

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS:

**Evaluación de la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva
en las comunidades de Pacaycasa e Iguain. Ayacucho - 2024**

Para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIA

PRESENTADO POR:
Bach. Mirian Raquel QUISPE MENDOZA

ASESOR:
Dr. Javier Ciprian PAREJA LOAYZA

AYACUCHO - PERÚ

2026

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso que doy, por concederme la sabiduría necesaria para afrontar cada desafío, y el haber permitido culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres Gregoria y Pedro por inculcarme desde siempre el valor del conocimiento y la perseverancia, y por brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Maribel, Esther, Josue, Flor, Abrahan y Mariluz, por creer firmemente en mis capacidades y por acompañarme con palabras de ánimo en los momentos desafiantes.

A mi sobrina Yarely, cuya ternura y alegría iluminan mis días, eres un motivo profundo para seguir adelante, una inspiración constante que me impulsa a ser mejor y a esforzarme por construir un futuro del que puedas sentirte orgullosa.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias y mi Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, en cuyas aulas adquirí los conocimientos y valores necesarios para mi formación profesional.

Al Dr. Javier Ciprian Pareja Loayza, por su valiosa asesoría, orientación y constante apoyo durante el desarrollo del presente trabajo de investigación. Su dedicación, experiencia y confianza fueron fundamentales para superar las dificultades del proceso y lograr la culminación satisfactoria de esta tesis.

A los miembros del jurado, por sus valiosos aportes, observaciones y recomendaciones que permitieron enriquecer y fortalecer la calidad del presente trabajo de investigación.

A mis amigos Sonia y Crimaldo, quienes me brindaron su apoyo incondicional en las diferentes etapas del desarrollo de este trabajo de investigación y cuya compañía y ánimo fueron un sostén invaluable en este proceso.

A CHIRAPAQ – Centro de Culturas Indígenas del Perú, por otorgarme la beca que hizo posible llevar a cabo mi trabajo de investigación, y por su valioso compromiso en apoyar el crecimiento académico y personal de los jóvenes.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
1.1. Antecedentes internacionales	14
1.2. Antecedentes nacionales.....	17
1.3. La cabra criolla.....	18
1.4. Sistemas de crianza caprina.....	19
1.5. Dispersión de semillas.....	20
1.6. Caprinos como agentes dispersores de semillas en crianza extensiva	22
1.7. Anatomía y fisiología del tracto digestivo de los rumiantes	23
1.8. Especies vegetales con potencial de dispersión por endozoocoria en las zonas de estudio	25

1.9. Viabilidad de semillas	31
1.10. Transecto.....	33
CAPÍTULO II	35
METODOLOGÍA	35
2.1 Ubicación.....	35
2.2 Lugar de procesamiento de muestras	37
2.3 Materiales y equipos.....	37
2.4 Problemas específicos	38
2.5 Método procedimental.....	38
CAPÍTULO III.....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1. Distribución de la cantidad de semillas por muestra fecal en caprinos.	48
3.2. Identificación de las especies de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva.....	50
3.3. Evaluación de la viabilidad aparente a partir de semillas recuperadas después del tránsito digestivo	53
3.4. Comparación de semillas viables y cantidad de individuos juveniles de <i>Acacia macracantha</i>	56
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	61

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de <i>Acacia macracantha</i>	26
Tabla 2 Clasificación taxonómica de <i>Caesalpinia spinosa</i>	27
Tabla 3 Clasificación taxonómica de <i>Schinus molle</i>	28
Tabla 4 Clasificación taxonómica de <i>Condalia weberbaueri</i>	29
Tabla 5 Clasificación taxonómica de <i>Opuntia streptacantha</i>	29
Tabla 6 Clasificación taxonómica de <i>Dodonaea viscosa</i>	30
Tabla 7 Características generales de las zonas de estudio	35
Tabla 8 Cantidad de semillas identificadas en las muestras fecales en caprinos de crianza extensiva de los valles interandinos de Pacaycasa e Iguain.	48
Tabla 9 Semillas recuperadas en las heces de los caprinos según especie, comunidad y época de evaluación.	50
Tabla 10 Determinación de la viabilidad aparente de semillas recuperadas de heces de caprinos	53
Tabla 11 Plántulas herbáceas emergidas a partir de las muestras fecales de caprinos	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ámbito de estudio	36
Figura 2	Imagen referencial de transecto en franja	40
Figura 3	Registro y medición de especies vegetales en el área de pastoreo.....	40
Figura 4	Recolección de grupos fecales de los caprinos	41
Figura 5	Secado de muestras fecales	42
Figura 6	Recuperación de semillas.....	42
Figura 7	Semillas de <i>Acacia macracantha</i> y <i>Caesalpinia spinosa</i> utilizados como material de referencia.	43
Figura 8	Esterilización del sustrato en estufa	44
Figura 9	Bandejas con sustrato para la siembra de semillas.	45
Figura 10	Manejo del riego y acondicionamiento de las bandejas para la emergencia de plántulas.....	46
Figura 11	Control de temperatura y humedad	46
Figura 12	Emergencia de plántulas en las bandejas con sustrato.	47
Figura 13	Comparación entre la cantidad de semillas viables y la cantidad de individuos juveniles de <i>Acacia macracantha</i> en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín.	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Especies arbustivas registradas en el área de pastoreo.	70
Anexo 2 Cobertura vegetal por comunidad.....	71
Anexo 3 Registro fotográfico de caprinos en pastoreo	71
Anexo 4 Emergencia de plántulas en los corrales de descanso	72
Anexo 5 Árbol de <i>Caesalpinia espinosa</i> en las inmediaciones del corral de descanso	72
Anexo 6 Base de datos de semillas recuperadas y emergidas	73

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en las comunidades de Pacaycasa, provincia Huamanga, e Iguain, provincia de Huanta, región Ayacucho, con el objetivo de evaluar la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva mediante la identificación de semillas presentes en las heces, la evaluación de la capacidad de estas semillas para producir plántulas después del tránsito digestivo y la comparación entre la cantidad de semillas de *Acacia macracantha* que produjeron plántulas y el número de individuos juveniles registrados en las áreas de pastoreo. Las evaluaciones se realizaron en tres momentos del año: diciembre, abril y agosto. Se establecieron cinco transectos de franja en cada comunidad para registrar la vegetación y, en cada momento de evaluación se recolectaron 50 grupos fecales frescos por comunidad. Las muestras fueron secadas y procesadas en laboratorio; posteriormente las semillas recuperadas fueron identificadas y sembradas en arena esterilizada, registrándose la emergencia de plántulas durante 90 días. El análisis permitió recuperar 499 semillas correspondientes a tres especies: *Acacia macracantha* (87,8%), *Opuntia streptacantha* (10,0%) y *Caesalpinia spinosa* (2,2%). Del total de semillas sembradas, 91 produjeron plántulas, que representó una viabilidad global de 18,2%. *Caesalpinia spinosa* presentó el mayor porcentaje de viabilidad (27,3%), seguida de *Acacia macracantha* (20,1%), mientras que *Opuntia streptacantha* no presentó emergencia durante el periodo de evaluación. La diferencia entre semillas viables e individuos juveniles de *A. macracantha* mostró que Iguain registró mayor cantidad de semillas que produjeron plántulas después del tránsito digestivo, pero menor abundancia de individuos juveniles en las áreas de pastoreo, mientras que en Pacaycasa se observó lo contrario. Se concluye que los caprinos de crianza extensiva dispersan semillas capaces de producir plántulas después del tránsito digestivo; sin embargo, su establecimiento en campo también estaría condicionado por, factores ambientales de cada comunidad.

Palabras clave: Caprinos, crianza extensiva, dispersión de semillas, viabilidad de semillas, *Acacia macracantha*.

INTRODUCCIÓN

La ganadería caprina constituye una actividad de gran relevancia socioeconómica y ecológica en diversas regiones del mundo, especialmente en zonas áridas y semiáridas donde otras especies domésticas presentan limitaciones para sobrevivir. A nivel global, entre los años 2009 y 2019, la población caprina aumentó en un 19,6 %, con un crecimiento del 21 % en razas de aptitud cárnica y del 16 % en razas lecheras, asimismo, Asia concentra el 53 % de la población mundial, seguida por África con el 42 %, mientras que Europa, América y Oceanía albergan el 1,47 %, 3,58 % y 0,4 %, respectivamente (Salgado et al., 2023).

El Perú cuenta con una población aproximada de 1 749 263 caprinos, siendo Piura la región con mayor población promedio, seguida por Ayacucho, Huancavelica y Lima (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2024). En estas regiones, la crianza caprina se desarrolla principalmente bajo un sistema extensivo, caracterizado por el pastoreo libre y el desplazamiento diario en busca de alimento. En el norte del Perú, los animales se alimentan básicamente bosques secos (algarrobo), matorrales y lomas costeras (Gómez et al., 2016), mientras que en los valles interandinos predomina el consumo de vegetación arbustiva y espinosa (Solórzano, 2019). Aunque este sistema permite la subsistencia del rebaño, también se asocia a una reproducción continua, crecimiento limitado de las crías y una baja productividad (Arroyo, 2007).

La capacidad adaptativa de la cabra doméstica (*Capra hircus*) está relacionado con su comportamiento alimentario, este rumiante menor aprovecha eficientemente distintos tipos de vegetación incluyendo arbustos y especies leñosas, mostrando mayor selectividad por las fracciones más nutritivas de los arbustos en comparación con otros rumiantes domésticos (Briceño & Almanza, 2022). Además, las condiciones de su sistema digestivo, como el pH ruminal, que oscila entre 5.5 y 7.1 pueden influir en la escarificación de semillas, lo que sugiere que, además de consumir la vegetación, las cabras pueden participar en la dispersión de semillas.

La dispersión de semillas es un proceso fundamental para la regeneración de los ecosistemas, en este contexto la endozoocoria (dispersión a través del tracto digestivo de los animales) ha sido reconocida como un mecanismo importante mediante el cual los herbívoros

contribuyen en la dinámica vegetal. Diversos estudios han demostrado que las cabras pueden dispersar semillas viables de distintas especies, influyendo en la composición y estructura de la vegetación (Baraza & Valiente-Banuet, 2008; Espinosa et al., 2021; Mancilla et al., 2015).

La evaluación de la endozoocoria comprende la identificación de las especies de semillas presentes en las heces de los herbívoros, la determinación de su viabilidad después del tránsito por el tracto digestivo y el análisis entre dichas semillas y la composición de la vegetación disponible en las áreas de pastoreo. Estos aspectos permiten comprender el papel ecológico de los caprinos como agentes potenciales de dispersión de semillas y su contribución a la regeneración de comunidades vegetales, particularmente en ecosistemas de matorrales donde la dispersión natural constituye un proceso clave para el mantenimiento de la biodiversidad.

A pesar de la importancia ecológica de la endozoocoria, en el Perú existen escasas investigaciones orientadas a evaluar este proceso en caprinos criollos manejados bajo sistemas extensivos, particularmente en los ecosistemas altoandinos de la región Ayacucho. Asimismo, se desconoce la diversidad de semillas que son dispersadas por estos animales, el porcentaje de semillas que mantienen su viabilidad después del tránsito digestivo y la posible relación entre las semillas recuperadas y la disponibilidad de matorrales presentes en las zonas de pastoreo. Esta falta de información limita la comprensión del papel de los caprinos como agentes de dispersión de semillas y su contribución a la regeneración natural de la vegetación nativa.

En este contexto, la presente investigación se desarrolló en las comunidades de Pacaycasa e Iguain, con la finalidad de evaluar la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva mediante la identificación de las especies de semillas presentes en las heces, la determinación de su viabilidad en las épocas de seca y lluvia y el análisis de la relación entre las semillas viables y la abundancia de matorrales en las áreas de pastoreo. Para esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la endozoocoria mediante la identificación y viabilidad de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguain, Ayacucho.

Objetivo específico

- Identificar las especies de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín.
- Evaluar el porcentaje de semillas viables después del tránsito digestivo de los caprinos en distintas épocas del año en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín.
- Comparar la cantidad de semillas viables y la cantidad de individuos juveniles de *Acacia macracantha* presentes en las zonas de pastoreo de caprinos de las comunidades de Pacaycasa e Iguaín.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes internacionales

En el continente de Asia, Irán, Oveisi et al. (2020) evaluaron el destino, viabilidad y germinabilidad de varias semillas de malezas (*Convulvulus arvensis*, *Cuscuta campestris*, *Rumex crispus*, *Hordeum spontaneum* y *Sorghum halepense*) tras su paso por el intestino de ovejas y cabras, el procedimiento consistió en mezclar 1500 semillas por cada kilo de alimento balanceado, donde se aseguró el consumo total por los 36 animales de estudio, posteriormente recolectaron heces por 5 días consecutivos, procediendo a separar las semillas, mediante la técnica de tamizado en malla. Las semillas recuperadas sometieron a pruebas de viabilidad y germinabilidad obteniendo como resultado la viabilidad en un 96 – 100 % y la germinabilidad en un 23 % en 24 horas después de la ingestión. La digestión de los animales afecta la recuperación, viabilidad y germinación de las semillas, mostrando estos efectos de acuerdo a las características de las semillas y del tipo de animal.

En África, en el país de Kenia, ciudad de Marigat, en el distrito de Baringo, Álvarez et al. (2017) evaluaron la dispersión y germinación de semillas de *Prosopis juliflora* después de su ingestión por cabras y toros, para el estudio utilizaron tres cabras y tres toros, el procedimiento consistió en ofrecerle 3000 semillas a cada individuo, posteriormente recogieron el estiércol por 7 días, de las semillas ingeridas solo recuperaron el 7 % del excremento de cabra y el 15 % del toro. Las semillas recuperadas de las heces de cabras germinaron aproximadamente en 7 días y en toros en unos 15 días, el porcentaje de germinación fue 50 %

en caso de las semillas recuperadas de las heces de toros y en cabras 40 a 50 %. Con esto concluyeron que ambas especies contribuyen en la dispersión de semillas con una diferencia en el efecto de la digestión.

En Sudáfrica, en la provincia de Mpumalanga, distrito Kwa-Mhalanga, Tjelele et al. (2012), evaluaron la escarificación de las semillas de *Dichrostachys cinérea* tras su paso por el tracto digestivo de las cabras y el porcentaje de germinación, el procedimiento consistió en alimentar a 10 cabras con 1500 semillas de *D. cinérea* mezcladas con su ración de alimento, mientras que otras 10 cabras fueron alimentadas forzosamente con 1500 semillas de *D. cinéria* a través de una sonda, luego colectaron las heces dos veces al día durante 11 días, las cuales fueron sometidas al lavado con agua de grifo y tamizado para obtener las semillas del resto fecal, para la germinación de semillas trabajaron con cuatro tratamientos (semillas mezcladas, semillas de alimentación forzada, semillas mecánicamente escarificada y semillas sin tratar), esto se realizó en una cámara de germinación por un periodo de 16 días, teniendo como resultado la recuperación de semillas del tratamiento de alimentación forzada 32.7% y del tratamiento de la mezcla de ración 9.9%, el porcentaje de germinación de las semillas escarificadas mecánicamente fue 53% superior a las semillas que pasaron por el tracto digestivo, en el tratamiento de la mezcla de alimento fue 35.5%, alimentación forzada fue 31.2% y sin tratar 19%. Con estos resultados concluyeron que las cabras pueden actuar como dispersores de semillas de *Dichrostachys cinérea* y tienen la capacidad de diseminar las plantas leñosas mediante la dispersión de semillas viables y parcialmente escarificadas.

En Centroamérica en México, Baraza & Valiente-Banuet (2007) realizaron un estudio sobre el rol de los caprinos como dispersoras de semillas en el matorral espinoso del valle de Tehuacán Cuicatlán, para lo cual recolectaron heces de las cabras en diferentes microhábitats y recuperaron las semillas mediante la técnica del lavado y sometieron a germinación en placas petri por un periodo de 30 días. Para determinar la disponibilidad de especies vegetales en la zona de estudio trazaron transectos y midieron la cobertura de árboles y arbustos. Recuperaron 299 semillas las cuales pertenecían a tres especies de cactus y dos especies de leguminosas: 92 *Echinocactus platyacanthus* f. *grandis*, 21 *Ferocactus robustus*, 52 *Ferocactus latispinus*, 14 *Acacia cochliacantha* y 8 *Prosopis laevigata* y 22 semillas no identificadas, el porcentaje de germinación de las semillas recuperadas fue 75% *E. platyacanthus*, 65% *F. robustus* y 80.8% *F. latispinus*, 28.6% *A. cochliacantha* y 62.5% *P. laevigata*. Concluyeron que las cabras

desempeñan un papel importante en la dispersión de semillas incluyendo especies en peligro de extinción.

En México, Gómez (2006) realizó un estudio con un hato manejado bajo condiciones extensivas, conformado por aproximadamente 250 cabras y borregas, se evaluó la capacidad de ambas especies para dispersar semillas a través de su tracto digestivo en un ecosistema de matorral parvifolio inerme. Para ello seleccionó animales al azar y realizó muestreos en dos periodos (febrero y mayo), recolectando heces durante dos días por cada periodo y realizando cinco repeticiones por especie, las muestras fecales colectadas fueron sometido a un procedimiento de siembra en charolas con aserrín húmedo, empleando 1250 gramos de heces seca distribuidos en 250 gramos por charola. La emergencia de plántulas se registró entre los tres y treinta días posteriores a la instalación del experimento. Los resultados evidenciaron que las borregas presentaron una mayor eficiencia en la dispersión de semillas de especies herbáceas y del total de plantas en comparación con las cabras. Asimismo, se observó que ninguna de las dos especies contribuyó a la diseminación de plantas arbustivas durante la época de sequía.

En América del Sur, en Ecuador entre diciembre del año 2016 y junio de 2017, Espinosa et al., (2021) evaluaron el rol de las cabras como dispersoras de semillas de especies leñosas, como también el efecto que hay en la germinación luego de pasar por el tracto digestivo de la cabra y analizaron en qué medida la vegetación establecida define los patrones de dispersión de semillas. El estudio lo realizaron en tres localidades del bosque seco de Ecuador, donde seleccionaron parcelas de pastoreo para la identificación de las especies vegetales, y el muestreo de fecas realizaron en los corrales y en las zonas de bosque obteniendo 2 kilogramos de muestras frescas que luego fueron secadas al medio ambiente, posteriormente fueron desmoronados y tamizados para la identificación de semillas. Para la evaluación de la germinación de semillas sembraron en sustrato de tierra negra y arena las cuales fueron mantenidas en un invernadero por un periodo de dos meses, y el control de germinación realizaron cada 3 días. Como resultado obtuvieron que las cabras dispersan semillas de 10 especies vegetales, y la especie más representada fue *Acacia macracantha* con más del 70% de semillas. Las especies de mayor porcentaje de germinación fueron *Piscidia carthagenensis* y *Ziziphus thyrsoiflora* con un 90% y por otro lado las especies *Acacia macracantha* y *Albizia multiflora* tuvieron una germinación menor a 40% y tres especies no tuvieron germinación. Llegaron a la conclusión que las cabras desempeñan un papel importante en la dispersión y

germinación de semillas en los bosques secos y tropicales, además la presencia adecuada de la ganadería es crucial para promover la recuperación de los ecosistemas degradados.

1.2. Antecedentes nacionales

En Perú en la región de Piura, Salinas (2021) evaluó la eficiencia endozoocoria de las semillas de *Prosopis pallida* bajo condiciones de pastoreo y en condiciones experimentales; el estudio evaluó tanto la recuperación de semillas a partir de heces como el efecto de la escarificación biológica sobre su germinación. Para la evaluación in situ, se cuantificó el número de semillas presentes en 30 gramos de heces, mientras que en condiciones ex situ se registró la recuperación de semillas cada 12 horas durante un periodo de cinco días. Los resultados en condiciones naturales mostraron que las cabras presentaron una mayor recuperación de semillas en comparación con los cabritos, con valores de 8,9 y 4,7 semillas por 30 gramos de heces respectivamente, en condiciones experimentales, las heces de venados mostraron un mayor porcentaje de recuperación de semillas (9,3%) en comparación con las cabras (3,6%). Asimismo, se determinó que las cabras presentan un mayor tiempo de retención de las semillas en el tracto digestivo, alcanzando hasta 80 horas en relación con los venados.

