Patrones espaciales y temporales de especies de flora potencialmente

clave en el sistema agrario del distrito

de Cajatambo, Lima, Perú

ISSN: 2413-3299 (online edition)

Spatial and temporal patterns of potentially key flora species in the agrarian system of the district of Cajatambo, Lima, Peru

Aldo Ceroni Stuva

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. Herbario Augusto Weberbauer MOL del Departamento Académico de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Universidad s/n, La Molina, Lima, PERÚ Teléfonos: 349 6015 / 614 7800 Anexo 274/aceroni@lamolina.edu.pe https://orcid.org/0000-0003-0755-6063

Julio Salvador Rodríguez & Zulema Quinteros Carlos
Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. Laboratorio de Ecología de
Procesos del Departamento Académico de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad
Nacional Agraria La Molina. Av. La Universidad s/n, La Molina, Lima, PERÚ
Teléfonos: 349 6015 / 614 7800 Anexo 274. julio.salvador.r@gmail.com/zquinteros@lamolina.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-9501-3346/ https://orcid.org/0000-0003-2362-1339

Recibido: 15-XII-2023; aceptado: 20-I-2024; publicado online: 30-IV-2024

Resumen

Se realizó un estudio de especies de flora potencialmente clave en el distrito de Cajatambo, Lima, Perú a través de sus patrones espaciales y temporales y su distribución poblacional en el tiempo. Los registros fueron hechos durante los años 2015 y 2016 mediante 44 transectos de 30 metros, en 9 formaciones vegetales. La selección de especies potencialmente clave se realizó a través de la contribución de la cobertura en las diferentes formaciones vegetales, en el cambio de una formación vegetal a otra y la importancia cultural. La determinación de patrones espaciales y temporales se realizó mediante la Ley de Taylor, mientras que para la distribución poblacional se elaboraron mapas de variación espacial y temporal con isolineas de cobertura vegetal con el Programa QGIS 3.16.16. Se proponen 16 especies potencialmente clave, de las cuales 12 y 4 especies mostraron posibles patrones de refugio y hot-spots móvil y fijo, respectivamente. Las zonas agrícolas, los matorrales y pajonales fueron formaciones vegetales importantes en cuanto a la presencia de especies de flora potencialmente clave. Los mapas de variación espacial y temporal muestran la dinámica de recursos vegetales muy utilizados por los cajatambinos como Trifolium repens "trébol blanco" en el forrajeo del ganado vacuno en el campo y Minthostachys mollis "muña" planta medicinal mayormente colectada. Las especies potencialmente clave al proporcionar recursos vegetales para la subsistencia en épocas cuando se hace más difícil la obtención de recursos contribuyen con la sustentabilidad del sistema agrario del distrito de Cajatambo.

Palabras clave: Cobertura vegetal, isolineas de cobertura vegetal, mapas y patrones de variación espacial y temporal.

Abstract

A potentially key flora species study was conducted in the district of Cajatambo, Lima, Peru through their spatial and temporal patterns and population distribution over time. The records were made during 2015 and 2016 using 44 transects of 30 meters, in 9 plant formations. The selection of potentially key species was made by the contribution of the cover in diferent plant formations, contribution in the change from one plant formation to another and the cultural importance. The determination of spatial and temporal patterns were made using Taylor's Law, while the population distribution by maps of spatial and temporal variation with isolines of plant cover with the QGIS 3.16.16 Program. Sixteen potentially key species are proposed, of which 12 and 4 species showed posible refuge and mobile and fixed hot-spots patterns, respectively. Agricultural zones, scrublands and grassland were important plant formations for the presence of potentially key flora species. Maps of spatial and temporal variation show the dynamics of plant resources used by cajatambinos such as *Trifolium repens* "white clover" in cattle foraging in the field and *Minthostachys mollis* "muña" a medicinal plant mostly collected. Because potentially key species providing plant resources for subsistence in times when it becames more dificult to obtain resources, contribute to the sustainability of the agrarian system of the distric of Cajatambo.

Keywords: Plant cover, isolines of plant cover, maps and patterns of spatial and temporal variation.

