Métodos en Ecología y Sistemática*, No.10. Pp. 1-40 <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Ley-LpezMorales-Descripcinyclavedicotmica-PlntulasdeArecaceaeTirimbina-MES103.1-40.2015.pdf>
- León, B., Pitman, N. y Roque, J. (2006). Bombacaceae endémicas del Perú. *Revista Perú biol.* 13(2): 1 – 972. <https://drive.google.com/u/0/uc?id=0B2LXWdoFIpfTzVTZTlpSkVmTjA&export=download>
- Levin, D. A. (2000). *The origin, expansion, and demise of plant species.* Oxford University Press. <https://archive.org/details/originexpansiond0000levi>
- Mamani, G., Chuquillanqui, H. Soto, Chumbiauca, S. L., Catherine M., Sahley, C.T. Alfonso A y Linares, R. (2018). *Biología tropical*, No. 3. Pp. 1162-1170. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n3/0034-7744-rbt-66-03-1162.pdf>

- Mendes-Rodrigues, C., Oliveira, P. E., Ranal, M. A., & Engel, V. L. (2011). Seed germination and seedling growth of three species of *Pseudobombax* (Malvaceae). *Plant Species Biology*, 26(1), 43–50. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2010.00265.x>
- Moles, A. T., Ackerly, D. D., Webb, C. O., Tweddle, J. C., Dickie, J. B., Pitman, A. J., & Westoby, M. (2005). Factors that shape seed mass evolution. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102(30). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1180762/>
- Noguera, E. A. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica Mexicana*, No. 1. Pp. 19-107. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v33n1/0065-1737-azm-33-01-00089.pdf>
- Olalde, M. O. (2010). Servicios de los ecosistemas. En Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Servicios de los ecosistemas y bienestar humano. https://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Ecosistemas_bienestar.pdf
- Pennington, R. T., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327>
- Pérez, F. y Pita, J. M. (s.f.). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. *Hojas divulgadoras*, No. 2112. Pp. 1-16. <https://www.coiacle.es/wp-content/uploads/2016/05/Viabilidad.pdf>
- Pita, J. M. y Pérez, F. (s.f.). Germinación de semillas. *Hojas divulgadoras*, No. 2990. Pp. 1-20. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Robles, M. T., & Sánchez, M. G. (2022). Familia Malvaceae: especies fundamentales en la industria agroalimentaria con potencial comercial, nutrimental y nutracéutico. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://www.redalyc.org/journal/573/57371833036/html/>

- Rodríguez, E., Alvítez, E., Pollack, L., Huamán, E. y Sagástegui A. (2015). Notas sobre Malvaceae subfamilia Bombacoideae en la región La Libertad, Perú. *REBIOL*; 35(2).
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/1080/1008>
- Rodríguez, W. (2011). *Guía de investigación Científica*. Editorial UCH.
https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/23/rodriguez_arainaga_walabonso_guia%20investigacion_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Romero, J.M. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador. *Ecosistemas*, No. 2.pp. 93-100. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54046745012.pdf>
- Ruiz, A. H., & Rada, J. M. (2021). *Caracterización y modelización de los patrones fenológicos de la vegetación en bosques tropicales secos de la Península de Yucatán*. Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Sagastume, H. H. (2011). Caracterización técnica y administrativa del proceso de producción de plántulas en pilón para pequeñas y medianas empresas productoras de hortalizas en Chimaltenango, Guatemala [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala].
 Repositorio Institucional.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3165.pdf
- Savado, P., Tiveau, D., Savado, L., & Tigabu, M. (2008). Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective tree cutting in the savanna-woodlands of West Africa. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 10(3), 179-195.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1433831908000358?via%3Dihub>