En la región de Madre de Dios, Panocca (2021) realizó un estudio sobre la dispersión de semillas a través de excretas por el mono araña negro reintroduciendo en la Concesión de Conservación Kawsay, Reserva Nacional de Tambopata. Para registrar el tipo de alimentación de los monos utilizó binoculares, y colectó muestras de frutos de las especies vegetales que consumía, Paralelamente también colectó muestras fecales de los monos utilizando la metodología Ad libitum, las muestras fecales fueron lavadas con agua en un colador mayor a 1mm de poro de doble malla para obtener las semillas y se identificó con una guía de campo de semillas. De las siete muestras de excretas colectadas halló un total de 9 especies diferentes: *Ficus sp*, *Pouteria caimito*, *Annona papilionella*, *Socratea sp*, *Borismene sp*, *Anacardiaceae*, morfo 2, morfo 3 y morfo 4, con un número de semillas variado en cada excreta, donde se encontró que la familia *Moraceae* fue la especie más dispersada, hallándose en una excreta más de 500 semillas y un promedio de 26,48 semillas por excreta.

Novoa et al. (2011) en el departamento de tumbes evaluaron el rol de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en tres tipos de habitat del Parque Nacional de Cerros

de Amotape. Los murciélagos fueron capturados y puestos dentro de una bolsa de tela que permanecían hasta que lograsen defecar, luego las fecas fueron llevadas a un laboratorio donde fueron separadas las semillas de los restos vegetales y partes de artrópodos. Para la identificación de las especies vegetales utilizaron guías, lista de especies y claves de determinación. Capturaron 33 especies de murciélagos, de las cuales 13 fueron frugívoras que representaban el 81% del total de capturas. Determinaron que la dieta de los murciélagos estuvo compuesta por 22 especies vegetales, y llegaron a considerar que las especies de murciélagos más importantes en dispersar las semillas fueron *Artibeus fraterculus* y *Carollia perspicillata*.

En la región de Moquegua, Cossíos (2005), realizó un análisis del zorro costero (*Lycalopex sechurae*) en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, a través de heces recogidas en seis salidas al campo entre los meses de setiembre 2002 y agosto 2003. Identificó ocho especies de semillas en las fecas del zorro que ocupaba el 84,16% de la dieta y entre éstos la semilla de algarrobo (*Prosopis pallida*) fue el componente más encontrado el 70,45% de la dieta, y de diez categorías de origen animal que representa el 15,84% de la dieta. El porcentaje de germinación se midió en grupos de semillas pre y post ingestión por *Lycalopex sechurae*, hallándose que el porcentaje de semillas germinadas aumenta tras el paso por el tracto digestivo del zorro en los casos del algarrobo, faique y cerezo, mientras el tiempo de germinación de las semillas de algarrobo disminuyó tras el paso a través del tracto digestivo de *Lycalopex sechurae*, pasando de 8,07 a 7,09 días.

1.3. La cabra criolla

La cabra criolla (*Capra hircus*) es una de las especies domésticas descendiente de los caprinos introducidos por los españoles durante la época de conquista y colonización. A lo largo del tiempo, estos animales lograron adaptarse a diferentes condiciones ambientales del territorio peruano, desarrollando características de rusticidad y resistencia que les permiten sobrevivir en ecosistemas áridos, semiáridos y de escasa disponibilidad forrajera, debido a esta capacidad adaptativa, los caprinos representan una importante alternativa productiva para las poblaciones rurales, especialmente en zonas donde otras especies domésticas presentan limitaciones de crianza (Solórzano, 2019).

En cuanto a sus características morfológicas, la cabra criolla peruana se caracteriza por una capa de colores variados y en diversos patrones, cuernos cortos o medianos curvados hacia atrás, pelo corto, perfil recto, orejas horizontales de mediana longitud y una contextura corporal delgada y descarnada; el peso promedio de los animales adultos alcanza aproximadamente 40 kg en los machos y 30 kg en las hembras, estas características físicas le permiten el fácil desplazamiento en terrenos accidentados y aprovechar de la vegetación disponible en la zona de pastoreo (Gómez et al., 2016).

1.4. Sistemas de crianza caprina

La crianza caprina puede desarrollarse bajo sistemas intensivos, semiintensivos y extensivos, dependiendo del nivel de manejo, infraestructura y disponibilidad de recursos forrajeros. En el Perú predomina el sistema de crianza extensiva en el cual los animales aprovechan principalmente la vegetación natural disponible mediante el pastoreo y requieren una menor intervención humana (Arroyo, 2007).

El comportamiento alimenticio de los caprinos se caracteriza por su capacidad para aprovechar una amplia variedad de recursos vegetales. Sus hábitos de pastoreo y ramoneo les permiten consumir tanto vegetación herbácea a nivel del suelo como hojas, brotes, flores, frutos y vainas de especies arbustivas y arbóreas. Esta capacidad favorece su adaptación a ambientes donde la disponibilidad y composición de la vegetación varían a lo largo del año (Briceño & Almanza, 2022).

Asimismo, los caprinos presentan una marcada selectividad alimentaria, mediante la cual eligen determinadas especies y parte de las plantas de acuerdo con su disponibilidad. En el Perú los caprinos se alimentan de bosques secos, matorrales y lomas costeras así como de residuos agrícolas y malezas en los valles costeros (Gómez et al., 2016). En los valles interandinos predomina el consumo de vegetación arbustiva y espinosa (Solorzano, 2019).

La movilidad durante el pastoreo constituye otra característica relevante de este sistema de crianza, debido a que los caprinos se desplazan varios kilómetros al día en busca de alimento y agua, esta movilidad favorece el aprovechamiento de distintos tipos de vegetación, frutos y semillas, muchas de estas semillas son ingeridas junto al alimento y debido a la resistencia de su cubierta, logran sobrevivir al tránsito por el tracto digestivo, posteriormente, estas semillas

son depositadas con las heces en diferentes lugares del área de pastoreo, lo que favorece su transporte lejos de la planta madre (Mancilla et al., 2015).

Esta interacción entre la alimentación y el desplazamiento determina el potencial de dispersión de semillas mediante las heces. Algunas semillas ingeridas junto con frutos y otras estructuras vegetales pueden resistir el tránsito digestivo y ser posteriormente excretadas conservando su capacidad de germinación. Por ello, bajo sistemas extensivos los caprinos pueden actuar como agentes de dispersión mediante endozoocoria, transportando y depositando semillas en diferentes lugares durante sus recorridos de pastoreo (Mancilla et al., 2015).

1.5. Dispersión de semillas

La dispersión de semillas es un proceso ecológico fundamental que permite el movimiento de frutos, semillas o diásporas desde la planta madre hacia diferentes lugares, favoreciendo la regeneración, establecimiento y permanencia de las especies vegetales en los ecosistemas, este proceso reduce la competencia entre plántulas y la planta madre por recursos como luz, agua y nutrientes, además de contribuir a la colonización de nuevos hábitats y al mantenimiento de la biodiversidad (Mancilla et al., 2015; Salinas, 2021).

La dispersión puede producirse tanto en el espacio como en el tiempo, la dispersión espacial ocurre cuando las semillas son transportadas a determinadas distancias de la planta madre, mientras que la dispersión temporal se presenta cuando las semillas permanecen viables en el suelo durante un determinado periodo antes de germinar, formando bancos de semillas que contribuyen a la persistencia de las especies vegetales (Ariza, 2025).

Los mecanismos de dispersión de semillas se clasifican de acuerdo con el agente responsable del transporte de semillas, entre los principales se encuentran la anemocoria, cuando el agente dispersor es el viento; hidrocoria, cuando interviene el agua; y la zoocoria cuando el transporte es realizado por animales (García, 1991).

1.5.1. Zoocoria

La zoocoria es la dispersión de semillas realizada por animales y constituye una de las estrategias ecológicas más importantes para muchas especies vegetales, debido a que los

animales pueden transportar semillas a largas distancias y depositarlas en sitios favorables para su germinación, dependiendo de la forma en que ocurre el transporte, la zoocoria se clasifica en epizoocoria, endozoocoria, ornitocoria y mirmecoria (Rodríguez, 2021).

La epizoocoria ocurre cuando las semillas se adhieren externamente al cuerpo de los animales, principalmente al pelaje, plumas y pezuñas mediante estructuras especializadas como espinas, ganchos o sustancias pegajosas que facilitan esta adherencia y posterior transporte hacia otros lugares (Traver, 2020). La ornitocoria corresponde a la dispersión de semillas por intermedio de las aves, mientras que la mirmecoria es llevada a cabo por hormigas, que transportan las semillas hasta sus hormigueros allí lo consumen las protuberancias para luego descartar las semillas en las cámaras de desecho o fuera del hormiguero (García, 1991).

1.5.1.1. Endozoocoria

Es un mecanismo de dispersión de semillas en el que los animales actúan como agentes dispersores mediante el consumo de frutos o semillas, las cuales pasan a través del tracto digestivo y posteriormente son excretadas en algún otro lugar distinto al de su origen, este mecanismo es muy importante para el mantenimiento de las poblaciones vegetales, colonización de nuevos hábitats, así como para evitar su fragmentación, y también evitar la competencia cerca de la planta madre (Salinas, 2021).

Diversos grupos de animales participan en la endozoocoria, entre los principales dispersores se encuentran los rumiantes como bovinos, caprinos, ovinos y cérvidos; además de otros mamíferos herbívoros como los camélidos, équidos, primates, roedores y murciélagos frugívoros, que consumen frutos y posteriormente eliminan las semillas mediante las heces o la regurgitación (Clara, 2023).

Durante el tránsito digestivo, las semillas son sometidas a procesos mecánicos y químicos. La masticación, la acción de los microorganismos ruminales, las enzimas digestivas y los cambios de pH pueden modificar la cubierta seminal mediante un proceso conocido como la escarificación, el cual puede romper o debilitar la dormancia física de determinadas especies y favorecer su posterior germinación (Traveset, 1998).

La eficacia de la dispersión depende de diversos factores, entre ellos las características de las semillas, como el tamaño, la dureza de la cubierta y el tiempo de permanencia en el tracto digestivo. Las semillas con cubiertas duras presentan mayor probabilidad de sobrevivir al tránsito digestivo y conservar su viabilidad (Mancilla et al., 2015).

Además del transporte de semillas, las heces proporcionan un microambiente favorable para su establecimiento inicial de las plántulas, debido a su aporte de materia orgánica y nutrientes, lo que puede incrementar las posibilidades de germinación y desarrollo de plántulas (Traveset, 1998).

1.6. Caprinos como agentes dispersores de semillas en crianza extensiva

Los caprinos pueden actuar como agentes dispersores de semillas debido a sus hábitos de alimentación y desplazamiento durante el pastoreo. Su capacidad para consumir una amplia variedad de recursos vegetales, entre ellos frutos, vainas y otras estructuras reproductivas, favorece la ingestión de semillas. Una parte de estas puede atravesar el tracto digestivo y ser posteriormente eliminada con las heces, permitiendo su transporte y deposición en lugares diferentes de aquellos donde fueron consumidas (Mancilla et al., 2015).

La dispersión de semillas por los caprinos puede ocurrir principalmente mediante endozoocoria y epizoocoria. En la endozoocoria, las semillas son ingeridas junto con el alimento, atraviesan el tracto digestivo y una proporción de ellas es excretada conservando su capacidad de germinación (Tjelele et al., 2012). Por otro lado, en la epizoocoria las semillas son transportadas externamente al adherirse al pelaje, las pezuñas u otras partes del cuerpo del animal. Este mecanismo puede verse favorecido por estructuras presentes en las semillas, como aristas o ganchos, mientras que el tiempo de permanencia sobre el animal puede variar según las características de la semilla y del pelaje (Benthien et al., 2016).

La eficacia de los caprinos como dispersores no depende únicamente de la ingestión de semillas, sino también de su movilidad durante el pastoreo. Mientras las semillas permanecen en el tracto digestivo, el animal continúa desplazándose en busca de alimento y agua, lo que permite que posteriormente sean depositadas mediante las heces en sitios diferentes de aquellos donde fueron consumidas (Mancilla et al., 2015).

1.7. Anatomía y fisiología del tracto digestivo de los rumiantes

El sistema digestivo de los rumiantes está especializado en el aprovechamiento de alimentos de origen vegetal y comprende diferentes estructuras que actúan de manera coordinada durante los procesos de digestión y absorción. El estómago está constituido por cuatro compartimentos: rumen, retículo, omaso y abomaso; este último es considerado como el verdadero estómago, ya que, representa características estructurales y funcionales similares al estómago de los animales monogástricos, como equinos y carnívoros. Durante el proceso digestivo intervienen mecanismos físicos, microbianos y químicos que permiten la degradación del alimento y el aprovechamiento de sus nutrientes (Briceño & Almanza, 2022; Salinas, 2021)

1.7.1. Ingestión, masticación y salivación

El proceso digestivo inicia con la prensión e ingestión del alimento, los caprinos utilizan sus labios móviles y la lengua para arrancar el pasto o ramonear, prosiguiendo con la masticación mediante la cual reducen el tamaño de las partículas y las mezclan con la saliva para formar el bolo alimenticio. La saliva aporta urea y bicarbonato, elementos que favorecen el ambiente adecuado para la fermentación ruminal y, además, actúa como lubricante facilitando la deglución del alimento (Salinas, 2021).

1.7.2. Deglución

Después de la masticación e insalivación, el bolo alimenticio es transportado a través del esófago hacia los dos primeros compartimentos (rumen y retículo), donde se inicia la fermentación microbiana de los componentes vegetales ingeridos (Salinas, 2021).

1.7.3. Fermentación retículo-ruminal

El rumen y el retículo funciona de manera integrada y constituye el principal sitio de fermentación microbiana, en estos compartimentos habita una población diversa de microorganismos capaces de degradar la celulosa y otras moléculas orgánicas presentes en los forrajes, generando principalmente ácidos grasos volátiles que son absorbidos y utilizados por el animal como fuente de energía. Asimismo, los microorganismos ruminales participan en la síntesis de proteínas microbiana a partir de diferentes fuentes de nitrógeno .

1.7.4. Rumia y clasificación de la digesta

La rumia comprende la regurgitación del alimento desde el retículo-rumen hacia la cavidad bucal para su remasticación, reensalivación y posterior deglución, este mecanismo mejora la reducción del tamaño de las partículas y favorece su degradación. Posteriormente la digesta es sometida a un mecanismo de selección en el retículo, basado en el tamaño y la densidad de las partículas, las partículas de mayor tamaño y menor densidad y aún no digeridas flotan en el contenido del retículo y son retornadas al rumen para continuar su degradación, mientras que las partículas pequeñas y densas junto con la fracción líquida, avanzan hacia el omaso (Salinas, 2021).

1.7.5. Omaso

El omaso presenta múltiples láminas musculares cubiertas de pequeñas papilas que aumentan la absorción, su función principal es extraer los líquidos de la digesta retenida, y absorber agua, amoníaco, ácidos grasos y electrolitos como el sodio y potasio (Salinas, 2021).

1.7.6. Abomaso

El abomaso o estómago glandular secreta ácido clorhídrico y enzimas proteolíticas como la pepsina. Iniciando la digestión química de las proteínas tanto del alimento como del material microbiano proveniente del rumen, a diferencia del estómago de los no rumiantes. presenta pliegues que evitan la estratificación de la ingesta y facilitan su hidrólisis (Salinas, 2021).

1.7.7. Intestino delgado

El intestino delgado está constituido por el duodeno, yeyuno e íleon, en esta sección se completa la digestión enzimática gracias a la acción conjunta de las secreciones pancreáticas, biliares e intestinales, permitiendo la degradación de los componentes del alimento que no fueron completamente procesados en los compartimentos anteriores; asimismo, en esta sección ocurre gran parte de la absorción de los nutrientes resultantes del proceso digestivo (Salinas, 2021).

1.7.8. Intestino grueso y formación de las heces

Finalmente, en el intestino grueso se absorbe agua y, de manera complementaria, presenta actividad fermentativa residual. Los movimientos intestinales conducen la digesta hacia el colon, donde la reabsorción progresiva de agua favorece la compactación del material no ingerido. Posteriormente el contenido avanza hacia el recto y se forman las heces peletizadas características de los pequeños rumiantes, comúnmente conocidas como cagarrutas (Salinas, 2021). En los caprinos, estas heces son expulsadas en forma de pequeños pellets fecales. Para fines de muestreo, se puede considerar grupo fecal al conjunto de pellets depositados durante un evento de defecación, mientras que la muestra fecal corresponde a una porción representativa del grupo fecal, destinada posteriormente al procesamiento y análisis.

1.8. Especies vegetales con potencial de dispersión por endozoocoria en las zonas de estudio

Las comunidades de Pacaycasa e Iguain se ubican en la zona ecológica estepa espinosa-Montano Bajo subtropical, caracterizada por presentar una vegetación estacional. Durante la época de lluvias se desarrolla una mayor cobertura herbácea, mientras que en la época seca predominan especies xerofíticas adaptadas a condiciones de baja disponibilidad hídrica (Magallanes, 2006). En esta zona se desarrollan diversas formaciones vegetales, entre ellas tunales, algarrobales, huarangales, cactales, tillandsiales y chamanales. Los tunales están representados principalmente por *Opuntia streptacantha*, asociada con especies como *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* y *Dodonaea viscosa*. Asimismo, se encuentran algarrobales dominados por *Prosopis pallida* y comunidades de cactáceas en las que también están presentes *O. streptacantha*, *C. spinosa*, *S. molle* y *A. macracantha* (De la Cruz et al., 2020).

Entre las especies presentes en estas formaciones vegetales, algunas presentan frutos y semillas con características que favorecen su consumo y transporte por animales. A continuación, se describen las principales especies con potencial de dispersión por endozoocoria presentes en las zonas de estudio, considerando las características de sus frutos y semillas y su posible interacción con los caprinos.

1.8.1 *Acacia macracantha*

Conocida comúnmente como Huarango, es una especie característica de ambientes secos interandinos y se encuentra presente en ambas zonas consideradas en el presente estudio. En Pacaycasa forma parte de los huarangales y de otras comunidades vegetales de la parte baja de Huamanga (De la Cruz et al., 2020), mientras que en Iguain forma parte de los bosques secos registrados en esta zona (Gomez, 2025).

Es un árbol espinoso de la familia Fabaceae que puede alcanzar hasta 8 metros de altura, presenta hojas compuestas bipinnadas y flores amarillas agrupadas en inflorescencias globosas, su fruto es una legumbre de 6 a 10 cm de longitud que contiene semillas pequeñas de color café oscuro, protegidas por una cubierta seminal dura. La especie se distribuye entre los 240 a 3 800 m.s.n.m en diferentes países de América y habita principalmente en bosques secos y valles interandinos. Su fructificación ocurre principalmente entre los meses de junio y julio, periodo en el que produce abundantes vainas que constituyen un importante recurso alimenticio para los caprinos (Carpio, 2017).

La propagación de *Acacia macracantha* ocurre principalmente por vía sexual, mediante semillas, proceso que comprende la polinización, fecundación, formación del fruto, dispersión de las semillas, germinación y establecimiento de las plántulas, etapas cuyo éxito depende tanto de factores bióticos como de las condiciones ambientales, entre ellas la disponibilidad de luz y nutrientes (Angulo, 2023). Además de su presencia característica en los bosques secos interandinos, *A. macracantha* presenta importancia ecológica por su adaptación a ambientes secos y por su participación en la estructura de la vegetación leñosa (Gomez, 2025).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de Acacia macracantha.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae

Subfamilia	Mimosoideae
Género	Vachellia
Especie	<i>Acacia macracantha</i>

Nota. Adaptado de Mejia (2024).

1.8.2 *Caesalpinia spinosa*

Conocida comúnmente como tara, es un árbol de la familia Fabaceae que alcanza entre 2 y 5 metros de altura. Presenta hojas compuestas bipinnadas, alternas, glabras y dispuestas en espiral. Sus flores de color amarillo rojizo, se agrupan en racimos terminales de 15 a 20 cm de longitud y están conformadas por cinco pétalos libres, diez estambres y un pistilo con estilo incurvado y ovario pubescente. El fruto es una legumbre indehisciente de color rosado a rojizo cuando madura, que contiene de 8 a 10 semillas globosas de color marrón oscuro. Estas semillas poseen un tegumento grueso y resistente, lo que favorece la dormancia física y les permite soportar en el tránsito digestivo de los herbívoros. La especie se distribuye entre 2 700 y 3 000 m.s.n.m. y forma parte de la vegetación de matorral y monte ribereño, donde constituye una fuente de alimento para el ganado (Torres, 2019).

Tabla 2

Clasificación taxonómica de Caesalpinia spinosa.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Caesalpinioideae
Género	Caesalpinia
Especie	<i>Caesalpinia spinosa</i>

Nota. Adaptado de Torres (2019).

1.8.3 *Schinus molle*

Conocido comúnmente como molle, es un árbol dioico que alcanza entre 5 a 8 m de altura, presenta hojas compuestas y alternas, con foliolos lanceolados, y flores pequeñas agrupadas en panículas. Produce un fruto tipo drupa, de color rojizo al madurar que contiene una sola semilla protegida por un endocarpio endurecido. Sus flores se disponen en inflorescencias de tipo racimo compuesto, las flores masculinas poseen entre ocho a diez estambres, mientras que las femeninas presentan un pistilo de reducido tamaño. Esta especie se distribuye entre los 2 700 a 3 000 m.s.n.m. y forma parte de la vegetación de matorral (Mendoza, 2015).

Tabla 3

Clasificación taxonómica de Schinus molle.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Género	Schinus
Especie	<i>Schinus Molle</i>

Nota. Adaptado de Mendoza (2015).

1.8.4 *Condalia weberbaueri* “Abrankay”

Es un arbusto que puede alcanzar hasta 2 m de altura. Presenta hojas enteras y dispuestas en verticilos de 2 a 5, ovodadas, ligeramente ondulados, ápices redondeados, base aguda, margen entero. Sus flores carecen de pétalos, y poseen sépalos unidos en la base que forman un hipanto persistente, mientras que los lóbulos se desprenden durante el desarrollo floral. Produce un fruto tipo drupa que adquiere una coloración negra al alcanzar la madurez, que contiene una sola semilla protegida por un endocarpio endurecido. La especie se distribuye entre los 2 940 a

3 300 m.s.n.m. y forma parte de la vegetación característica de los matorrales interandinos (Carpio, 2017).

Tabla 4

Clasificación taxonómica de Condalia weberbaueri.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rhamnaceae
Género	Condalia
Especie	<i>Condalia weberbaueri</i>

Nota. Adaptado de Carpio (2017).

1.8.5 Opuntia streptacantha

Es un arbusto suculento de la familia Cactaceae, adaptado a ambientes áridos y semiáridos. Presenta tallos modificados en cladodios y produce frutos carnosos con numerosas semillas discoidales de tegumento grueso, lignificado e impermeable. Estas semillas presentan dormancia física que limita su germinación inmediata y les permite permanecer viables hasta encontrar condiciones ambientales favorables, aunque esta semilla puede reproducirse por semillas, en condiciones naturales y de cultivo predomina la propagación vegetativa mediante fragmentos de tallo debido a que este mecanismo presenta mayor eficiencia que la reproducción sexual, la cual suele verse limitada por la dureza de la testa y los mecanismos de dormancia. (Cruz et al., 2023).

Tabla 5

Clasificación taxonómica de Opuntia streptacantha.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Género	Opuntia
Especie	<i>Opuntia streptacantha</i>

Nota. Adaptado de Cruz et al. (2023).

1.8.6 *Dodonaea viscosa* “Chamana”

Es un arbusto perteneciente a la familia Sapindaceae que alcanza entre 1.5 a 2 metros de altura, presenta una ramificación densa desde el tercio medio del tallo. Sus hojas son simples, alternas, y se agrupan en los extremos de las ramas; son subsésiles con una longitud de 7 a 12 cm y 3 a 3.5 cm de ancho. Inflorescencia en racimos axilares o terminales de 2 a 3 cm de longitud. Produce un fruto seco en forma de cápsula trialada de 2 a 3 cm de ancho. Esta especie se distribuye entre los 2 730 a 3 182 m.s.n.m. y forma parte de la vegetación característica de los matorrales (Repositorio Digital: Flora de la Mitad del Mundo, UETMM, 2018).

Tabla 6

Clasificación taxonómica de Dodonaea viscosa

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Sapindaceae
Género	<i>Dodonaea</i>
Especie	<i>Dodonaea viscosa</i>

Nota. Adaptado de Repositorio Digital: Flora de la Mitad del Mundo (2018).

1.9. Viabilidad de semillas

La viabilidad de una semilla es la capacidad que posee para permanecer viva y germinar cuando se encuentra bajo condiciones ambientales favorables, esta característica está determinada por factores intrínsecos como el grado de madurez fisiológica, la integridad del embrión, la dureza de la cubierta seminal y el contenido de humedad, así como por factores externos relacionados con el almacenamiento y las condiciones ambientales a las que ha sido expuesta (Pomier, 2006).

En semillas dispersadas mediante endozoocoria, la viabilidad adquiere especial importancia debido a que estas atraviesan el tracto digestivo del animal antes de ser depositadas con las heces. Durante este proceso, una proporción de las semillas pueden conservar su integridad y capacidad de germinación, mientras que en otras pueden sufrir daños que reduzcan o impidan su posterior desarrollo. La respuesta puede variar entre especies vegetales debido a las características morfológicas y fisiológicas de sus semillas (Mancilla et al., 2015; Traveset, 1998).

1.9.1. Factores que afectan la viabilidad de semillas

La capacidad de las semillas para conservar su viabilidad después del tránsito digestivo puede estar relacionada con diferentes características de la semilla y con las condiciones a las que son sometidas durante la digestión. Entre los principales factores se encuentran las características de la cubierta seminal, el tamaño de la semilla y el tiempo de retención en el tracto digestivo (Pakeman et al., 2002; Traveset, 1998).

1.9.1.1. Características de la cubierta seminal

La cubierta seminal constituye una estructura de protección del embrión frente a las condiciones externas. Las semillas que presentan cubiertas resistentes pueden tener mayores posibilidades de conservar su integridad durante el tránsito digestivo, sin embargo, la respuesta depende de las características propias de cada especie semillas. Asimismo, el paso por el tracto digestivo puede producir modificaciones en la cubierta que posteriormente influyen en la germinación de las semillas (Mancilla et al., 2015).

1.9.1.2. Tamaño de la semilla

Las semillas pequeñas presentan mayores probabilidades de atravesar intactas el tracto digestivo, mientras que las semillas de mayor tamaño pueden estar más expuestas a daños durante la masticación y el proceso digestivo (Traveset, 1998).

1.9.1.3. Tiempo de retención en el tracto digestivo

El tiempo de retención corresponde al periodo durante el cual las semillas permanecen en el tracto digestivo antes de ser eliminadas con las heces. Este periodo determina el tiempo de exposición a las condiciones digestivas y pueden influir en la supervivencia y posterior capacidad de germinación. Por ello, el efecto del tránsito digestivo sobre las semillas depende no solo de sus características propias, sino también del tiempo que permanecen dentro del animal (Pakeman et al., 2002).

1.9.2. Evaluación de la viabilidad mediante la emergencia de plántulas

La viabilidad de las semillas puede evaluarse mediante diferentes procedimientos, entre ellos las pruebas de germinación y emergencia de plántulas. Aunque ambos procesos están relacionados, representan etapas diferentes. La germinación se inicia con la absorción de agua por la semilla, denominada imbibición, que activa los procesos metabólicos y permite reanudar el crecimiento del embrión; este proceso se evidencia con la protrusión de la radícula a través de la cubierta seminal. Por su parte, la emergencia de la plántula ocurre después de la germinación, cuando la plántula continúa su crecimiento hasta que los cotiledones sobresalen y se hacen visibles sobre la superficie del sustrato (Torres, 2019).

La emergencia constituye un criterio práctico para evaluar la capacidad de las semillas de producir plántulas; sin embargo, la ausencia de emergencia durante un periodo determinado no necesariamente indica que la semilla esté muerta. Algunas semillas pueden permanecer viables pero no germinar debido a mecanismos de dormancia (Baskin & Baskin, 2014).

1.9.2.1. Porcentaje de viabilidad mediante emergencia

El porcentaje de viabilidad mediante emergencia expresa la proporción de semillas sembradas que produjeron plántulas durante el periodo de evaluación. Para la presente

investigación, este porcentaje se determinó tomando como referencia el principio de cálculo del porcentaje de germinación establecido por ISTA 1976, como se citó en (Pomier, 2006), adaptándolo al criterio de emergencia de plántulas mediante la siguiente fórmula:

$$Viabilidad\ mediante\ emergencia\ (\%) = \left(\frac{n}{N} \right) \cdot 100$$

Donde:

n: número de semillas que produjeron plántulas

N: número total de semillas sembradas

1.9.3. Recuperación de semillas a partir de heces

La recuperación de semillas a partir de heces consiste en la separación y extracción de las semillas presentes en el material fecal de los animales después de haber atravesado por el tracto digestivo del animal. Este procedimiento permite identificar y cuantificar las semillas excretadas y constituye una herramienta utilizada en estudios de endozoocoria para evaluar el transporte de semillas por los animales. La cantidad de semillas recuperadas puede variar entre especies vegetales y animales, debido a características propias de las semillas como el tamaño, forma y resistencia de la semilla al procesamiento digestivo (Pakeman et al., 2002).

La recuperación de semillas se puede realizar mediante diferentes procedimientos, como la disgregación manual, el lavado y el tamizado, que facilitan la separación de las semillas del resto de los componentes de las heces. Durante este proceso se debe procurar conservar la integridad de las semillas recuperadas, para evitar daños mecánicos que puedan afectar su viabilidad (Wang et al., 2017).

1.10. Transecto

El transecto es una técnica de muestreo utilizada en estudios ecológicos para registrar la presencia, distribución y características de la vegetación dentro de un área determinada. Consiste en establecer una línea o franja de dimensiones definidas dentro de un área de estudio, con el propósito de registrar las especies vegetales presentes; su aplicación permite obtener

información sobre la composición y estructura de las comunidades vegetales (Ferro, 2015). Existen diferentes modalidades de transectos de acuerdo con los objetivos del estudio. En el transecto lineal, el registro se realiza a lo largo de una línea previamente establecida, mientras que el transecto de franja considera un área delimitada a ambos lados o a lo largo de dicha línea, dentro del cual se registran los individuos o especies presentes (Ferro, 2015).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las comunidades de Pacaycasa e Iguain, ubicadas en la región Ayacucho, Perú. La comunidad de Pacaycasa pertenece a la provincia de Huamanga, mientras que la comunidad de Iguain se encuentra en la provincia de Huanta; Ambas localidades se caracterizan por la crianza extensiva de caprinos, cuyos animales se desplazan libremente durante el pastoreo y aprovechan la vegetación natural disponible conformadas principalmente por especies herbáceas, arbustivas y cactáceas.

Tabla 7

Características generales de las zonas de estudio

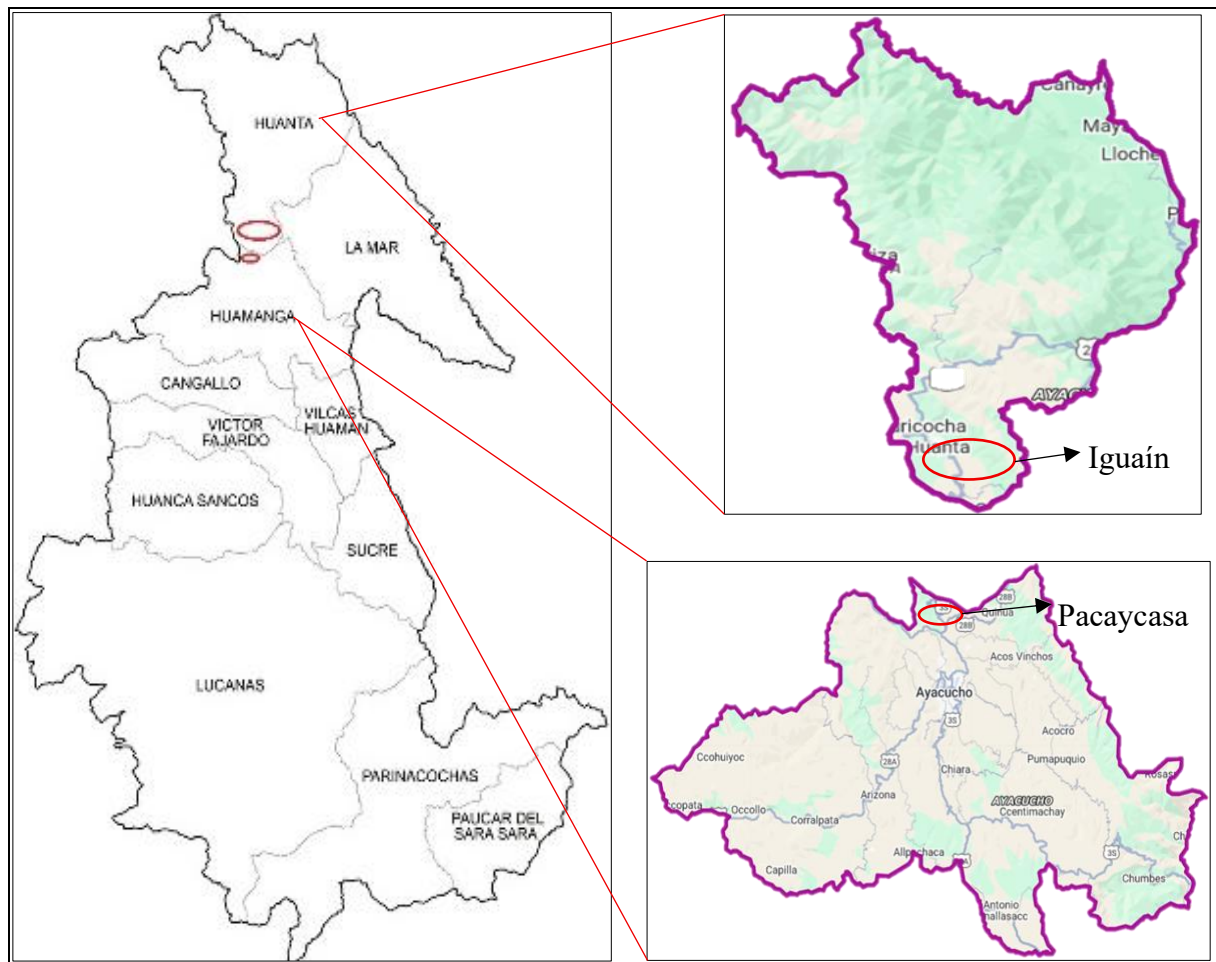
Comunidad	Distrito	Provincia	Altitud (m s.n.m.)	Temperatura media anual (°C)	Zona de vida
Pacaycasa	Pacaycasa	Huamanga	2 535 - 3 300	12 - 30	ee-MBS (estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical)
Iguain	Iguain	Huanta	2 300 - 3 500	11 - 16	ee-MBS (estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical)

Nota. Información adaptada de *Zonificación Ecológica Económica de Ayacucho* (SINIA,2013).

Ambas zonas de estudio pertenecen a la zona de vida estepa espinosa-Montano Bajo Subtropical (ee-MBS) y presentan una marcada estacionalidad en la distribución de precipitaciones. En Pacaycasa, la época lluviosa se concentra principalmente entre diciembre y marzo, pudiéndose extender hasta abril, mientras que la época seca comprende aproximadamente de mayo a octubre; la precipitación anual varía entre 250 y 1 000 mm. (Huamani et al., 2020). Por su parte, Iguain presenta un clima templado a frío, con temperaturas medias anuales entre 11 y 16 °C y precipitaciones concentradas principalmente durante los meses de verano.

Figura 1

Ámbito de estudio



Nota. Ubicación de las zonas de estudio, imágenes extraídas de Google maps.

2.2 Lugar de procesamiento de muestras

La recuperación y emergencia de semillas se realizó en el laboratorio de Salud Pública de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho a una altitud de 2 764 m.s.n.m.

2.3 Materiales y equipos

2.3.1. Materiales de campo

- Mameluco
- Cinta métrica de 50 metros
- Cinta métrica de 5 metros
- Pintura en Spray
- Registro
- Bolsas de polietileno

2.3.2. Materiales de laboratorio:

- Guantes de látex
- Guardapolvo
- Tapaboca
- Balanza digital
- Bandejas de cartón
- Placas Petri
- Pinza
- Bolsas herméticas
- Bandejas descartables
- Marcador
- Arena de río
- Malla raschel
- Jeringa de 50 ml
- Jarra de 1 litro

- Balde de 20 litros

2.3.3. Materiales biológicos

- Heces de cabras

2.3.4. Materiales de escritorio

- Laptop
- Registro de datos

2.3.5. Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Termohigrómetro digital
- Cámara fotográfica

2.4 Problemas específicos

- ¿Qué especies de semillas se identificarán en las heces de caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín?
- ¿Cuál será el porcentaje de semillas viables después del tránsito digestivo de los caprinos en distintas épocas del año en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín?
- ¿Cómo será la comparación entre la cantidad de semillas viables y la cantidad de individuos juveniles de *Acacia macracantha* presentes en las zonas de pastoreo de caprinos de las comunidades de Pacaycasa e Iguaín?

2.5 Método procedimental

2.5.1. Diseño de estudio

La investigación fue de tipo observacional, con un enfoque cuantitativo y nivel descriptivo-comparativo. El diseño de investigación fue observacional de campo, con evaluación experimental ex situ.

2.5.2. Muestra

La unidad muestral estuvo constituida por un grupo fecal fresco de caprino, entendido como el conjunto de cagarrutas depositadas en un mismo evento de defecación.

2.5.3. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra estuvo constituido por 300 grupos fecales frescos, distribuidos equitativamente entre las comunidades de Pacaycasa e Iguain, con 150 grupos por comunidad. La recolección comprendió tres momentos de evaluación diciembre, abril y agosto, durante los cuales se obtuvieron 50 grupos fecales por comunidad en cada momento. Esta distribución uniforme permitió realizar la comparación descriptiva de las semillas recuperadas y de la emergencia de plántulas entre ambas comunidades y los distintos momentos del año.

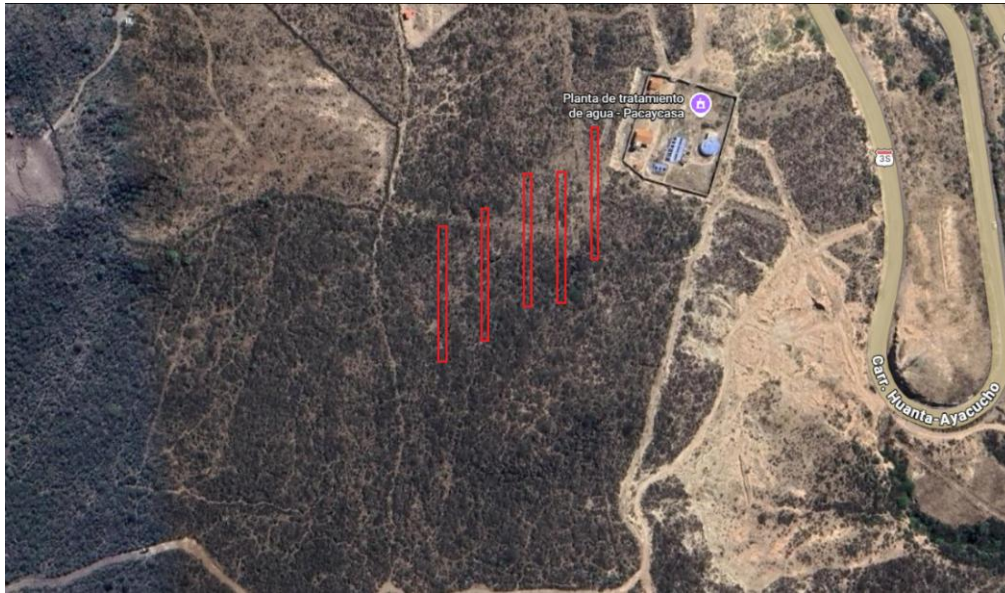
2.5.4. Trabajo de campo

2.5.4.1. Registro de especies vegetales en el área de pastoreo

Para registrar la diversidad de especies vegetales en las áreas de pastoreo, se establecieron cinco transectos de franja de 50 m x 1 m en cada comunidad de estudio tal como se muestra en la figura 2, dentro de cada transecto se registraron las especies vegetales presentes, considerando las mediciones de largo, ancho y altura de cada individuo (figura 3).

Figura 2

Imagen referencial de transecto en franja



Nota. Distribución de transectos en el área de pastoreo para el registro de especies vegetales.