- Sánchez, J., Flores, L., & Rodríguez, C. (2024). Bioestimulante y tiempos de imbibición sobre la germinación de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista de Ciencias Agrarias*, 41(1), 55–62. <https://www.researchgate.net/publication/381554853>
- Sanchez, O. y Hernández, C. (2004). Estudio morfológico de plántulas de la familia bombacaceae en Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana*, No. 6. Pp. 1-6. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49760201.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s.f.). Manual de observaciones Fenológicas. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>
- Sierra, M. (2020). Identificar y preservar las especies endémicas en la huerta escolar del Colegio Don Bosco [tesis para licenciatura, Fundación Universitaria Los Libertadores] Repositorio institucional. https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3540/Sierra_Marisol_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Silvertown, J., Poulton, P., Johnston, E., Edwards, G., Heard, M., & Biss, P. M. (2006). The Park Grass Experiment 1856–2006: its contribution to ecology. *Journal of Ecology*, 94, 801–814. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2745.2006.01145.x>
- Trindade-Lessa, T., Silva, J. G. D., & Zocche, J. J. (2015). Características biométricas de frutos e sementes de espécies da Mata Atlântica. *Revista Árvore*, 39(4), 771–779. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400017>
- Troiani, H.O., Prina, A. O., Muiño, W.A., Tamame, M.A. y Beinticinco, L. (2017). Botánica, Morfología, Taxonomía y Fitogeografía. Melina Caraballo. <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morforlogia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>
- Universidad Nacional de Cajamarca. (2017). Resolución de consejo Universitario N° 737 – 2017 – UNC. <http://fedu.unc.edu.pe/documentos/areaslineas.pdf>

- Valera, A. y Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativo. (3). Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf
- Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C. y Ortiz, L. (2019). *Cuencas Hidrográficas*. Abya-Yala.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>
- Verdú, M., & García-Fayos, P. (1996). Nucleation Processes in a Mediterranean Bird-Dispersed Plant. *Functional Ecology*, 10(2), 275-280.
<https://www.jstor.org/stable/2389853>
- Williams-Linera, G., & Meave, J. (2002). Patrones fenológicos. En G. Halffter, J. A. Llorente-Bousquets, & A. Miranda (Eds.), *Ecología y conservación de bosques neotropicales* (pp. 591–624). Instituto de Ecología A.C.
- Westoby, M., Falster, D. S., Moles, A. T., Vesk, P. A., & Wright, I. J. (2002). Plant Ecological Strategies: Some Leading Dimensions of Variation Between Species. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 33.
<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150452>
- Zevallos, P. y Flores, Y. (2003). Caracterización morfológica de plántulas de “uña de gato”. *Ecología Aplicada*, 2(1): 41-46. <https://www.redalyc.org/pdf/341/34120106.pdf>

CAPÍTULO VI

ANEXO O APÉNDICE

ANEXO I. Modelo de ficha de recolección de muestras

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental -

Celendín



FICHA DE RECOLECCION DE SEMILLAS

Coordenadas -----

IDENTIFICACION	DATOS DE LOCALIZACION
Familia ----- ----	Nombre del colector ----- -
Genero ----- --	Numero de recolección ----- Fecha de recolección ----- Lugar de recolección -----
Especie ----- ----	

Circunferencia del tronco

Altura de pecho

Numero de frutos

Estado de la floración (vegetativo) -----

Pendiente -----

Plantas asociadas alrededor (dominancia) -----
--

Tipo de suelo -----

Exposición y hábitat -----



Número de población estimada

Tamaño poblacional (número de individuos)

Cantidad der plantas muestreadas

Observaciones:

ANEXO II. Fichas de recolección de muestras

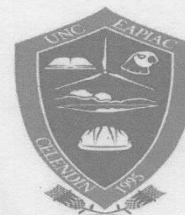
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA "Norte de la Universidad Peruana" FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental - Celendín																		
FICHA DE RECOLECCION DE SEMILLAS																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">IDENTIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">Familia</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Genero</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Especie</td> <td>-----</td> </tr> </tbody> </table>	IDENTIFICACION		Familia	-----	Genero	-----	Especie	-----	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DE LOCALIZACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">Nombre del colector</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Numero de recolección</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>Fecha de recolección</td> <td>19/08/22</td> </tr> <tr> <td>Lugar de recolección</td> <td>carretero a Bolivar</td> </tr> </tbody> </table>	DATOS DE LOCALIZACION		Nombre del colector	-----	Numero de recolección	62	Fecha de recolección	19/08/22	Lugar de recolección	carretero a Bolivar
IDENTIFICACION																			
Familia	-----																		
Genero	-----																		
Especie	-----																		
DATOS DE LOCALIZACION																			
Nombre del colector	-----																		
Numero de recolección	62																		
Fecha de recolección	19/08/22																		
Lugar de recolección	carretero a Bolivar																		
Coordenadas <u>E 0178411 N 9225534</u> <u>Altura 1672</u>																			
Circunferencia del tronco 33.3 cm Altura de pecho 1.30 Ø 31 cm.																			
Numero de frutos 01 con semillas																			
Estado de la floración (vegetativo) -----																			
Pendiente <u>75</u> -----																			
Plantas asociadas alrededor (dominancia) <u>Pata, puya a pitcairnia</u>																			
Tipo de suelo <u>leptosol</u> -----																			
Exposición y hábitat -----																			
Número de población estimada 01 Tamaño poblacional (número de individuos) 01																			
Cantidad der plantas muestreadas 01																			
Observaciones: ----- ----- ----- -----																			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental - Celendín