Figura 3

Registro y medición de especies vegetales en el área de pastoreo



2.5.4.2 Recolección de grupos fecales

Los grupos fecales fueron recolectados en los corrales de descanso de los caprinos. Para ello, se seleccionaron de manera aleatoria grupos fecales frescos los cuales se identificaron por

su humedad y brillo. Esta delimitación metodológica sirvió como matriz operacional para asegurar que las muestras correspondieran a la época de muestreo establecida. Cada grupo fecal fue colocado en bolsas plásticas herméticas previamente rotuladas con el nombre de la comunidad y el mes recolectado, tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Recolección de grupos fecales de los caprinos



Nota. (a) Identificación de grupos fecales frescos en el área de descanso de los caprinos; (b) Recolección de grupos fecales.

2.5.5. Procesamiento de muestras en el laboratorio

2.5.5.1 Secado de muestras fecales

Posterior a la recolección de las muestras, éstas fueron trasladadas al laboratorio de Salud Pública de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, donde se secaron en bandejas de cartón a temperatura ambiente durante un periodo de 7 a 14 días, tal como se aprecia en la figura 5, con el propósito de evitar el desarrollo de hongos y bacterias.

Figura 5

Secado de muestras fecales



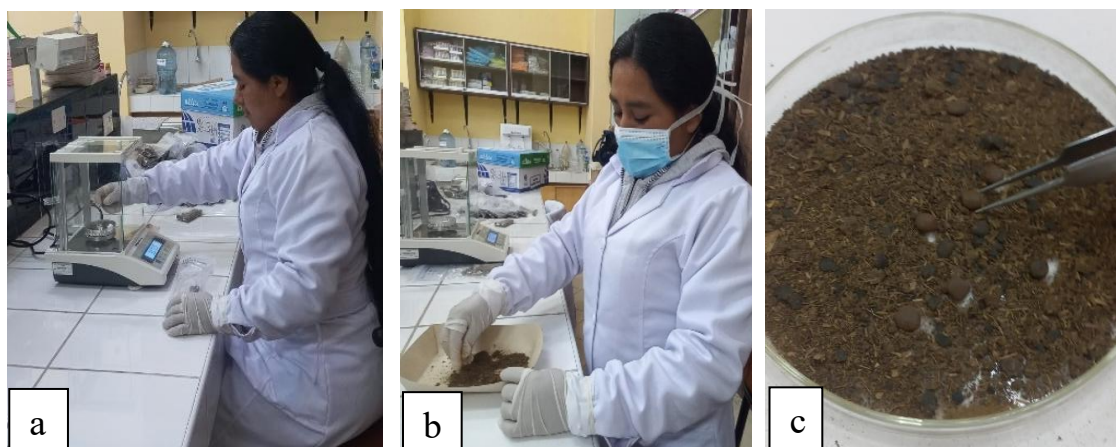
Nota. Las muestras fecales recolectadas en campo fueron distribuidas en bandejas de cartón y secadas a temperatura ambiente.

2.5.5.2. Recuperación de semillas

De cada grupo fecal se tomó una muestra fecal constituida por cinco gramos de heces secas (figura 6a), la cual fue disgregada manualmente para facilitar la recuperación de las semillas presentes sin ocasionar daño mecánico (figura 6b). Posteriormente las semillas recuperadas fueron separados del resto del material fecal, colocadas en placas Petri (figura 6c), donde se procedió a su identificación y conteo según la cantidad encontrada por muestra.

Figura 6

Recuperación de semillas



Nota. (a) Pesaje de heces secas; (b) Separación manual del material fecal; (c) Recuperación de semillas.

2.5.5.3 Identificación de semillas

Las semillas recuperadas fueron identificadas mediante comparación morfológica con semillas de referencia obtenidas directamente de las especies vegetales presentes en las áreas de estudio (figura 7). Para el registro de semillas dispersadas se tomaron en cuenta únicamente a las semillas enteras.

Figura 7

Semillas de Acacia macracantha y Caesalpinia spinosa utilizados como material de referencia.



Nota. (a) Frutos y semillas de *Acacia macracantha*, (b) Frutos y semillas de *Caesalpinia spinosa*, recolectados en las áreas de pastoreo y utilizado como material de referencia para la identificación morfológica de las semillas recuperadas de las muestras fecales.

2.5.3.4 Esterilización del sustrato

Para la evaluación de la viabilidad de las semillas, se utilizó arena de río como sustrato, la cual fue previamente esterilizada con el fin de evitar la germinación de semillas presentes en el propio sustrato, lo que podría conducir a errores en el conteo de plántulas.

La arena fue colocada en bandejas de aluminio, y posteriormente introducido en una estufa a una temperatura de 100 °C por 30 minutos (figura 8). Una vez cumplido el tiempo de esterilización, el sustrato se dejó enfriar a temperatura ambiente y luego se trasladó a bolsas de papel limpias, con el fin de prevenir su contaminación por agentes externos. Este procedimiento se repitió hasta obtener la cantidad necesaria de sustrato estéril.

Figura 8

Esterilización del sustrato en estufa



Nota. La arena fue colocada en bandejas para su esterilización.

2.5.3.5 Siembra de semillas recuperadas

Las semillas recuperadas fueron sembradas en bandejas descartables de 13 cm de largo, 9 cm de ancho y 4 cm de altura (figura 9), cada una de estas bandejas fue previamente identificada según la comunidad y la época de recolección. Antes de su uso, las bandejas fueron cuidadosamente perforadas en la base con varios orificios pequeños, con el fin de facilitar el

drenaje del agua y se llenó con aproximadamente 3 centímetros de arena estéril, el cual sirvió como base para la siembra. Sobre el sustrato se distribuyeron las semillas recuperadas junto con el resto fecal correspondiente a cada muestra y procurando que quedaran uniformemente repartidas sobre la superficie. Posteriormente las semillas fueron cubiertas con una capa adicional de sustrato estéril de aproximadamente 1 centímetro de espesor.

Figura 9

Bandejas con sustrato para la siembra de semillas.



2.5.4. Evaluación y seguimiento de la viabilidad de semillas

2.5.4.1 Condiciones para la emergencia de plántulas

Para mantener la humedad adecuada del sustrato y favorecer la emergencia de plántulas, se efectuaron un riego cada dos días utilizando agua potable. El riego se aplicó de manera ligera con una jeringa de 50 ml (figura 10a), lo que permitió distribuir el agua de manera uniforme sin saturar el sustrato. Con el propósito de reducir la evaporación y mantener un ambiente más estable, las bandejas se cubrieron con una malla raschel colocada a una altura de 28 cm., tal como se observa en la figura 10b.

Figura 10

Manejo del riego y acondicionamiento de las bandejas para la emergencia de plántulas.



Nota. (a) Aplicación de riego manual utilizando una jeringa de 50 ml; (b) bandejas de siembra cubiertas con malla raschel para reducir la evaporación.

Las condiciones ambientales se controlaron mediante ciclos diarios de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, simulando un ritmo natural de día y noche, durante el ensayo la temperatura promedio se mantuvo en 21.5°C, con una humedad relativa 61%. Ambos parámetros fueron monitoreados constantemente a través de un equipo termohigrómetro (figura 11), que permitió registrar con precisión las variaciones diarias y asegurar un ambiente estable durante todo el proceso de emergencia de plántulas.

Figura 11

Control de temperatura y humedad



2.5.4.2 Evaluación de la emergencia de plántulas

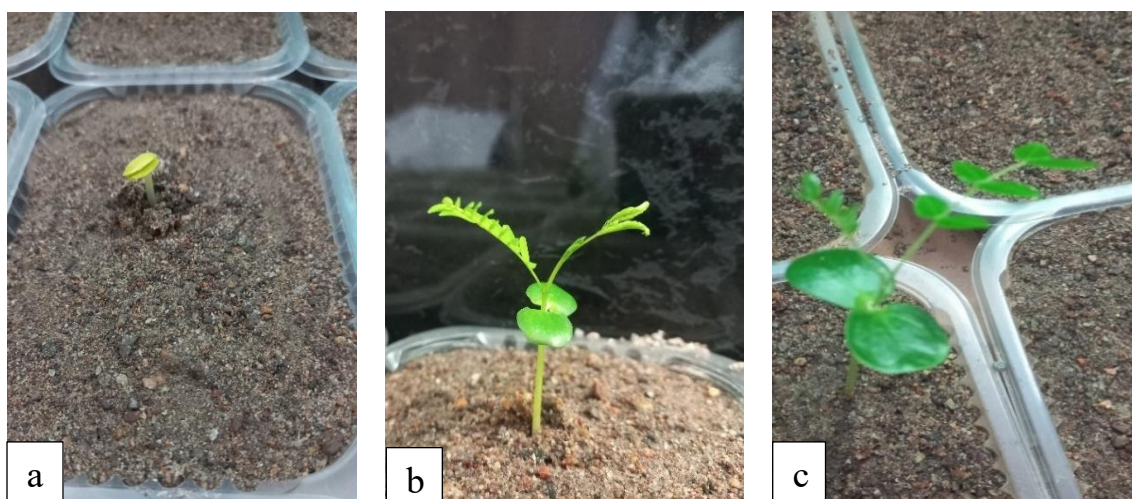
La emergencia de plántulas se registró de forma periódica cada dos días durante un periodo total de 90 días a partir del día de la siembra. Se consideró que una semilla había emergido cuando los cotiledones fueron visibles sobre la superficie del sustrato como se aprecia en la figura 12a.

Las semillas que presentaron emergencia fueron consideradas viables. El porcentaje de viabilidad se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$Emergencia (\%) = \left(\frac{\text{número de semillas emergidas}}{\text{número de semillas sembradas}} \right) \times 100$$

Figura 12

Emergencia de plántulas en las bandejas con sustrato.



Nota: (a) Emergencia inicial de la plántula con cotiledones visibles sobre la superficie del sustrato; (b) Plántula de *Acacia macracantha* en etapa de desarrollo inicial con hojas verdaderas; (c) Plántula de *Caesalpinia spinosa* en estado de crecimiento temprano dentro de las bandejas de siembra.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Distribución de la cantidad de semillas por muestra fecal en caprinos.

De las 300 muestras fecales analizadas en las comunidades de Pacaycasa e Iguain durante tres momentos del año, abril (final de lluvias), agosto (época seca) y diciembre (inicio de lluvias), los resultados muestran que 156 (52%) muestras fecales contenían al menos una semilla, mientras que 144 (48%) muestras no presentaron semillas. La cantidad de semillas recuperadas por muestra fecal varió entre 1 y 22 semillas como muestra en la tabla 8. Los valores más frecuentes correspondieron a muestras fecales con baja carga de semillas, principalmente entre 1 y 4 semillas; destacaron las muestras con una semilla (59 muestras) y dos semillas (29 muestras). A partir de cinco semillas por muestra, la frecuencia disminuyó progresivamente, observándose únicamente casos aislados con cantidades superiores, hasta un máximo de 22 semillas en una muestra fecal.

Tabla 8

Cantidad de semillas identificadas en las muestras fecales en caprinos de crianza extensiva de los valles interandinos de Pacaycasa e Iguain.

Cantidad de semillas por muestra fecal	Número de muestras fecales	Porcentaje (%)
0	144	48%
1	59	20%
2	29	10%

3	20	7%
4	14	5%
5	8	3%
6	9	3%
7	4	1%
8	2	1%
9	1	0%
10	5	2%
11	2	1%
12	1	0%
13	1	0%
22	1	0%
Total	300	100%

Nota. Muestreo en tres momentos del año y dos comunidades.

Más de la mitad de las muestras fecales evaluadas contenían semillas, lo que evidencia que los caprinos de sistemas de crianza extensiva actúan como dispersores de semillas mediante endozoocoria; sin embargo, la mayoría de los eventos de dispersión se caracteriza por transportar una baja cantidad de semillas por deposición fecal. Este resultado coincide con Mancilla et al. (2015) quienes señalan que los herbívoros domésticos especialmente ovinos y caprinos, contribuyen al transporte de semillas en ambientes naturales y semiáridos, contribuyendo a la regeneración y mantenimiento de la vegetación. De manera similar Salinas (2021), al estudiar la endozoocoria de *Prosopis pallida* por cabras y venados, encontró que la recuperación de semillas en las heces estuvo influenciada por el consumo de frutos, el tiempo de retención en el tracto digestivo y las características propias de las semillas, evidenciando que no todas las deposiciones contienen la misma cantidad de semillas.

La predominancia de muestras fecales con pocas semillas (1 - 4 semillas) probablemente se relaciona con los procesos de masticación, rumia y digestión, los cuales pueden destruir parte de las semillas ingeridas antes de su excreción. Asimismo, la disponibilidad estacional de frutos y semillas, junto con la selectividad alimenticia de los caprinos, pueden influir en la cantidad de semillas recuperadas en cada deposición. Por otra parte, aunque fueron poco frecuentes, algunas muestras presentaron una elevada cantidad de semillas, alcanzando hasta 22 semillas por muestra fecal. Estos eventos podrían estar asociados al consumo ocasional de plantas con abundante fructificación o de individuos que produjeron una gran cantidad de semillas en un corto periodo. Según Espinosa et al. (2021), la cantidad de semillas recuperadas en las heces

puede variar de acuerdo con la disponibilidad de frutos en el área de pastoreo y con la intensidad de consumo por parte de los herbívoros.

Finalmente, el hecho de que el 48 % de las muestras fecales no presentara semillas, esta variación probablemente responde a diferencias en la disponibilidad de frutos y semillas, durante las distintas épocas del año, a los hábitos de alimentación de los caprinos y a la destrucción de algunas semillas durante el tránsito digestivo (Salinas, 2021).

3.2. Identificación de las especies de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva.

De las 300 muestras fecales analizados se recuperaron un total de 499 semillas, correspondientes a tres especies vegetales: *Acacia macracantha*, *Opuntia streptacantha* y *Caesalpinia spinosa*. La especie predominante fue *Acacia macracantha*, con 438 semillas recuperadas, equivalente al 87,8 % del total, seguida de *Opuntia streptacantha* con 50 semillas (10,0 %) y *Caesalpinia spinosa* con 11 semillas (2,2 %).

Tabla 9

Semillas recuperadas en las heces de los caprinos según especie, comunidad y época de evaluación.

Zona y época	<i>Acacia macracantha</i>	<i>Opuntia streptacantha</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Total de semillas recuperadas
Iguaín	347 (69,5%)	34 (6,8%)	0	381 (76,4%)
Inicio de lluvias	18 (3,6%)	14 (2,8%)	0	32 (6,4%)
Fin de lluvias	45 (9,0%)	18 (3,6%)	0	63 (12,6%)
Época seca	284 (56,9%)	2 (0,4%)	0	286 (57,3%)
Pacaycasa	91 (18,3%)	16 (3,2%)	11 (2,2%)	118 (23,6%)
Inicio de lluvias	1 (0,2%)	2 (0,4%)	0	3 (0,6%)
Fin de lluvias	27 (5,4%)	12 (2,4 %)	0	39 (7,8%)
Época seca	63 (12,6%)	2 (0,4%)	11 (2,2%)	76 (15,2%)
Total de semillas recuperadas	438 (87,8%)	50 (10%)	11 (2,2%)	499 (100%)

En la tabla 9 muestra la distribución de semillas recuperadas según la comunidad y época de evaluación. Iguain concentró la mayor cantidad, con 381 semillas (76,4 % del total), mientras que en Pacaycasa se recuperaron 118 semillas (23,6 %). *Acacia macracantha* fue la especie más abundante (87,8%); siendo Iguain con mayor presencia de semillas (69,5%).

En la época seca en ambas comunidades se recuperó la mayor cantidad de semillas, en Iguain, se recuperaron 286 semillas (57,3%), de las cuales 56,9% correspondieron a *Acacia macracantha*. En Pacaycasa se recuperaron 76 semillas (15,2%), de las cuales 12,6% correspondieron a *Acacia macracantha* y el 2,2% a *Caesalpinia spinosa*, especie que se registró únicamente en esta comunidad y no en Iguain. En contraste, al inicio de lluvias se recuperó la menor cantidad de semillas en ambas comunidades, Pacaycasa con (0,6%) e Iguain (6,4%).

Estos resultados muestran que la composición de semillas presentes en las heces de los caprinos estuvo dominada por una sola especie, *Acacia macracantha*, y la abundancia de semillas varió tanto entre comunidades como en épocas del año. La mayor recuperación durante la época seca sugiere que el patrón de consumo de los caprinos cambia de acuerdo con la disponibilidad estacional de recursos vegetales.

La predominancia de *Acacia macracantha* (87,8%) concuerda con lo reportado por Espinosa et al. (2021) en bosques secos ecuatorianos, donde las cabras dispersaron semillas de diez especies vegetales y *Acacia macracantha* presentó más del 70% de las semillas recuperadas. Lo que indicaría que *Acacia macracantha* constituye un recurso vegetal frecuentemente consumido por los caprinos en ecosistemas secos e interandinos. Asimismo, los resultados guardan relación con Baraza & Valiente-Banuet (2007), quienes recuperaron en heces de cabras, semillas de especies leñosas y cactáceas, entre ellas *Acacia cochliacantha*, *Prosopis laevigata* y tres especies de cactus, demostrando que los caprinos pueden ingerir y transportar semillas de diferentes especies arbustivas y leñosas presentes en las áreas de pastoreo.

La mayor abundancia de semillas en la época seca también puede compararse con Mancilla et al. (2015), quienes indican que los caprinos modifican su dieta según su disponibilidad y calidad de los recursos vegetales; cuando disminuyen los pastos y las especies herbáceas tiernas, los animales incrementan el consumo de frutos, vainas y estructuras de

especies arbustivas o leñosas. Este comportamiento ayudaría a explicar la elevada recuperación de semillas de *Acacia macracantha* durante el periodo seco.

En el ámbito nacional, Salinas, (2021), al evaluar la endozoocoria de semillas de *Prosopis pallida* en cabras y venados bajo condiciones experimentales, encontró la diferencias en la recuperación de semillas según el animal evaluado, registrando una recuperación del 3,6% de las semillas ingeridas en cabras y del 9,3% en venados. Asimismo, el pico de recuperación se presentó aproximadamente a las 80 horas en cabras y a las 48 horas en venado. Estos resultados evidencian que la recuperación y el tiempo de retención de las semillas pueden variar según el animal dispersor. En el presente estudio, la recuperación de semillas de especies leñosas como *Acacia macracantha* y *Caesalpinia spinosa* en las heces evidencia que los caprinos pueden transportar semillas después del tránsito digestivo.

Al igual que las cabras, otros animales como los zorros realizan un efecto de endozoocoria, en tal sentido Cossíos (2005) identificó semillas de ocho especies vegetales en heces de zorro costeño, siendo *Prosopis pallida* el componente vegetal más abundante. De manera similar, Novoa et al. (2011) encontraron semillas de 22 especies vegetales en la dieta de murciélagos frugívoros en tumbes. Estos estudios demuestran que la abundancia de una determinada semilla en las heces está relacionada con su disponibilidad en el ambiente y con las preferencias alimentarias del animal dispersor.

En el ámbito local no se presentan investigaciones previas que hayan evaluado directamente la recuperación de semillas en heces de caprinos u otros animales dispersores en Pacaycasa, Iguain o en otras zonas de Ayacucho. Sin embargo, De la Cruz et al. (2020) registraron en las zonas bajas de la provincia de Huamanga diferentes formaciones vegetales que incluyen especies como *A. macracantha*, *C. spinosa*, *O. streptacantha*, *D. viscosa* y *Schinus molle*. La presencia de estas especies en las zonas de pastoreo coincide con la identificación de semillas de *A. macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *O. streptacantha* en las heces de los caprinos. Asimismo, Carpio (2017) señala que *Acacia macracantha* fructifica principalmente entre junio y julio, periodo correspondiente a la época seca, lo que podría explicar la mayor recuperación de semillas en esta época sería coherente con su periodo de fructificación y con una mayor disponibilidad de vainas durante el pastoreo.

En el caso de *Opuntia streptacantha*, la mayor recuperación durante el inicio y el final de las lluvias coincide con el periodo de fructificación señalado por Cruz et al. (2023) comprendido entre enero y abril, mientras que, *Caesalpinia spinosa* solo se recuperó en Pacaycasa durante la época seca, lo que podría estar relacionado con la presencia localizada de esta especie en las inmediaciones de los corrales de descanso.

La mayor cantidad de semillas recuperadas en Iguain no permite afirmar por sí sola que exista una mayor abundancia de plantas en esa comunidad. El resultado puede estar relacionado con diferencias en la disponibilidad temporal de frutos, la intensidad de pastoreo, la composición de la dieta o el desplazamiento diario de los animales. Como estas variables no fueron medidas directamente, deben considerarse explicaciones probables y no causas demostradas.

3.3. Evaluación de la viabilidad aparente a partir de semillas recuperadas después del tránsito digestivo

Para evaluar la viabilidad de las semillas recuperadas de las heces de caprinos, estas fueron sembradas en sustrato de arena de río, se consideraron viables aquellas semillas que presentaron emergencia de plántulas con cotiledones visibles durante los 90 días de evaluación.

Tabla 10

Determinación de la viabilidad aparente de semillas recuperadas de heces de caprinos

Especie	Semillas recuperadas	Semillas emergidas	Emergencia (%)
<i>Acacia macracantha</i>	438	88	20,1%
<i>Opuntia streptacantha</i>	50	0	0,0%
<i>Caesalpinia spinosa</i>	11	3	27,3%
Total	499	91	18,2%

Nota. La viabilidad aparente se estimó mediante el porcentaje de emergencia de plántulas durante 90 días de evaluación.

En la tabla 10 se aprecia que, de las 499 semillas recuperadas de las heces de los caprinos, 91 produjeron plántulas durante 90 días de evaluación, lo que representó una emergencia global de 18,2%. Por especie, *Acacia macracantha* fue la más abundante con 438 semillas recuperadas, de las cuales 88 emergieron (viabilidad 20,1%). *Caesalpinia spinosa* mostró 11 semillas recuperadas de las cuales 3 emergieron (viabilidad 27,3%). En cambio, *Opuntia streptacantha* presentó 50 semillas recuperadas sin registrar emergencia de plántulas durante el periodo de evaluación.

Tabla 11

Plántulas herbáceas emergidas a partir de las muestras fecales de caprinos

Grupo vegetal	Plántulas emergidas
Gramíneas	93
Leguminosas herbáceas	60
Total	153

Nota. Las plántulas de gramíneas y leguminosas herbáceas procedieron de semillas que no pudieron recuperarse ni cuantificarse macroscópicamente durante el procesamiento de las muestras fecales, probablemente debido a su reducido tamaño. Por esta razón, no se calculó el porcentaje de emergencia para estos grupos vegetales.

La emergencia global de 18,2 %, fue inferior a los porcentajes de germinación reportados por Tjelele et al. (2012), quienes obtuvieron valores de 35,5 % y 31,2 % en semillas de *Dichrostachys cinerea* suministradas a cabras mediante dos modalidades de alimentación. A pesar de las diferencias porcentuales, ambos estudios muestran que una proporción de las semillas de especies leñosas mantienen su capacidad germinativa después del tránsito digestivo. La diferencia entre ambos estudios podría atribuirse a que Tjelele et al. (2012) emplearon semillas previamente seleccionadas y suministradas en cantidades controladas, mientras que el estudio se realizó con semillas procedentes de animales en pastoreo extensivo, sin control sobre el estado de madurez de las semillas ingeridas, la cantidad consumida, ni el tiempo de retención digestiva.

Los resultados de *Acacia macracantha* pueden compararse con Baraza & Valiente-Banuet (2007), quienes encontraron porcentajes de germinación de 28,6 % para *Acacia*

cochliacantha y 62,5 % para *Prosopis laevigata* en semillas recuperadas de heces de cabras. En comparación, *Acacia macracantha* presentó una viabilidad de 20,1 % estimada mediante la emergencia plántulas. La diferencia entre estos resultados podría deberse a las características propias de cada especie, como la dureza y permeabilidad de la cubierta seminal, el tipo de dormancia y el estado fisiológico de las semillas, además de las condiciones empleadas para la germinación, estos resultados evidencian que, aunque las semillas de especies leguminosas pueden conservar su capacidad de producir plántulas después del tránsito digestivo, la respuesta varía entre especies.

De manera similar, Espinosa et al. (2021), en bosques secos de Ecuador, encontraron que *Acacia macracantha* fue la especie más abundante en las heces caprinas, representando más del 70 % de las semillas recuperadas y una germinación de 16 %. Este resultado guarda relación con el presente estudio, donde la misma especie representó el 87,8% del total de semillas recuperadas y alcanzó 20,1% de emergencia. Ambos resultados evidencian que *Acacia macracantha* es consumida y dispersada con frecuencia por los caprinos, demostrando la capacidad positiva de la endozoocoria del ganado caprino.

Otro estudio realizado con un animal diferente también evidencia que algunas semillas pueden conservar su capacidad germinativa después del tránsito digestivo. Cossíos (2005), al estudiar las semillas ingeridas por el *Lycalopex sechurae*, encontró un incremento en la germinación de especies como *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha* y *Mutingia calabura* después del paso por el tracto digestivo. Este resultado muestra que el efecto del tránsito digestivo puede favorecer la germinación en determinadas especies, especialmente cuando la cubierta seminal se beneficia de proceso de escarificación.

Sin embargo, en el presente trabajo no se incluyó un grupo control de semillas recolectadas directamente de las plantas. Por ello, no es posible afirmar que el tránsito digestivo haya incrementado o reducido la emergencia respecto de semillas no ingeridas. Los resultados muestran que la recuperación de semillas recuperadas mantuvo su capacidad de producir plántulas después de atravesar el aparato digestivo de las caprinos.

Mientras que *Opuntia streptacantha*, al haberse recuperado 50 semillas de las heces, no presentó emergencia durante el periodo de evaluación, este resultado contrasta con Baraza &

Valiente-Banuet (2007), quienes registraron porcentajes de germinación de 75% en *Echinocactus platyacanthus*, 65% en *Ferocactus robustus* y 80,8% en *Ferocactus latispinus*, a partir de semillas recuperadas de heces de cabras. Esta diferencia evidencia que la respuesta de cactáceas después del tránsito digestivo puede variar entre especies. En *Opuntia streptacantha*, la ausencia de emergencia podría explicarse por la dormancia física de sus semillas, asociada a un tegumento altamente impermeable que restringe la absorción de agua y retrasa la germinación (Monroy et al., 2017). Asimismo, Cruz et al. (2023) señalan que las especies de *Opuntia* se propagan principalmente de forma vegetativa mediante cladodios debido a que la propagación por semillas presenta bajos porcentajes de emergencia como consecuencia de la dureza de la testa. Por ello, es posible que el tránsito digestivo de los caprinos no haya generado modificaciones suficientes para favorecer la germinación de *Opuntia streptacantha* durante el periodo evaluado.

Además, en la tabla 11 se aprecia la emergencia de 93 plántulas de gramíneas y 60 de leguminosas herbáceas, cuyas semillas no fueron identificadas durante la separación macroscópica de las muestras fecales. Esto podría atribuirse al reducido tamaño de estas semillas, que dificultó la recuperación manual durante el procesamiento de las heces; sin embargo, permanecieron en el material fecal y posteriormente produjeron plántulas, evidenciando que semillas pequeñas o de difícil detección visual pueden atravesar el tracto digestivo de los caprinos y conservar su capacidad de emergencia.

Estos resultados coinciden con Pakeman et al. (2002) y Oveisi et al. (2020), quienes reportan la dispersión de semillas de especies herbáceas mediante herbívoros. En particular, Oveisi et al. (2020), al evaluar semillas de especies herbáceas después de la ingestión por ovejas y cabras, encontraron que una proporción de las semillas recuperadas mantuvo su capacidad de germinación. Estos antecedentes respaldan los resultados obtenidos y evidencian la participación de los caprinos en la dispersión de especies herbáceas mediante las heces.

3.4. Comparación de semillas viables y cantidad de individuos juveniles de *Acacia macracantha*

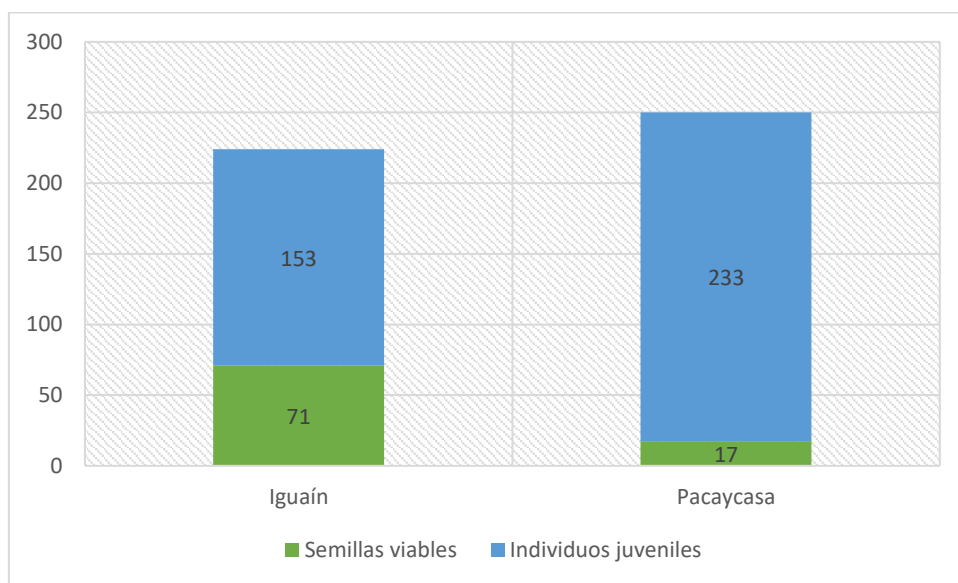
Dentro de los transectos se registraron 6306 individuos de especies vegetales pertenecientes a especies herbáceas, arbustivas y cactáceas. De este total, 683 correspondieron

a individuos arbustivos distribuidos en seis especies: *Acacia macracantha*, *Lantana sp*, *Condalia buxifolia*, *Condalia weberbaueri*, *Schinus molle* y *Dodonaea viscosa*.

Para el tercer objetivo se consideró específicamente *Acacia macracantha* por su importancia ecológica respecto al impacto de la cabra sobre esta especie y la importancia sobre la regeneración en un ecosistema con presencia de cabras. Los individuos de *A. macracantha* registrados en los transectos fueron clasificados en tres categorías según su altura: menores a 50cm (individuos juveniles), entre 50 – 100 cm, y mayores a 100 cm. Para la comparación con las semillas viables se consideraron los individuos juveniles.

Figura 13

Comparación entre la cantidad de semillas viables y la cantidad de individuos juveniles de Acacia macracantha en las comunidades de Pacaycasa e Iguain.



Nota. Las semillas viables corresponden a emergencia de plántulas en laboratorio durante los 90 días de evaluación y los individuos juveniles corresponden a plantas de *Acacia macracantha* menores de 50 cm de altura registradas en los transectos.

En la figura 13 se aprecia la comparación entre la cantidad de semillas viables de *Acacia macracantha*, determinada mediante la emergencia de plántulas a partir de semillas recuperadas de las heces del ganado caprino y el número de individuos juveniles menores de 50 cm registrados en los transectos, donde se registraron 88 semillas emergidas de *A. macracantha*:

71 en Iguain y 17 en Pacaycasa. En contraste, se contabilizaron 386 individuos juveniles en los transectos, distribuidos en 153 individuos en Iguain y 233 en Pacaycasa.

Se aprecia que la regeneración insitu de la vegetación en Iguain es de 2:1 y en Pacaycasa de 13:1, quiere decir que por cada emergencia se encontró dos y trece plántulas juveniles. Este resultado hace suponer que la cantidad de semillas capaces de emerger en condiciones de laboratorio no corresponde directamente con la abundancia de individuos juveniles establecidos en campo. Por tanto, la emergencia representa solo una de las etapas del proceso de regeneración, ya que después de la emergencia, las plántulas deben superar diferentes limitaciones ambientales y biológicas para lograr su supervivencia y establecimiento.

Las características de la vegetación de la zona pueden contribuir a explicar las diferencias observadas entre ambas comunidades. Magallanes (2006) señala que los ecosistemas interandinos evaluados presentan una vegetación estacional y heterogénea, constituida por especies arbustivas, herbáceas y xerofíticas adaptadas a las variaciones en la disponibilidad de agua. En concordancia con estas características, durante las evaluaciones de campo del presente estudio se observaron diferencias en la estructura de la vegetación entre Pacaycasa e Iguain.

Estas características permiten plantear que las diferencias entre Pacaycasa e Iguain podrían estar relacionadas con las condiciones particulares del hábitat. En Pacaycasa se observó una cobertura arbustiva más densa y frondosa, que habría generado mayor sombra, protección del suelo y conservación de humedad. En cambio, en Iguain, la vegetación arbustiva se observó menos densa y un terreno más abierto y pedregoso, condiciones que podrían generar una mayor exposición de plántulas y limita su establecimiento.

Estas observaciones de campo son compatibles con el mayor número de individuos juveniles encontrado en Pacaycasa. Sin embargo, debido a que no se midieron directamente la humedad del suelo, las propiedades edáficas, la radiación, la competencia o la supervivencia de las plántulas, estos resultados abren un conjunto de planteamientos para futuros experimentos de comparación de regeneraciones en los propios ecosistemas por espacios de tiempo más prolongados, tal como manifiesta Mancilla et al. (2015), que la disponibilidad de humedad, las características del suelo y la protección proporcionada por la vegetación circundante pueden

influir en la emergencia y supervivencia de las plántulas. Asimismo, Cosyns et al., (2005) destacan que el éxito posterior a la dispersión depende de las condiciones del microhábitat donde son depositadas las semillas, por lo que una mayor cantidad de semillas dispersadas no necesariamente se traduce en un mayor establecimiento de individuos.

CONCLUSIONES

1. Los caprinos de crianza extensiva actúan como agentes de dispersión de semillas de especies leñosas y cactáceas presentes en la zona de pastoreo, principalmente de *Acacia macracantha*, cuya abundancia en las heces varía según comunidad y la época del año.
2. La emergencia de plántulas después del tránsito digestivo de los caprinos varió entre especies evaluadas, siendo mayor en *Caesalpinia spinosa*, seguida de *Acacia macracantha*, mientras que *Opuntia streptacantha* no presentó emergencia durante el periodo de evaluación. Esto demuestra que algunas semillas conservan la capacidad de producir plántulas después del tránsito digestivo y que esta respuesta varía según la especie vegetal.
3. La mayor cantidad de semillas de *Acacia macracantha* que produjeron plántulas no coincidió necesariamente con una mayor abundancia de individuos juveniles en las áreas de pastoreo. Esto indica que ambos registros no presentan una relación directa entre las comunidades evaluadas y que la emergencia de semillas, por sí sola, no permite explicar la abundancia de individuos registrados en campo.

RECOMENDACIONES

- Considerar tratamientos previos para las semillas ya que su dureza influye directamente en la germinación y emergencia de la plántula, caso contrario ampliar a más de 90 días de evaluación de las semillas para su evaluación.
- Incluir un tratamiento control mediante la siembra de semillas recolectadas directamente de las plantas presentes en las áreas de pastoreo, con la finalidad de comparar su viabilidad de las semillas recuperadas de las heces de los caprinos y determinar el efecto del tránsito por el tracto digestivo sobre la emergencia de plántulas.
- Evaluar la emergencia, supervivencia y establecimiento de plántulas en condiciones naturales de campo, considerando factores como la humedad, cobertura vegetal y características del suelo, con el fin de comprender mejor la relación entre la dispersión de semillas por caprinos y la regeneración de la vegetación en situ.
- Desarrollar investigaciones de largo plazo sobre el papel ecológico de los caprinos, considerando tanto sus efectos positivos como dispersores de semillas y como sus posibles efectos negativos sobre la vegetación, con el objetivo de establecer recomendaciones de manejo sostenible del pastoreo extensivo.
- Se recomienda realizar trabajos similares en otras zonas geográficas para su mejor validación del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M., Leparmarai, P., Heller, G., & Becker, M. (2017). Recovery and germination of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC seeds after ingestion by goats and cattle. *Arid Land Research and Management*, 31(1), 71-80. <https://doi.org/10.1080/15324982.2016.1234521>
- Angulo, J. (2023). *Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de Vachellia macracantha (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Seigler & Ebinger, en campus Yuyucocha*. [Tesis, Universidad Técnica del Norte].
- Ariza, J. (2025). *Técnicas de restauración ecológica que promueven la zoocoria en áreas neotropicales disturbadas: Revisión sistemática y Metaanálisis*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstreams/7de1465c-3304-458b-9d4b-4ae024dc928c/download>
- Arroyo, Ó. (2007). Situación actual y proyecciones de la crianza de caprinos en el Perú. *Arch Latinoam Prod Anim*, 15(1), 290-293. <https://www.bioline.org.br/pdf?la07066>
- Baraza, E., & Valiente-Banuet, A. (2008). Seed dispersal by domestic goats in a semiarid thornscrub of Mexico. *Journal of Arid Environments*, 72(10), 1973-1976. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.04.004>
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). Ecologically Meaningful Germination Studies. En *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination (Second Edition)* (pp. 5-35). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416677-6.00002-0>

- Benthien, O., Bober, J., Castens, J., & Stolter, C. (2016). Seed dispersal capacity of sheep and goats in a near-coastal dry grassland habitat. *Basic and Applied Ecology*, 17(6), 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.03.006>
- Briceño, D., & Almanza, I. (2022). *Uso del melarumen como alternativa para mejorar la ganancia media diaria y conversión alimenticia en caprinos (Capra hircus), Managua, 2021* [Tesis, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4585/1/tnl02b849.pdf>
- Carpio, J. (2017). *Flora arbórea y arbustiva del bosque de Ustuna, centro poblado Santa Isabel de Chumbes, distrito Ocros, provincia Huamanga. Ayacucho, 2016*. [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1672/1/TESIS%20B790_Car.pdf
- Clara, A. (2023). *Dispersión de semillas por mamíferos en bosques y selvas mexicanas* [Tesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/26b46f9c-2d06-4b52-ab3a-67eeb2e8f515/content>
- Cossíos, E. D. (2005). *Dispersión y variación de la capacidad de germinación de semillas ingeridas por el zorro costeño (Lycalopex sechurae) en el Santuario histórico Bosque de Pómac, Lambayeque* [Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/0b0b9b4a-89f9-412d-9d6f-67dd917d80d8/content>

- Cosyns, E., Delporte, A., Lens, L., & Hoffmann, M. (2005). Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts. *Journal of Ecology*, 93(2), 353-361. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2005.00982.x>
- Cruz, C., Calvillo, F. F., Aragón, M. A., & Sandoval, G. (2023). Tratamientos pre-germinativos y su efecto en semillas de cinco especies del género *Opuntia*. *AgrobioTecNM*, 3(1), 77-81. <https://www.researchgate.net/publication/405631672>
- De la Cruz, J., Gómez, J., Chanco, M., Carrillo, E. P., & Aucasime, L. (2020). Flora y vegetación de la provincia de Huamanga (Ayacucho-Perú). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(1), 3-18. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2308-38592020000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Espinosa, C., Reyes, C., & Jara-Guerrero, A. (2021). Las cabras como dispersores de semillas: Aportes y limitaciones para la regeneración del bosque tropical estacionalmente seco de Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 557-572. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.45046>
- Ferro, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *Ecovida: Revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada*, 5(1), 139-186. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9439153>
- García, A. (1991). La dispersión de las semillas. *Ciencias*, (024). <https://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/download/11242/10567>

- Gobierno Regional de Ayacucho. (2013). *Zonificación Ecológica Económica—Ayacucho*. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-ayacucho>
- Gómez, N. C., Gómez, J. W., Celi, I. D. R., Milán, M. J., & Jordana, J. (2016). La cabra criolla peruana, situación actual y perspectivas conservacionistas. En *Biodiversidad caprina Iberoamericana* (1st., pp. 163-168). Vargas Bayona JE, Zaragoza Martínez, L., Delgado Bermejo, JV, Rodríguez Galván, G.
- Gómez, O. (2006). *Efecto de la estación y la especie animal (cabra o borrega) sobre la propagación de semillas, vía el tracto digestivo del animal, en un matorral parvifolio inerme*. [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/5991/T15949%20GOMEZ%20CRUZ%20%20OSEAS%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gomez, Y. Y. (2025). *Las Actividades Antropogénicas y la Estructura Forestal de los Bosques Secos de Vachellia macracantha en los Distritos de Huanta, Luricocha e Iguain, Región Ayacucho, 2024* [Tesis, Universidad Nacional Autónoma Huanta].
<https://hdl.handle.net/20.500.14388/90>
- Huamaní, R., De La Cruz, J., Chuchón, S., & Pelaez, F. (2020). Comunidades endémicas de Cactáceas en peligro de extinción. Una necesidad de conservación de los recursos naturales del distrito de Pacaycasa. Ayacucho-Perú. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 92-109.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2308-38592020000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Magallanes, E. T. (2006). *Tipos de vegetación y composición florística en el centro ecológico recreacional y experimental «La Totorilla». Ayacucho 2003*. Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga.
- Mancilla, J. M. M., Fernández-Alés, R., & Martín, Á. M. (2015). Efectividad cualitativa del ganado caprino en la dispersión de especies de frutos secos y carnosos: *Ecosistemas*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-3.04>
- Mejia, E. (2024). *Evaluación de tratamientos pre germinativos y sustratos en el crecimiento inicial de Vachellia macracantha Humb & Bonpl ex Willd (faique) en el distrito de Chota, Cajamarca*. [Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/624>
- Mendoza, D. (2015). *Aplicación de dos tratamientos pre-germinativos y componentes de sustrato en la germinación de semillas de molle (Schinus molle L.) en viveros de Cota Cota* [PhD Thesis]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7091>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2024). *Boletines Anuales* (Anuario estadístico: producción ganadera y avícola). Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/5-ganadera-avicola>
- Monroy, M. E., Peña, C. B., García, J. R., Solano, E., Campos, H., & García, E. (2017). Chemical Scarification and Ozone in Seed Dormancy Alleviation of Wild and Domesticated Opuntia, Cactaceae. *Ozone: Science & Engineering*, 39(2), 104-114. <https://doi.org/10.1080/01919512.2016.1261010>