FICHA DE RECOLECCION DE SEMILLAS

IDENTIFICACION	DATOS DE LOCALIZACION
Familia <u>Bombacaceae</u>	Nombre del colector _____
Genero <u>Tunsho</u>	Numero de recolección <u>01-PC01T</u>
Especie _____	Fecha de recolección <u>19-08-22</u>
	Lugar de recolección <u>Pusac camino a Belivar</u>
	<u>Ref. margen Izq. Río Pusac, cost. de la carretera</u>

Coordenadas E 0177403 N 9226103 1454 msnm

Circunferencia del tronco 161 cm Altura de pecho 130 Hora 11:30 m.

Numero de frutos 12 Inmaduros: 1 Fruto abierto (recolectado 1 parte)

Estado de la floración (vegetativo) _____

Pendiente 45

Plantas asociadas alrededor (dominancia) Bugambilla peruana, Coparis scabrilla, Croton Alnifolius
Arabisco, Pitcairnia o puya, Eriotheca discolor

Tipo de suelo Leptosol
(suelo sobre roca)

Exposición y hábitat BES - Moranon

Número de población estimada 01 Tamaño poblacional (número de individuos) 03

Cantidad der plantas muestreadas 01

Observaciones:

Se ubica cerca de la carretera a aprox. 6m de altura, con abundante
hojas y frutos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental - Celendín



FICHA DE RECOLECCION DE SEMILLAS

IDENTIFICACION	DATOS DE LOCALIZACION
Familia <u>Bombacaceae</u>	Nombre del colector <u>Marwa Roberto Rangel Robanal</u>
Genero <u>Pseudobombax</u>	Numero de recolección <u>01</u>
Especie <u>Cajamarcanus</u>	Fecha de recolección <u>19-08-22</u>
	Lugar de recolección <u>carretera a Bolivia</u>

Coordenadas E 01794406 N 9225330

Altura 1795 m.s.n.m

Circunferencia del tronco

60.6cm

Altura de pecho

1.30

Ø 58cm

Numero de frutos

05

7 maduros 3 en estado de maduración

Estado de la floración (vegetativo)

Un arbol con dos flores abiertas (ver fotografías)

Pendiente

20

Plantas asociadas alrededor (dominancia)

Hualungos Mimosa sp, Erpothera discolor

Tipo de suelo

leptosol

Exposición y hábitat

Número de población estimada

03

Tamaño poblacional (número de individuos)

03

Cantidad der plantas muestreadas

01

Observaciones:

Se encontraron 3 individuos adultos con algunas ramas secas
con presencias thilaneas (siempre viva)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental - Celendín



FICHA DE RECOLECCION DE SEMILLAS

IDENTIFICACION	DATOS DE LOCALIZACION
Familia -----	Nombre del colector -----
Genero -----	Numero de recolección <u>03</u>
Especie -----	Fecha de recolección <u>19-08-22</u>
	Lugar de recolección <u>carretera a Bolivar</u>

Coordenadas E 0178224 N 9224075

Alt. 1903

Circunferencia del tronco

☐ No se
evalua

Altura de pecho

☐

Numero de frutos

☐ 03

o 1 sin semillas

Estado de la floración (vegetativo)

co

Pendiente

75

Plantas asociadas alrededor (dominancia)

Esposoa lannata, Picairnia o puya, Huarango
Crotonalmitos, Eriotheca discolor (pate).

Tipo de suelo

Leptosol

Exposición y hábitat

Número de población estimada

☐ 04

Tamaño poblacional (número de individuos)

☐ 04

sin frutos

Cantidad der plantas muestreadas

☐ 01

Observaciones:

Se coleccionaron del suelo 11 semillas.