- Novoa, S., Cadenillas, R., & Pacheco, V. (2011). Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. *Mastozoología neotropical*, 18(1), 81-93. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0327-93832011000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Oveisi, M., Ojaghi, A., Rahimian-Mashhadi, H., Müller-Scharer, H., Reza-Yasdi, K., Pourmorad-Kaleibar, B., & Soltani, E. (2020). Potential for endozoochorous seed dispersal by sheep and goats: Risk of weed seed transport via animal faeces. *Weed Research*, 61(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/wre.12461>
- Pakeman, R. J., Digneffe, G., & Small, J. L. (2002). Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, 16(3), 296-304. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00625.x>
- Panocca, C. (2021). *Dispersión de semillas a través de excretas por el mono araña negro (Ateles chamek Humboldt, 1812) reintroducidos en la Concesión de Conservación Kawsay, Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios-Perú* [Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco]. https://www.kawsaycenterperu.org/uploads/3/8/2/0/38209327/seminario_de_investigacion-_corina.pdf
- Perulactea. (2019). *Producción Caprina en el Perú del Siglo XXI – Parte III – Perulactea*. <https://perulactea.com/produccion-caprina-en-el-peru-del-siglo-xxi-parte-iii/>

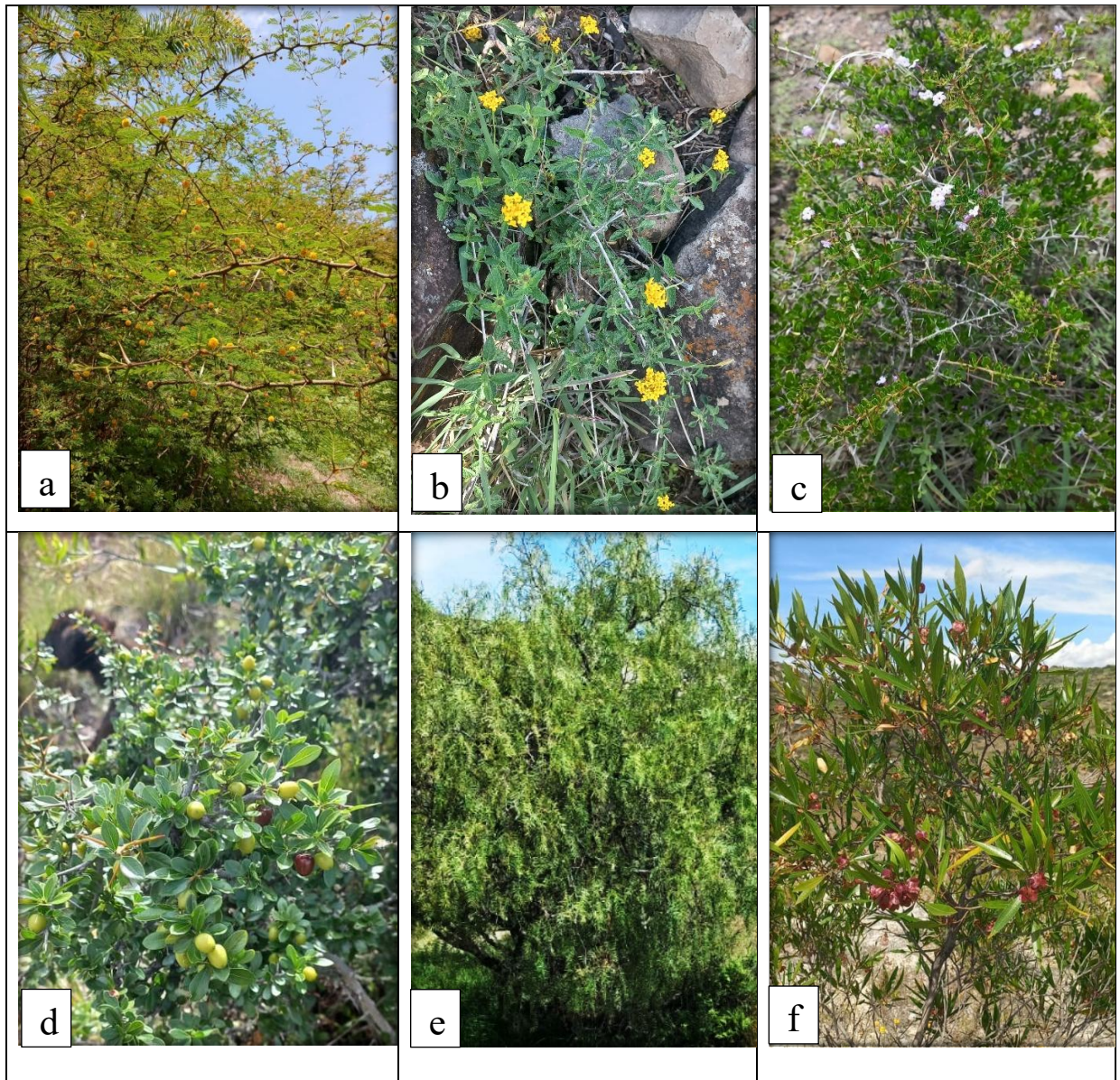
- Pomier, K. M. (2006). *Descripción dendrológica y evaluación germinativa de dos especies de acacia bajo el efecto de dos sustratos y dos tratamientos pre-germinativos* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10823>
- Repositorio Digital: Flora de la Mitad del Mundo, UETMM. (2018, 21 de mayo). 00027 *chamana*: *Dodonaea* *viscosa*. <https://floradelamitaddelmundo.wordpress.com/2018/05/21/dodonaea-viscosa/>
- Rodriguez, D. (2021). *Semillas de Especies Forestales*. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. <https://dicifo.chapingo.mx/pdf/publicaciones/Semillas de EspeciesForestales.pdf>
- Salgado, J. J., González, A., Díaz, E., Peláez, M. P., Galán, I., Delgado, J. V., Navas-González, F. J., & Camacho, M. E. (2023). Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español. *Archivos de Zootecnia*, 72(278), Article 278. <https://doi.org/10.21071/az.v72i278.5717>
- Salinas, J. D. (2021). *Endozoocoria por cabras y venados: Patrón temporal de defecación, sobrevivencia y germinación de semillas de Algarrobo (Prosopis pallida)* [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4766>
- Solorsano, P. (2019). *Producción de leche en cabras* [Tesis, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3792>

- Tjelele, J. T., Dziba, L. E., & Pule, H. T. (2012). Recovery and Germination of *Dichrostachys cinerea* Seeds Fed to Goats (*Capra hircus*). *Rangeland Ecology & Management*, 65(1), 105-108. <https://doi.org/10.2111/REM-D-09-00161.1>
- Torres, M. (2019). *Tratamiento mecánico, físico y químico de la semilla en la germinación y emergencia de plántulas de tara (Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze. Arequipa. 2018.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8939>
- Traver, N. (2020). *La epizoocoria como servicio ecosistémico de dispersión de semillas en ovino trashumante* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/96425/files/TAZ-TFG-2020-3805.pdf>
- Traveset, A. (1998). Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(2), 151-190. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00057>
- Wang, S., Lu, W., Waly, N., Ma, C., Zhang, Q., & Wang, C. (2017). Recovery and germination of seeds after passage through the gut of Kazakh sheep on the north slope of the Tianshan Mountains. *Seed Science Research*, 27(1), 43-49. <https://doi.org/10.1017/S0960258517000022>

ANEXOS

Anexo 1

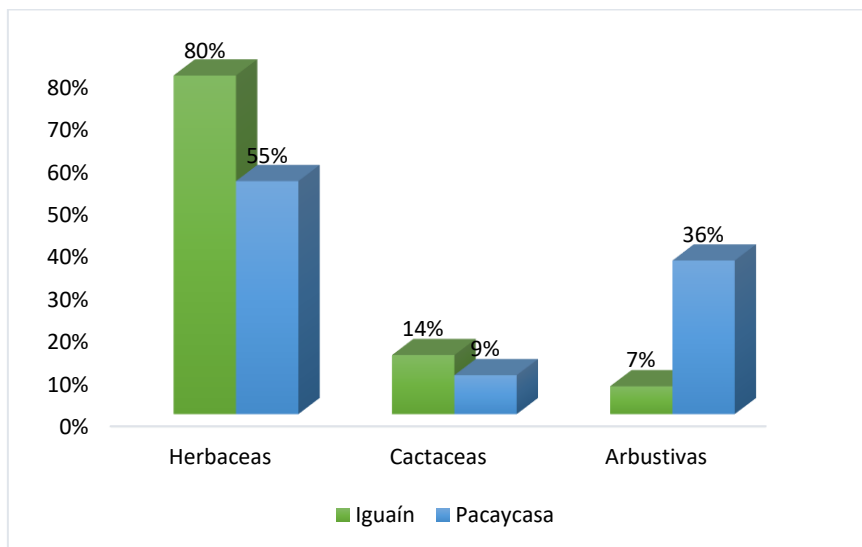
Especies arbustivas registradas en el área de pastoreo.



Nota. (a) *Acacia macracantha*, (b) *Lantana sp.*, (c) *Condalia buxifolia*, (d) *Condalia weberbaueri*, (e) *Schinus molle*, (f) *Dodonaea viscosa*.

Anexo 2

Cobertura vegetal por comunidad



Nota. Distribución de la vegetación registrada en las áreas de pastoreo de las comunidades de Pacaycasa e Iguaín, clasificados en herbáceas, arbustivas y cactáceas, obtenida a partir de los transectos establecidos durante el estudio.

Anexo 3

Registro fotográfico de caprinos en pastoreo



Nota. Caprinos de crianza extensiva pastoreando en las zonas de estudio durante el periodo de evaluación.

Anexo 4

Emergencia de plántulas en los corrales de descanso



Nota. Plántulas emergidas en condiciones naturales a partir de semillas dispersadas mediante heces de caprinos.

Anexo 5

*Árbol de *Caesalpinia espinosa* en las inmediaciones del corral de descanso*



Nota. Árbol de *Caesalpinia espinosa* ubicado en las inmediaciones del corral de descanso de los caprinos, especie cuyas semillas fueron recuperadas en las muestras fecales durante el estudio.

Anexo 6

Base de datos de semillas recuperadas y emergidas

N°	Código de muestra	Epoca del año	Zona	Semillas encontradas	Acacia macracantha (semilla encontrada)	Caesalpinia spinosa (semilla encontrada)	Opuntia streptacantha (semilla encontrada)	Semillas emergidas de matorrales	Acacia macracantha emergida	Caesalpinia spinosa emergida	Opuntia streptacantha emergida	Total de herbáceas emergidas	Gramínea emergida	Leguminosa emergida	Total de semillas emergidas
1	PS-01	Época seca	Pacaycasa									1		1	1
2	PS-02	Época seca	Pacaycasa	1	1										
3	PS-03	Época seca	Pacaycasa												
4	PS-04	Época seca	Pacaycasa	4	4							1	1		1
5	PS-05	Época seca	Pacaycasa	1	1										
6	PS-06	Época seca	Pacaycasa	3	2		1	1	1						1
7	PS-07	Época seca	Pacaycasa												
8	PS-08	Época seca	Pacaycasa	2	2			1	1			1	1		2
9	PS-09	Época seca	Pacaycasa												
10	PS-10	Época seca	Pacaycasa												
11	PS-11	Época seca	Pacaycasa												
12	PS-12	Época seca	Pacaycasa	2	1		1								
13	PS-13	Época seca	Pacaycasa												
14	PS-14	Época seca	Pacaycasa	3	3							1		1	1
15	PS-15	Época seca	Pacaycasa									1	1		1
16	PS-16	Época seca	Pacaycasa	1	1										
17	PS-17	Época seca	Pacaycasa	3			3								
18	PS-18	Época seca	Pacaycasa	3	3										
19	PS-19	Época seca	Pacaycasa	4	4										
20	PS-20	Época seca	Pacaycasa	3	3										
21	PS-21	Época seca	Pacaycasa												
22	PS-22	Época seca	Pacaycasa												
23	PS-23	Época seca	Pacaycasa	1	1							5	5		5
24	PS-24	Época seca	Pacaycasa	3	3			2	2						2
25	PS-25	Época seca	Pacaycasa	7	7			2	2						2
26	PS-26	Época seca	Pacaycasa	2			2	1			1				1
27	PS-27	Época seca	Pacaycasa	5	5										
28	PS-28	Época seca	Pacaycasa												
29	PS-29	Época seca	Pacaycasa	2			2								
30	PS-30	Época seca	Pacaycasa	2	2			1	1						1
31	PS-31	Época seca	Pacaycasa												
32	PS-32	Época seca	Pacaycasa	2	2			1	1			1		1	2
33	PS-33	Época seca	Pacaycasa	2	2							1	1		1
34	PS-34	Época seca	Pacaycasa	1	1										
35	PS-35	Época seca	Pacaycasa									2	1	1	2
36	PS-36	Época seca	Pacaycasa												
37	PS-37	Época seca	Pacaycasa									2	2		2
38	PS-38	Época seca	Pacaycasa												
39	PS-39	Época seca	Pacaycasa	2			2	1			1	2	1	1	3
40	PS-40	Época seca	Pacaycasa	1	1			1	1						1
41	PS-41	Época seca	Pacaycasa	2	2			1	1			3	2	1	4
42	PS-42	Época seca	Pacaycasa	2	2							2	1	1	2
43	PS-43	Época seca	Pacaycasa	2	1		1								
44	PS-44	Época seca	Pacaycasa												
45	PS-45	Época seca	Pacaycasa	1	1			1	1			1	1		2
46	PS-46	Época seca	Pacaycasa	2	2										
47	PS-47	Época seca	Pacaycasa												
48	PS-48	Época seca	Pacaycasa	7	6		1	2	1	1					2
49	PS-49	Época seca	Pacaycasa									4	2	2	4
50	PS-50	Época seca	Pacaycasa									1	1		1
51	IS-01	Época seca	Iguaín	10	10			3	3						3
52	IS-02	Época seca	Iguaín	6	6			1	1						1
53	IS-03	Época seca	Iguaín	10	10			2	2						2
54	IS-04	Época seca	Iguaín	3	3							1	1		1
55	IS-05	Época seca	Iguaín	7	7			1	1			1		1	2
56	IS-06	Época seca	Iguaín	11	11			1	1						1
57	IS-07	Época seca	Iguaín	10	10			4	4						4
58	IS-08	Época seca	Iguaín	6	6			1	1			2	1	1	3
59	IS-09	Época seca	Iguaín	4	4										
60	IS-10	Época seca	Iguaín	4	4										
61	IS-11	Época seca	Iguaín	12	12			1	1						1
62	IS-12	Época seca	Iguaín	6	6							5		5	5
63	IS-13	Época seca	Iguaín	4	4			1	1						1
64	IS-14	Época seca	Iguaín	10	10			1	1			5		5	6
65	IS-15	Época seca	Iguaín	6	6			1	1						1
66	IS-16	Época seca	Iguaín	13	13			4	4			3	1	2	7
67	IS-17	Época seca	Iguaín	6	6			2	2			1		1	3
68	IS-18	Época seca	Iguaín	3	3			1	1			1	1		2
69	IS-19	Época seca	Iguaín	2	2										
70	IS-20	Época seca	Iguaín	22	22			2	2			2	1	1	4
71	IS-21	Época seca	Iguaín	1	1							1	1		1
72	IS-22	Época seca	Iguaín	1	1							2		2	2
73	IS-23	Época seca	Iguaín	8	8			4	4			1	1		5
74	IS-24	Época seca	Iguaín	3	3			1	1						1
75	IS-25	Época seca	Iguaín	5	5			2	2			2	1	1	4
76	IS-26	Época seca	Iguaín	11	11			4	4						4
77	IS-27	Época seca	Iguaín												
78	IS-28	Época seca	Iguaín	2	2										
79	IS-29	Época seca	Iguaín	3	3			1	1						1
80	IS-30	Época seca	Iguaín	3	3										
81	IS-31	Época seca	Iguaín	9	7		2	3	3			1		1	4
82	IS-32	Época seca	Iguaín	6	6			2	2						2
83	IS-33	Época seca	Iguaín	2	2										
84	IS-34	Época seca	Iguaín	6	6			1	1			1	1		2
85	IS-35	Época seca	Iguaín	5	5			1	1						1
86	IS-36	Época seca	Iguaín	2	2			1	1						1
87	IS-37	Época seca	Iguaín	3	3										
88	IS-38	Época seca	Iguaín	7	7										
89	IS-39	Época seca	Iguaín	6	6			1	1						1
90	IS-40	Época seca	Iguaín	10	10			6	6						6
91	IS-41	Época seca	Iguaín	2	2			1	1						1
92	IS-42	Época seca	Iguaín	8	8			2	2			1		1	3
93	IS-43	Época seca	Iguaín	3	3			1	1			1	1		2
94	IS-44	Época seca	Iguaín	3	3										
95	IS-45	Época seca	Iguaín	1	1										
96	IS-46	Época seca	Iguaín	2	2			2	2						2
97	IS-47	Época seca	Iguaín	3	3										
98	IS-48	Época seca	Iguaín	6	6			1	1						1
99	IS-49	Época seca	Iguaín	5	5							1	1		1
100	IS-50	Época seca	Iguaín	5	5			1	1						1

101	PILL-01	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
102	PILL-02	Inicios de lluvia	Pacaycasa	1			1							
103	PILL-03	Inicios de lluvia	Pacaycasa								1			
104	PILL-04	Inicios de lluvia	Pacaycasa									1		1
105	PILL-05	Inicios de lluvia	Pacaycasa										1	
106	PILL-06	Inicios de lluvia	Pacaycasa								1			
107	PILL-07	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
108	PILL-08	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
109	PILL-09	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
110	PILL-10	Inicios de lluvia	Pacaycasa								1		1	1
111	PILL-11	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
112	PILL-12	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
113	PILL-13	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
114	PILL-14	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
115	PILL-15	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
116	PILL-16	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
117	PILL-17	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
118	PILL-18	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
119	PILL-19	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
120	PILL-20	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
121	PILL-21	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
122	PILL-22	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
123	PILL-23	Inicios de lluvia	Pacaycasa	1	1									
124	PILL-24	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
125	PILL-25	Inicios de lluvia	Pacaycasa								1		1	1
126	PILL-26	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
127	PILL-27	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
128	PILL-28	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
129	PILL-29	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
130	PILL-30	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
131	PILL-31	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
132	PILL-32	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
133	PILL-33	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
134	PILL-34	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
135	PILL-35	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
136	PILL-36	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
137	PILL-37	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
138	PILL-38	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
139	PILL-39	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
140	PILL-40	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
141	PILL-41	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
142	PILL-42	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
143	PILL-43	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
144	PILL-44	Inicios de lluvia	Pacaycasa								1		1	1
145	PILL-45	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
146	PILL-46	Inicios de lluvia	Pacaycasa	1			1							
147	PILL-47	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
148	PILL-48	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
149	PILL-49	Inicios de lluvia	Pacaycasa								1		1	1
150	PILL-50	Inicios de lluvia	Pacaycasa											
151	IILL-01	Inicios de lluvia	Iguain								1		1	1
152	IILL-02	Inicios de lluvia	Iguain											
153	IILL-03	Inicios de lluvia	Iguain											
154	IILL-04	Inicios de lluvia	Iguain											
155	IILL-05	Inicios de lluvia	Iguain											
156	IILL-06	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
157	IILL-07	Inicios de lluvia	Iguain											
158	IILL-08	Inicios de lluvia	Iguain											
159	IILL-09	Inicios de lluvia	Iguain								1		1	1
160	IILL-10	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
161	IILL-11	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
162	IILL-12	Inicios de lluvia	Iguain											
163	IILL-13	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
164	IILL-14	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
165	IILL-15	Inicios de lluvia	Iguain											
166	IILL-16	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
167	IILL-17	Inicios de lluvia	Iguain											
168	IILL-18	Inicios de lluvia	Iguain	2	2									
169	IILL-19	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
170	IILL-20	Inicios de lluvia	Iguain											
171	IILL-21	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
172	IILL-22	Inicios de lluvia	Iguain	2	1		1							
173	IILL-23	Inicios de lluvia	Iguain	1	1			1	1					1
174	IILL-24	Inicios de lluvia	Iguain											
175	IILL-25	Inicios de lluvia	Iguain											
176	IILL-26	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
177	IILL-27	Inicios de lluvia	Iguain											
178	IILL-28	Inicios de lluvia	Iguain	3	3									
179	IILL-29	Inicios de lluvia	Iguain	2	1		1							
180	IILL-30	Inicios de lluvia	Iguain											
181	IILL-31	Inicios de lluvia	Iguain											
182	IILL-32	Inicios de lluvia	Iguain	4			4							
183	IILL-33	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
184	IILL-34	Inicios de lluvia	Iguain											
185	IILL-35	Inicios de lluvia	Iguain											
186	IILL-36	Inicios de lluvia	Iguain											
187	IILL-37	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
188	IILL-38	Inicios de lluvia	Iguain								1		1	1
189	IILL-39	Inicios de lluvia	Iguain											
190	IILL-40	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
191	IILL-41	Inicios de lluvia	Iguain											
192	IILL-42	Inicios de lluvia	Iguain											
193	IILL-43	Inicios de lluvia	Iguain											
194	IILL-44	Inicios de lluvia	Iguain											
195	IILL-45	Inicios de lluvia	Iguain	1	1		1	1						1
196	IILL-46	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
197	IILL-47	Inicios de lluvia	Iguain	1	1									
198	IILL-48	Inicios de lluvia	Iguain	1			1							
199	IILL-49	Inicios de lluvia	Iguain											
200	IILL-50	Inicios de lluvia	Iguain	2	1		1				1		1	1
201	PILL-01	Finales de lluvia	Pacaycasa											
202	PILL-02	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1									
203	PILL-03	Finales de lluvia	Pacaycasa								1		1	1
204	PILL-04	Finales de lluvia	Pacaycasa											
205	PILL-05	Finales de lluvia	Pacaycasa								1		1	1

206	PFL-06	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					1	1	1
207	PFL-07	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1							
208	PFL-08	Finales de lluvia	Pacaycasa							2	2	2
209	PFL-09	Finales de lluvia	Pacaycasa	5	3	2	2	2		1	1	3
210	PFL-10	Finales de lluvia	Pacaycasa	4	2	2	1	1				1
211	PFL-11	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1							
212	PFL-12	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					3	3	3
213	PFL-13	Finales de lluvia	Pacaycasa									
214	PFL-14	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					2	1	1 2
215	PFL-15	Finales de lluvia	Pacaycasa									
216	PFL-16	Finales de lluvia	Pacaycasa	1		1						
217	PFL-17	Finales de lluvia	Pacaycasa									
218	PFL-18	Finales de lluvia	Pacaycasa									
219	PFL-19	Finales de lluvia	Pacaycasa							1	1	1
220	PFL-20	Finales de lluvia	Pacaycasa							1	1	1
221	PFL-21	Finales de lluvia	Pacaycasa							1		1 1
222	PFL-22	Finales de lluvia	Pacaycasa	4	2	2				5	5	5
223	PFL-23	Finales de lluvia	Pacaycasa									
224	PFL-24	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					1		1 1
225	PFL-25	Finales de lluvia	Pacaycasa									
226	PFL-26	Finales de lluvia	Pacaycasa	1		1						
227	PFL-27	Finales de lluvia	Pacaycasa									
228	PFL-28	Finales de lluvia	Pacaycasa							1	1	1
229	PFL-29	Finales de lluvia	Pacaycasa							5	4	1 5
230	PFL-30	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1							
231	PFL-31	Finales de lluvia	Pacaycasa							3	2	1 3
232	PFL-32	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					1	1	1
233	PFL-33	Finales de lluvia	Pacaycasa									
234	PFL-34	Finales de lluvia	Pacaycasa									
235	PFL-35	Finales de lluvia	Pacaycasa	4	4					1	1	1
236	PFL-36	Finales de lluvia	Pacaycasa							1	1	1
237	PFL-37	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1		1	1		3	1	2 4
238	PFL-38	Finales de lluvia	Pacaycasa							1	1	1
239	PFL-39	Finales de lluvia	Pacaycasa									
240	PFL-40	Finales de lluvia	Pacaycasa	1		1				1	1	1
241	PFL-41	Finales de lluvia	Pacaycasa							1	1	1
242	PFL-42	Finales de lluvia	Pacaycasa	2	1	1				2	1	1 2
243	PFL-43	Finales de lluvia	Pacaycasa									
244	PFL-44	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1		1	1		1		1 2
245	PFL-45	Finales de lluvia	Pacaycasa							5	5	5
246	PFL-46	Finales de lluvia	Pacaycasa									
247	PFL-47	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					5	3	2 5
248	PFL-48	Finales de lluvia	Pacaycasa	1	1					2	2	2
249	PFL-49	Finales de lluvia	Pacaycasa	2	1	1						
250	PFL-50	Finales de lluvia	Pacaycasa	2	1	1				3	2	1 3
251	IFLL-01	Finales de lluvia	Iguain	2	2							
252	IFLL-02	Finales de lluvia	Iguain									
253	IFLL-03	Finales de lluvia	Iguain	1		1						
254	IFLL-04	Finales de lluvia	Iguain									
255	IFLL-05	Finales de lluvia	Iguain	4	1	3				1		1 1
256	IFLL-06	Finales de lluvia	Iguain	4	3	1	1	1		1		1 2
257	IFLL-07	Finales de lluvia	Iguain							2	1	1 2
258	IFLL-08	Finales de lluvia	Iguain									
259	IFLL-09	Finales de lluvia	Iguain							1		1 1
260	IFLL-10	Finales de lluvia	Iguain									
261	IFLL-11	Finales de lluvia	Iguain	4		4						
262	IFLL-12	Finales de lluvia	Iguain	3	2	1	1	1				1
263	IFLL-13	Finales de lluvia	Iguain							1		1 1
264	IFLL-14	Finales de lluvia	Iguain									
265	IFLL-15	Finales de lluvia	Iguain									
266	IFLL-16	Finales de lluvia	Iguain							1		1 1
267	IFLL-17	Finales de lluvia	Iguain	4	4		1	1				1
268	IFLL-18	Finales de lluvia	Iguain	4	4		1	1		1		1 2
269	IFLL-19	Finales de lluvia	Iguain									
270	IFLL-20	Finales de lluvia	Iguain	1	1					1		1 1
271	IFLL-21	Finales de lluvia	Iguain	5	4	1	1	1		1	1	2
272	IFLL-22	Finales de lluvia	Iguain									
273	IFLL-23	Finales de lluvia	Iguain	1	1							
274	IFLL-24	Finales de lluvia	Iguain	1	1					1		1
275	IFLL-25	Finales de lluvia	Iguain									
276	IFLL-26	Finales de lluvia	Iguain	3	3					1		1 1
277	IFLL-27	Finales de lluvia	Iguain							2	2	2
278	IFLL-28	Finales de lluvia	Iguain	1		1						
279	IFLL-29	Finales de lluvia	Iguain	2	2		1	1				1
280	IFLL-30	Finales de lluvia	Iguain	1	1							
281	IFLL-31	Finales de lluvia	Iguain	3	3		1	1				1
282	IFLL-32	Finales de lluvia	Iguain							1	1	1
283	IFLL-33	Finales de lluvia	Iguain	1	1							
284	IFLL-34	Finales de lluvia	Iguain	2	1	1						
285	IFLL-35	Finales de lluvia	Iguain									
286	IFLL-36	Finales de lluvia	Iguain	3	2	1				3	1	2 3
287	IFLL-37	Finales de lluvia	Iguain	1	1					2	1	1 2
288	IFLL-38	Finales de lluvia	Iguain	1	1							
289	IFLL-39	Finales de lluvia	Iguain									
290	IFLL-40	Finales de lluvia	Iguain	1	1					1		1 1
291	IFLL-41	Finales de lluvia	Iguain	1		1						
292	IFLL-42	Finales de lluvia	Iguain									
293	IFLL-43	Finales de lluvia	Iguain	5	2	3				1		1 1
294	IFLL-44	Finales de lluvia	Iguain									
295	IFLL-45	Finales de lluvia	Iguain	1	1							
296	IFLL-46	Finales de lluvia	Iguain	1	1					1		1 1
297	IFLL-47	Finales de lluvia	Iguain							1	1	1
298	IFLL-48	Finales de lluvia	Iguain							2	2	2
299	IFLL-49	Finales de lluvia	Iguain	2	2		1	1				1
300	IFLL-50	Finales de lluvia	Iguain									

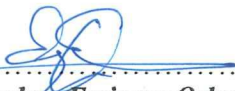
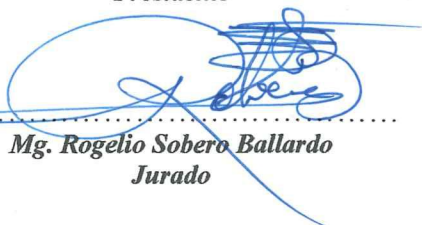
**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**
Bach. MIRIAN RAQUEL QUISPE MENDOZA**R.D. N° 484-2026-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a los treinta días del mes de setiembre del año dos mil veintiséis, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Teodoro Espinoza Ochoa, Dr. Javier Ciprián Pareja Loayza como asesor, Mg. Rogelio Sobero Ballardó y el M.Sc. Miriam Ibet Alfaro Astorima; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Evaluación de la endozocoria en caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguain. Ayacucho - 2024**, para obtener el Título Profesional de Médico Veterinaria, presentado por la Bachiller **MIRIAN RAQUEL QUISPE MENDOZA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Teodoro Espinoza Ochoa	17	17	17	17
Dr. Javier Ciprián Pareja Loayza	18	18	18	18
Mg. Rogelio Sobero Ballardó	17	17	17	17
M.Sc. Miriam Ibet Alfaro Astorima	18	17	17	17
PROMEDIO GENERAL				17

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
M.Sc. Teodoro Espinoza Ochoa
Presidente
.....
Dr. Javier Ciprián Pareja Loayza
Asesor
.....
Mg. Rogelio Sobero Ballardó
Jurado
.....
M.Sc. Miriam Ibet Alfaro Astorima
Jurado
.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado mediante RD N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Evaluación de la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguain. Ayacucho – 2024

Autor : Mirian Raquel QUISPE MENDOZA
Asesor : Javier Ciprian PAREJA LOAYZA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de ocho **(8%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 3058965681

Ayacucho, 13 de octubre de 2026


Javier C. Pareja Loayza
MÉDICO VETERINARIO
C.M.V.P. N° 8990

Evaluación de la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín. Ayacucho - 2024

por Mirian Raquel QUISPE MENDOZA

Fecha de entrega: 13-oct-2026 02:21p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3058965681

Nombre del archivo: TESIS_APROBADO_-MRQM.pdf (2.65M)

Total de palabras: 18341

Total de caracteres: 104299

Evaluación de la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín. Ayacucho - 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	2%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	orcid.org	2%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.unsch.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	www.grafiati.com	1%
	Fuente de Internet	
4	www.kawsaycenterperu.org	1%
	Fuente de Internet	
5	ddhh.bdigital.uncu.edu.ar	1%
	Fuente de Internet	
6	www.scielo.sa.cr	1%
	Fuente de Internet	
7	docplayer.es	<1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.uptc.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
9	mn.sarem.org.ar	<1%
	Fuente de Internet	
10	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	repository.javeriana.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
12	es.slideshare.net	<1%
	Fuente de Internet	
13	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
	Trabajo del estudiante	
14	alicia.concytec.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	

Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		

Evaluación de la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguaín. Ayacucho – 2024

Mirian Raquel Quispe Mendoza¹

mirian.quispe.24@unsch.edu.pe

Javier Ciprian Pareja Loayza²

javier.pareja@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Ciencias Veterinarias

Línea de investigación: Medio Ambiente y Ganadería Sustentable

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en las comunidades de Pacaycasa, provincia Huamanga, e Iguaín, provincia de Huanta, región Ayacucho, con el objetivo de evaluar la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva mediante la identificación de semillas presentes en las heces, la evaluación de la capacidad de estas semillas para producir plántulas después del tránsito digestivo y la comparación entre la cantidad de semillas de *Acacia macracantha* que produjeron plántulas y el número de individuos juveniles registrados en las áreas de pastoreo. Las evaluaciones se realizaron en tres momentos del año: diciembre, abril y agosto. Se establecieron cinco transectos de franja en cada comunidad para registrar la vegetación y, en cada momento de evaluación se recolectaron 50 grupos fecales frescos por comunidad. Las muestras fueron secadas y procesadas en laboratorio; posteriormente las semillas recuperadas fueron identificadas y sembradas en arena esterilizada, registrándose la emergencia de plántulas durante 90 días. El análisis permitió recuperar 499 semillas correspondientes a tres especies: *Acacia macracantha* (87,8%), *Opuntia streptacantha* (10,0%) y *Caesalpinia spinosa* (2,2%). Del total de semillas sembradas, 91 produjeron plántulas, que representó una viabilidad global de 18,2%. *Caesalpinia spinosa* presentó el mayor porcentaje de viabilidad (27,3%), seguida de *Acacia macracantha* (20,1%), mientras que *Opuntia streptacantha* no presentó emergencia durante el periodo de evaluación. La diferencia entre semillas viables e individuos juveniles de *A. macracantha* mostró que Iguaín registró mayor cantidad de semillas que produjeron plántulas después del tránsito digestivo, pero menor abundancia de individuos juveniles en las áreas de pastoreo, mientras que en Pacaycasa se observó lo contrario. Se concluye que los caprinos de crianza extensiva dispersan semillas capaces de producir plántulas después del tránsito digestivo; sin embargo, su establecimiento en campo también estaría condicionado por, factores ambientales de cada comunidad.

Palabras clave: Caprinos, crianza extensiva, dispersión de semillas, viabilidad de semillas, *Acacia macracantha*.

Evaluation of Endozoochory in Extensively Raised Goats in the Communities of Pacaycasa and Iguaín. Ayacucho – 2024

Mirian Raquel Quispe Mendoza¹
mirian.quispe.24@unsch.edu.pe

Javier Ciprian Pareja Loayza²
javier.pareja@unsch.edu.pe

Research areas: Veterinary Science

Research line: Environment and Sustainable Livestock Production

ABSTRACT

This study was conducted in the communities of Pacaycasa (Huamanga Province) and Iguaín (Huanta Province), Ayacucho Region, Peru. The objective was to evaluate endozoochory in extensively raised goats by identifying seeds present in feces, assessing their ability to produce seedlings after passage through the digestive tract, and comparing the quantity of *Acacia macracantha* seeds that produced seedlings with the number of juvenile plants recorded in grazing areas. Evaluations took place at three times of the year: December, April, and August. Five strip transects were established in each community to record vegetation, and 50 fresh fecal groups were collected per community at each evaluation time. The samples were dried and processed in the laboratory; the recovered seeds were then identified and sown in sterilized sand, with seedling emergence monitored for 90 days. The analysis yielded 499 seeds belonging to three species: *Acacia macracantha* (87.8%), *Opuntia streptacantha* (10.0%), and *Caesalpinia spinosa* (2.2%). Of the total seeds sown, 91 produced seedlings, representing an overall viability of 18.2%. *Caesalpinia spinosa* showed the highest viability percentage (27.3%), followed by *Acacia macracantha* (20.1%), while *Opuntia streptacantha* showed no emergence during the evaluation period. The comparison between viable seeds and juvenile *A. macracantha* plants revealed that Iguaín recorded a higher number of seeds producing seedlings after digestive transit but a lower abundance of juvenile plants in grazing areas, whereas the opposite was observed in Pacaycasa. It is concluded that extensively raised goats disperse seeds capable of producing seedlings after passing through the digestive tract; However, its establishment in the field would also be conditioned by the environmental factors of each community.

Keywords: Goats, extensive rearing, seed dispersal, seed viability, *Acacia macracantha*.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería caprina constituye una actividad de importancia socioeconómica y ecológica, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Entre los años 2009 y 2019, la población caprina aumentó en un 19,6 %, con un crecimiento del 21 % en razas de aptitud cárnica y del 16 % en razas lecheras, asimismo, Asia concentra el 53 % de la población mundial, seguida por África con el 42 %, mientras que Europa, América y Oceanía albergan el 1,47 %, 3,58 % y 0,4 %, respectivamente (Salgado et al., 2023). En el Perú la población alcanza aproximadamente 1 749 263 caprinos, siendo Piura, Ayacucho, Huancavelica y Lima las regiones con mayor población promedio (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2024).

La crianza caprina se desarrolla principalmente bajo sistemas extensivos, caracterizado por el pastoreo libre y el desplazamiento diario en busca de alimento. En el norte del Perú, los animales se alimentan básicamente bosques secos (algarrobo), matorrales y lomas costeras (Gómez et al., 2016), mientras que en los valles interandinos predomina el consumo de vegetación arbustiva y espinosa (Solórzano, 2019). Estos hábitos alimentarios favorecen la ingestión y dispersión de semillas mediante la endozoocoria, proceso que consiste en su paso por el tracto digestivo y posterior eliminación a través de las heces. Diversos estudios han demostrado que las cabras pueden dispersar semillas viables de distintas especies, influyendo en la composición y estructura de la vegetación (Baraza & Valiente-Banuet, 2008; Espinosa et al., 2021; Mancilla et al., 2015).

A pesar de la importancia ecológica de la endozoocoria, en el Perú existen escasas investigaciones orientadas a evaluar este proceso en caprinos criollos manejados bajo sistemas extensivos, particularmente en los ecosistemas altoandinos de la región Ayacucho. Asimismo, se desconoce la diversidad de semillas que son dispersadas por estos animales, el porcentaje de semillas que mantienen su viabilidad después del tránsito digestivo y la posible relación entre las semillas recuperadas y la disponibilidad de matorrales presentes en las zonas de pastoreo. Esta falta de información limita la comprensión del papel de los caprinos como agentes de dispersión de semillas y su contribución a la regeneración natural de la vegetación nativa.

En este contexto, la presente investigación se desarrolló en las comunidades de Pacaycasa e Iguain, con la finalidad de evaluar la endozoocoria en caprinos de crianza extensiva mediante la identificación de las especies de semillas presentes en las heces, la determinación de su viabilidad en las épocas de seca y lluvia y el análisis de la relación entre las semillas viables y

la abundancia de matorrales en las áreas de pastoreo. Para esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar la endozoocoria mediante la identificación y viabilidad de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguain, Ayacucho.

Objetivo específico

- Identificar las especies de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva en las comunidades de Pacaycasa e Iguain.
- Evaluar el porcentaje de semillas viables después del tránsito digestivo de los caprinos en distintas épocas del año en las comunidades de Pacaycasa e Iguain.
- Comparar la cantidad de semillas viables y la cantidad de individuos juveniles de *Acacia macracantha* presentes en las zonas de pastoreo de caprinos de las comunidades de Pacaycasa e Iguain.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Zona de estudio

La investigación se desarrolló en las comunidades de Pacaycasa (Huamanga) e Iguain (Huanta), región Ayacucho, Perú, ubicadas entre los 2 535 y 3 300 m.s.n.m. y entre los 2 300 y 3 500 m.s.n.m., respectivamente. Ambas localidades pertenecen a la zona de vida estepa espinosa-Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), caracterizada por una marcada estacionalidad de las precipitaciones, con lluvias concentradas principalmente entre diciembre y abril, es estas localidades predomina la crianza extensiva de caprinos, que aprovechan la vegetación natural conformada por especies herbáceas, arbustivas y cactáceas.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de campo

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| • Mameluco | • Pintura en Spray |
| • Cinta métrica de 50 metros | • Registro |
| • Cinta métrica de 5 metros | • Bolsas de polietileno |

2.2.2. Materiales de laboratorio:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| • Guantes de látex | • Tapaboca |
| • Guardapolvo | • Balanza digital |

- Bandejas de cartón
- Placas Petri
- Pinza
- Bolsas herméticas
- Bandejas descartables
- Marcador
- Arena de río
- Malla raschel
- Jeringa de 50 ml
- Jarra de 1 litro
- Balde de 20 litros

2.2.3. Materiales biológicos

- Heces de cabras

2.2.4. Materiales de escritorio

- Laptop
- Registro de datos

2.2.5. Equipos

- Balanza analítica
- Estufa
- Termohigrómetro digital
- Cámara fotográfica

2.3. Diseño de estudio

La investigación fue de tipo observacional, con un enfoque cuantitativo y nivel descriptivo-comparativo. El diseño de investigación fue observacional de campo, con evaluación experimental ex situ.