Se colecto el fruto para secar de forma artificial (obscurencia)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental - Celendín



FICHA DE RECOLECCION DE SEMILLAS

IDENTIFICACION	DATOS DE LOCALIZACION
Familia -----	Nombre del colector -----
Genero -----	Numero de recolección <u>04 (M-04)</u>
Especie -----	Fecha de recolección <u>20-08-22</u>
	Lugar de recolección <u>Cavatera a Chugui bambas</u>

Coordenadas E 0176129 N 9827999
H 1649

Circunferencia del tronco 35+27+19.5+24 cm
? Altura de pecho 1.30 Altura del árbol 4.20 m

Numero de frutos 38 sin apertura 3 con semillas.

Estado de la floración (vegetativo) -----

Pendiente 75

Plantas asociadas alrededor (dominancia) Mimosa sp, Croton albizzioides Eriotheca discolor
Clusia sp (chucavilla) Huarango

Tipo de suelo leptosol

Exposición y hábitat -----

Número de población estimada 02 Tamaño poblacional (número de individuos) 01

Cantidad der plantas muestreadas 01

Observaciones:

Hay un individuo a 100m

No hay diametro.

ANEXO III. Identificación de la especie *Pseudobombax cajamarcanus* en la etapa fenológica de fructificación

Figura 6

*Identificación de la especie *Pseudobombax cajamarcanus* en la etapa fenológica de fructificación*