2.3.1. Muestra

La unidad muestral estuvo constituida por un grupo fecal fresco de caprino, entendido como el conjunto de cagarrutas depositadas en un mismo evento de defecación.

2.3.2. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra estuvo constituido por 300 grupos fecales frescos, distribuidos equitativamente entre las comunidades de Pacaycasa e Iguain, con 150 grupos por comunidad. La recolección comprendió tres momentos de evaluación diciembre, abril y agosto, durante los cuales se obtuvieron 50 grupos fecales por comunidad en cada momento. Esta distribución uniforme permitió realizar la comparación descriptiva de las semillas recuperadas y de la emergencia de plántulas entre ambas comunidades y los distintos momentos del año.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Identificación de las especies de semillas presentes en las heces de caprinos de crianza extensiva.

Se recuperaron un total de 499 semillas, correspondientes a tres especies vegetales: *Acacia macracantha*, *Opuntia streptacantha* y *Caesalpinia spinosa*. La especie predominante fue *Acacia macracantha*, con 438 semillas recuperadas, equivalente al 87,8 % del total, seguida de *Opuntia streptacantha* con 50 semillas (10,0 %) y *Caesalpinia spinosa* con 11 semillas (2,2 %).

Tabla 1

Semillas recuperadas en las heces de los caprinos según especie, comunidad y época de evaluación.

Zona y época	<i>Acacia macracantha</i>	<i>Opuntia streptacantha</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Total de semillas recuperadas
Iguaín	347 (69,5%)	34 (6,8%)	0	381 (76,4%)
Inicio de lluvias	18 (3,6%)	14 (2,8%)	0	32 (6,4%)
Fin de lluvias	45 (9,0%)	18 (3,6%)	0	63 (12,6%)
Época seca	284 (56,9%)	2 (0,4%)	0	286 (57,3%)
Pacaycasa	91 (18,3%)	16 (3,2%)	11 (2,2%)	118 (23,6%)
Inicio de lluvias	1 (0,2%)	2 (0,4%)	0	3 (0,6%)
Fin de lluvias	27 (5,4%)	12 (2,4 %)	0	39 (7,8%)
Época seca	63 (12,6%)	2 (0,4%)	11 (2,2%)	76 (15,2%)
Total de semillas recuperadas	438 (87,8%)	50 (10%)	11 (2,2%)	499 (100%)

En la tabla 2 muestra la distribución de semillas recuperadas según la comunidad y época de evaluación. Iguain concentró la mayor cantidad, con 381 semillas (76,4 % del total), mientras que en Pacaycasa se recuperaron 118 semillas (23,6 %). *Acacia macracantha* fue la especie más abundante (87,8%); siendo Iguain con mayor presencia de semillas (69,5%). En la época seca en ambas comunidades se recuperó la mayor cantidad de semillas, en Iguain, se recuperaron 286 semillas (57,3%), de las cuales 56,9% correspondieron a *Acacia macracantha*. En Pacaycasa se recuperaron 76 semillas (15,2%), de las cuales 12.6% correspondieron a *Acacia macracantha* y el 2.2% a *Caesalpinia spinosa*, especie que se registró únicamente en esta comunidad y no en Iguain.

La predominancia de *Acacia macracantha* (87,8%) concuerda con lo reportado por Espinosa et al. (2021) en bosques secos ecuatorianos, donde las cabras dispersaron semillas de diez especies vegetales y *Acacia macracantha* presentó más del 70% de las semillas recuperadas. Lo que indicaría que *Acacia macracantha* constituye un recurso vegetal frecuentemente consumido por los caprinos en ecosistemas secos e interandinos. Asimismo, los resultados guardan relación con Baraza & Valiente-Banuet (2007), quienes recuperaron en heces de cabras, semillas de especies leñosas y cactáceas, entre ellas *Acacia cochliacantha*, *Prosopis laevigata* y tres especies de cactus, demostrando que los caprinos pueden ingerir y transportar semillas de diferentes especies arbustivas y leñosas presentes en las áreas de pastoreo.

En el ámbito nacional, Salinas, (2021), al evaluar la endozoocoria de semillas de *Prosopis pallida* en cabras y venados bajo condiciones experimentales, encontró la diferencias en la recuperación de semillas según el animal evaluado, registrando una recuperación del 3,6% de las semillas ingeridas en cabras y del 9,3% en venados. Asimismo, el pico de recuperación se presentó aproximadamente a las 80 horas en cabras y a las 48 horas en venado. Estos resultados evidencian que la recuperación y el tiempo de retención de las semillas pueden variar según el animal dispersor. En el presente estudio, la recuperación de semillas de especies leñosas como *Acacia macracantha* y *Caesalpinia spinosa* en las heces evidencia que los caprinos pueden transportar semillas después del tránsito digestivo.

En el ámbito local no se presentan investigaciones previas, sin embargo, De la Cruz et al. (2020) registraron en las zonas bajas de la provincia de Huamanga diferentes formaciones vegetales que incluyen especies como *A. macracantha*, *C. spinosa*, *O. streptacantha*, *D. viscosa* y *Schinus molle*. La presencia de estas especies en las zonas de pastoreo coincide con la identificación de semillas de *A. macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *O. streptacantha* en las heces de los caprinos. Asimismo, Carpio (2017) señala que *Acacia macracantha* fructifica principalmente entre junio y julio, periodo correspondiente a la época seca, lo que podría explicar la mayor recuperación de semillas en esta época sería coherente con su periodo de fructificación y con una mayor disponibilidad de vainas durante el pastoreo.

En el caso de *Opuntia streptacantha*, la mayor recuperación durante el inicio y el final de las lluvias coincide con el periodo de fructificación señalado por Cruz et al. (2023) comprendido entre enero y abril, mientras que, *Caesalpinia spinosa* solo se recuperó en Pacaycasa durante la época seca, lo que podría estar relacionado con la presencia localizada de esta especie en las inmediaciones de los corrales de descanso.

La mayor cantidad de semillas recuperadas en Iguain no permite afirmar por sí sola que exista una mayor abundancia de plantas en esa comunidad. El resultado puede estar relacionado con diferencias en la disponibilidad temporal de frutos, la intensidad de pastoreo, la composición de la dieta o el desplazamiento diario de los animales. Como estas variables no fueron medidas directamente, deben considerarse explicaciones probables y no causas demostradas.

3.2. Evaluación de la viabilidad aparente a partir de semillas recuperadas después del tránsito digestivo

Tabla 2

Determinación de la viabilidad aparente de semillas recuperadas de heces de caprinos

Especie	Semillas recuperadas	Semillas emergidas	Emergencia (%)
<i>Acacia macracantha</i>	438	88	20,1%
<i>Opuntia streptacantha</i>	50	0	0,0%
<i>Caesalpinia spinosa</i>	11	3	27,3%
Total	499	91	18,2%

Nota. La viabilidad aparente se estimó mediante el porcentaje de emergencia de plántulas durante 90 días de evaluación.

En la tabla 3 se aprecia que, de las 499 semillas recuperadas de las heces de los caprinos, 91 produjeron plántulas, lo que representa una emergencia global del 18,2%. Por especie, *Acacia macracantha* presentó 88 plántulas emergidas de 438 semillas recuperadas (20,1%), seguida de *Caesalpinia spinosa*, con 3 de 11 semillas (27,3%). En cambio, *Opuntia streptacantha* no registró emergencia de plántulas durante el periodo de evaluación.

Tabla 3

Plántulas herbáceas emergidas a partir de las muestras fecales de caprinos

Grupo vegetal	Plántulas emergidas
Gramíneas	93
Leguminosas herbáceas	60
Total	153

Nota. Las plántulas de gramíneas y leguminosas herbáceas procedieron de semillas que no pudieron recuperarse ni cuantificarse macroscópicamente durante el procesamiento de las muestras fecales, probablemente debido a su reducido tamaño. Por esta razón, no se calculó el porcentaje de emergencia para estos grupos vegetales.

La emergencia global de 18,2 %, fue inferior a los porcentajes de germinación reportados por Tjelele et al. (2012), quienes obtuvieron valores de 35,5 % y 31,2 % en semillas de *Dichrostachys cinerea* suministradas a cabras mediante dos modalidades de alimentación. A pesar de las diferencias porcentuales, ambos estudios muestran que una proporción de las semillas de especies leñosas mantienen su capacidad germinativa después del tránsito digestivo. La diferencia entre ambos estudios podría atribuirse a que Tjelele et al. (2012) emplearon semillas previamente seleccionadas y suministradas en cantidades controladas, mientras que el estudio se realizó con semillas procedentes de animales en pastoreo extensivo, sin control sobre el estado de madurez de las semillas ingeridas, la cantidad consumida, ni el tiempo de retención digestiva.

Los resultados de *Acacia macracantha* pueden compararse con Baraza & Valiente-Banuet (2007), quienes encontraron porcentajes de germinación de 28,6 % para *Acacia cochliacantha* y 62,5 % para *Prosopis laevigata* en semillas recuperadas de heces de cabras. En comparación, *Acacia macracantha* presentó una viabilidad de 20,1 % estimada mediante la emergencia plántulas. La diferencia entre estos resultados podría deberse a las características propias de cada especie, como la dureza y permeabilidad de la cubierta seminal, el tipo de dormancia y el estado fisiológico de las semillas, además de las condiciones empleadas para la germinación, estos resultados evidencian que, aunque las semillas de especies leguminosas pueden conservar su capacidad de producir plántulas después del tránsito digestivo, la respuesta varía entre especies.

De manera similar, Espinosa et al. (2021), en bosques secos de Ecuador, encontraron que *Acacia macracantha* fue la especie más abundante en las heces caprinas, representando más del 70 % de las semillas recuperadas y una germinación de 16 %. Este resultado guarda relación con el presente estudio, donde la misma especie representó el 87,8% del total de semillas recuperadas y alcanzó 20,1% de emergencia. Ambos resultados evidencian que *Acacia macracantha* es consumida y dispersada con frecuencia por los caprinos, demostrando la capacidad positiva de la endozoocoria del ganado caprino.

Mientras que *Opuntia streptacantha*, al haberse recuperado 50 semillas de las heces, no presentó emergencia durante el periodo de evaluación, esto podría explicarse por la dormancia física de sus semillas, asociada a un tegumento altamente impermeable que restringe la absorción de agua y retrasa la germinación (Monroy et al., 2017). Asimismo, Cruz et al. (2023) señalan que las especies de *Opuntia* se propagan principalmente de forma vegetativa mediante

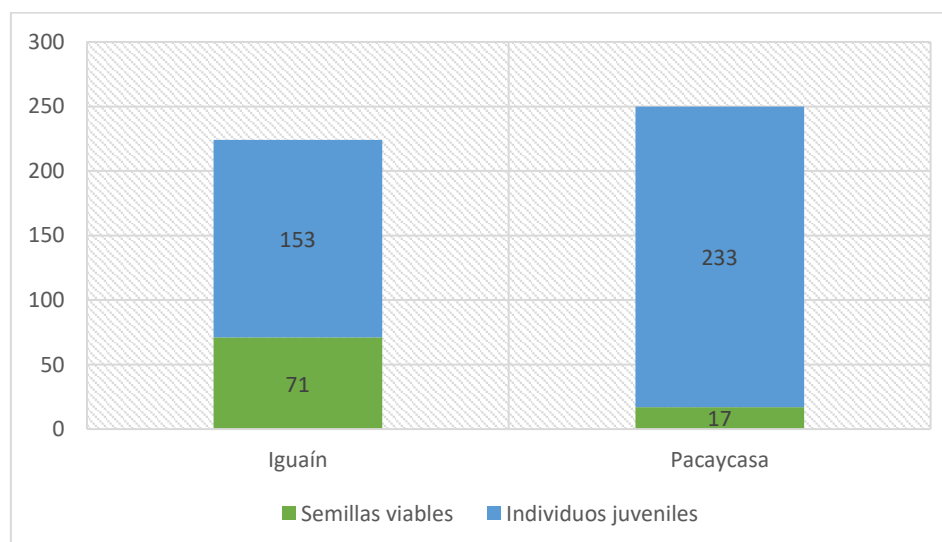
cladodios debido a que la propagación por semillas presenta bajos porcentajes de emergencia como consecuencia de la dureza de la testa. Por ello, es posible que el tránsito digestivo de los caprinos no haya generado modificaciones suficientes para favorecer la germinación de *Opuntia streptacantha* durante el periodo evaluado.

Además, en la tabla 4 se aprecia la emergencia de 93 plántulas de gramíneas y 60 de leguminosas herbáceas, cuyas semillas no fueron identificadas durante la separación macroscópica de las muestras fecales. Esto podría atribuirse al reducido tamaño de estas semillas, que dificultó la recuperación manual durante el procesamiento de las heces; sin embargo, permanecieron en el material fecal y posteriormente produjeron plántulas. Estos resultados coinciden con Pakeman et al. (2002) y Oveisi et al. (2020), quienes reportan la dispersión de semillas de especies herbáceas mediante herbívoros.

3.3. Comparación de semillas viables y cantidad de individuos juveniles de *Acacia macracantha*

Figura 1

Comparación entre la cantidad de semillas viables y la cantidad de individuos juveniles de Acacia macracantha en las comunidades de Pacaycasa e Iguain.



Nota. Las semillas viables corresponden a emergencia de plántulas en laboratorio durante los 90 días de evaluación y los individuos juveniles corresponden a plantas de *Acacia macracantha* menores de 50 cm de altura registradas en los transectos.

En la figura 1 se aprecia la comparación entre la cantidad de semillas viables de *Acacia macracantha*, determinada mediante la emergencia de plántulas a partir de semillas recuperadas de las heces del ganado caprino y el número de individuos juveniles menores de 50 cm registrados en los transectos, donde se registraron 88 semillas emergidas de *A. macracantha*: 71 en Iguain y 17 en Pacaycasa. En contraste, se contabilizaron 386 individuos juveniles en los transectos, distribuidos en 153 individuos en Iguain y 233 en Pacaycasa.

Se aprecia que la regeneración insitu de la vegetación en Iguain es de 2:1 y en Pacaycasa de 13:1, quiere decir que por cada emergencia se encontró dos y trece plántulas juveniles. Este resultado hace suponer que la cantidad de semillas capaces de emerger en condiciones de laboratorio no corresponde directamente con la abundancia de individuos juveniles establecidos en campo. Esta diferencia podría estar relacionada con las condiciones del hábitat considerando que Magallanes (2006) señala que los ecosistemas interandinos evaluados presentan una vegetación estacional y heterogénea, constituida por especies arbustivas, herbáceas y xerofíticas adaptadas a las variaciones en la disponibilidad de agua.

Estas características permiten plantear que las diferencias entre Pacaycasa e Iguain podrían estar relacionadas con las condiciones particulares del hábitat. En Pacaycasa se observó una cobertura arbustiva más densa y frondosa, que habría generado mayor sombra, protección del suelo y conservación de humedad. En cambio, en Iguain, la vegetación arbustiva se observó menos densa y un terreno más abierto y pedregoso, condiciones que podrían generar una mayor exposición de plántulas y limita su establecimiento. Estas observaciones concuerdan con Mancilla et al. (2015) y Cosyns et al., (2005), quienes destacan la influencia de la humedad, las características del suelo y las condiciones del microhábitat en la emergencia y supervivencia de las plántulas.

IV. CONCLUSIONES

1. Los caprinos de crianza extensiva actúan como agentes de dispersión de semillas de especies leñosas y cactáceas presentes en la zona de pastoreo, principalmente de *Acacia macracantha*, cuya abundancia en las heces varía según comunidad y la época del año.
2. La emergencia de plántulas después del tránsito digestivo de los caprinos varió entre especies evaluadas, siendo mayor en *Caesalpinia spinosa*, seguida de *Acacia macracantha*, mientras que *Opuntia streptacantha* no presentó emergencia durante el periodo de

evaluación. Esto demuestra que algunas semillas conservan la capacidad de producir plántulas después del tránsito digestivo y que esta respuesta varía según la especie vegetal.

3. La mayor cantidad de semillas de *Acacia macracantha* que produjeron plántulas no coincidió necesariamente con una mayor abundancia de individuos juveniles en las áreas de pastoreo. Esto indica que ambos registros no presentan una relación directa entre las comunidades evaluadas y que la emergencia de semillas, por sí sola, no permite explicar la abundancia de individuos registrados en campo.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baraza, E., & Valiente-Banuet, A. (2008). Seed dispersal by domestic goats in a semiarid thornscrub of Mexico. *Journal of Arid Environments*, 72(10), 1973-1976. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.04.004>
- Carpio, J. (2017). *Flora arbórea y arbustiva del bosque de Ustuna, centro poblado Santa Isabel de Chumbes, distrito Ocros, provincia Huamanga. Ayacucho, 2016*. [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/1672/1/TESIS%20B790_Car.pdf
- Cosyns, E., Delporte, A., Lens, L., & Hoffmann, M. (2005). Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts. *Journal of Ecology*, 93(2), 353-361. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2005.00982.x>
- Cruz, C., Calvillo, F. F., Aragón, M. A., & Sandoval, G. (2023). Tratamientos pre-germinativos y su efecto en semillas de cinco especies del género *Opuntia*. *AgrobioTecNM*, 3(1), 77-88. <https://www.researchgate.net/profile/G-Calzada-Lara/publication/405631672>
- De la Cruz, J., Gómez, J., Chanco, M., Carrillo, E. P., & Aucasime, L. (2020). Flora y vegetación de la provincia de Huamanga (Ayacucho-Perú). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(1), 3-18. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2308-38592020000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Espinosa, C., Reyes, C., & Jara-Guerrero, A. (2021). Las cabras como dispersores de semillas: Aportes y limitaciones para la regeneración del bosque tropical estacionalmente seco de Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 557-572. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.45046>

- Magallanes, E. T. (2006). *Tipos de vegetación y composición florística en el centro ecológico recreacional y experimental «La Totorilla». Ayacucho 2003*. Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga.
- Mancilla, J. M. M., Fernández-Alés, R., & Martín, Á. M. (2015). Efectividad cualitativa del ganado caprino en la dispersión de especies de frutos secos y carnosos: *Ecosistemas*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-3.04>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2024). *Boletines Anuales* (Anuario estadístico: producción ganadera y avícola). Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/5-ganadera-avicola>
- Monroy, M. E., Peña, C. B., García, J. R., Solano, E., Campos, H., & García, E. (2017). Chemical Scarification and Ozone in Seed Dormancy Alleviation of Wild and Domesticated Opuntia, Cactaceae. *Ozone: Science & Engineering*, 39(2), 104-114. <https://doi.org/10.1080/01919512.2016.1261010>
- Oveisi, M., Ojaghi, A., Rahimian-Mashhadi, H., Müller-Scharer, H., Reza-Yasdi, K., Pourmorad-Kaleibar, B., & Soltani, E. (2020). Potential for endozoochorous seed dispersal by sheep and goats: Risk of weed seed transport via animal faeces. *Weed Research*, 61(1), 1-12. <https://doi.org/10.1111/wre.12461>
- Pakeman, R. J., Digneffe, G., & Small, J. L. (2002). Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, 16(3), 296-304. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2002.00625.x>
- Salgado, J. J., González, A., Díaz, E., Peláez, M. P., Galán, I., Delgado, J. V., Navas-González, F. J., & Camacho, M. E. (2023). Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español. *Archivos de Zootecnia*, 72(278), Article 278. <https://doi.org/10.21071/az.v72i278.5717>
- Salinas, J. D. (2021). *Endozoocoria por cabras y venados: Patrón temporal de defecación, sobrevivencia y germinación de semillas de Algarrobo (Prosopis pallida)* [Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4766>
- Solorsano, P. (2019). *Producción de leche en cabras* [Tesis, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3792>