Figura 7

Evaluación de las semillas



ANEXO IV. Identificación y toma de muestras de P.C

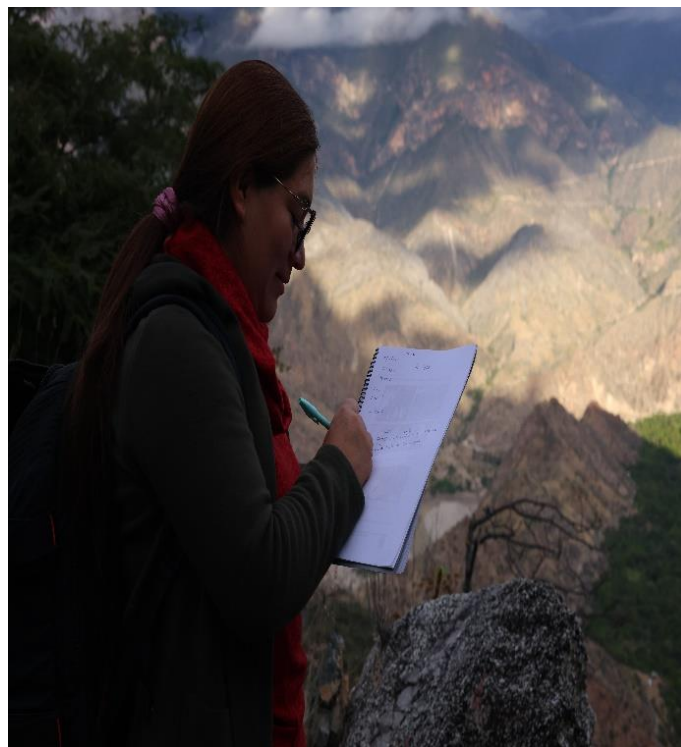
Figura 8

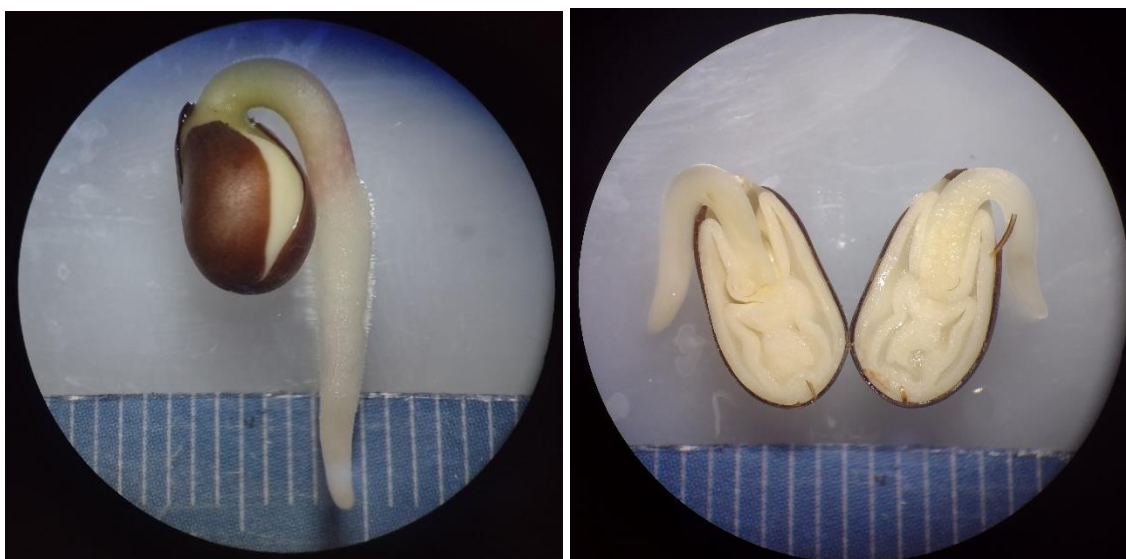
Recolección de muestras



Figura 9

Llenado de fichas de recolección



ANEXO IV. Peso de las semillas**Figura 10***Peso de las semillas***ANEXO V. Geminación de las semillas****Figura 11***Germinación de las semillas*

ANEXO VI. Evaluación de color de hoja cotiledoneal en la carta Munsell

Figura 12

Evaluación del color de las hojas en la carta Munsell

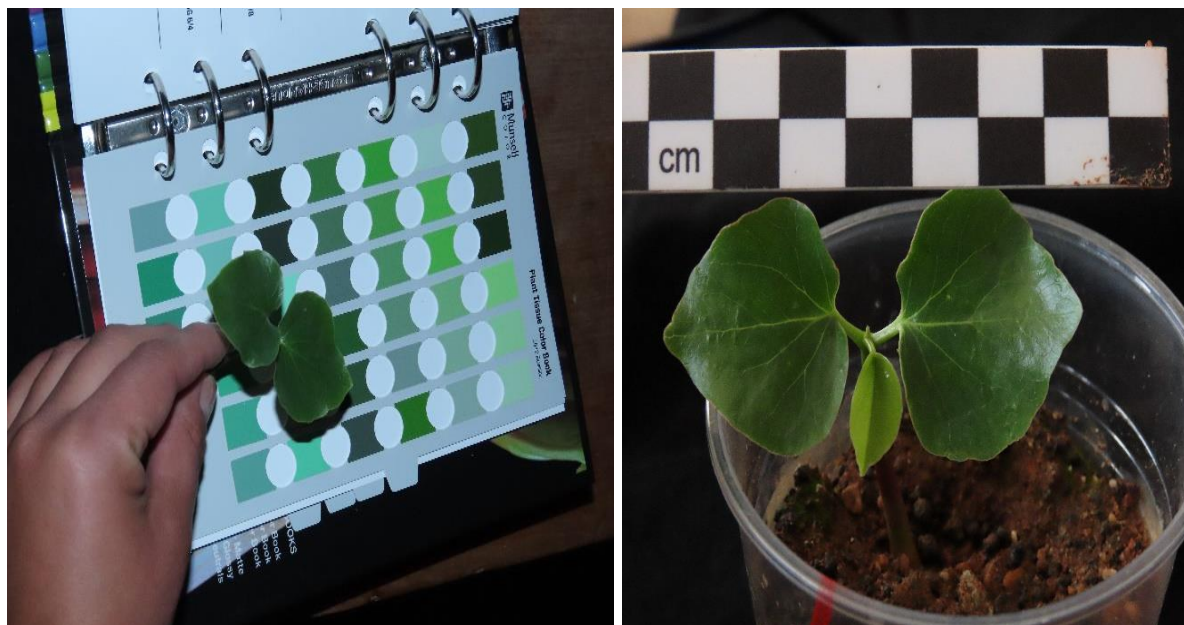


Figura 13

Muestra de la raíz



Figura 14

Plántula para evaluación: raíz, tallo y hojas



“Morfología, poder germinativo y fenología de semillas y plántulas de
Pseudobombax cajamarcanus en la cuenca media del río Marañón,
Cajamarca, Amazonas y La Libertad”

.....
PhD. Manuel Roberto, Roncal Rabanal
Asesor

.....
Bach. Susan Judith, Rodríguez Rojas
Tesisista