Citación: Ceroni, A.; J. Salvador & Z. Quinteros. 2024. Patrones espaciales y temporales de especies de flora potencialmente clave en el sistema agrario del distrito de Cajatambo, Lima, Perú. Arnaldoa 31 (1): 85-104 doi:http://doi.org/10.22497/arnaldoa.311.31104

Introducción

La identificación de patrones poblacionales ayuda a descubrir mecanismos biológicos que contribuyen al ordenamiento espacial de los individuos, mientras que la comparación de poblaciones con parámetros ecológicos sirve para entender por qué diferentes especies pueden tener dinámicas poblacionales similares (Mateucci & Colma, 1982; Mc Ardle et al., 1990). Es importante entender que las comunidades no son entes fijos, sino la consolidación de ensambles que se organizan espacial y temporalmente dependiendo de particulares características ambientales que han moldeado y generado una historia evolutiva particular (Halffter & Moreno, 2006, citado por Del Castillo, 2016). Según Margalef (1982) el análisis comunidades permite monitorear cambios en todo el ecosistema, siendo la vegetación un indicador idóneo, pues su estructura y composición refleja los factores determinantes de un ecosistema. Mc Ardle et al. (1990) propusieron el uso de la Ley de Taylor como un método útil para detectar diferentes tipos de patrones de variabilidad espacio-temporal en poblaciones de una especie y para efectuar comparaciones de variabilidad espacial y temporal entre poblaciones de especies diferentes. Entonces, a partir de la relación original llegaron a una regresión en logaritmos que utilizaron para describir variaciones espaciales o temporales, donde se tiene un β espacial (β s) cuando se mide la varianza en parcelas determinadas en diferentes tiempos y un β temporal (β t) que es la variación de las especies en el tiempo. Con base en las interpretaciones previas de Soberón & Loevinsohn (1987), Mc. Ardle et al. (1990) propusieron denominaciones para los patrones espacio-temporales que resultan de combinar los valores de βs y βt. Dentro de estas denominaciones

las principales fueron: hot-spots (βs>2, $\beta t > 2$), refugios ($\beta s < 2$, $\beta t < 2$), v hot-spots móviles y fijos (βs>2, βt<2). En cuanto a las comunidades vegetales, según Texeira & Sánchez (2006) la aplicación de esta ley permite entender la variabilidad espaciotemporal de la comunidad, así como las distintas respuestas ambientales que tienen las diferentes especies ante una perturbación natural cíclica que tiene un impacto en el ecosistema. Los mismos autores en un estudio de patrones poblacionales de las principales especies herbáceas en la Reserva Nacional de Lachay, basándose en la Ley de Taylor y utilizando como IVI (densidad + cobertura) encontraron especies con patrones de tipo hot-spots móviles o fijos, refugios y hot-spots, guardando una relación con las condiciones climáticas dadas por el evento "El Niño" y sus valores de IVI. Otros trabajos realizados en las Lomas de Cabayllo & Mangomarca han demostrado la dinámica que reflejan las especies con patrón del tipo refugio, así como comportamientos poblacionales correspondientes a especies perennes (arbustivas, subarbustivas y cactáceas), y especies anuales (herbáceas), relacionadas con el lugar de crecimiento (Del Castillo, 2016; Padilla, 2018). Giraldo et al. (2002) destacan que la importancia de definir con la máxima precisión posible la existencia y la ubicación de refugios dejan de ser una preocupación meramente teórica, si tomamos en cuenta que su identificación sería crucial para establecer zonificaciones que permitan la conservación o la explotación sostenida de una población. Asimismo, Giraldo et al. (2002) indican que Pulliam manifestó una preocupación similar, con respecto a las decisiones erróneas que podrían tomarse en materia de manejo poblacional, si los estudios que respaldan tales decisiones no lograsen determinar la ubicación de las fuentes (modelo metapoblacional fuente-sumidero).

Los estudios de dinámica poblacional de las comunidades vegetales también permiten proponer herramientas de gestión para la toma de decisiones, a través de mapas de sensibilidad biológica, determinando las zonas más y menos sensibles por su diversidad, cobertura, endemismos, grupos funcionales, etc. así como programas de monitoreo con niveles aceptables de confiabilidad (Del Castillo, 2016; Padilla, 2018). La dinámica encontrada en Cajatambo debido al abandono de la agricultura de laderas y la emigración estaría ocasionando también un cambio espacial y temporal de la diversidad vegetal. Estos cambios afectarían no solo a la vegetación, sino también a los bienes y servicios del lugar, y probablemente la sustentabilidad del ecosistema. En este sentido, la importancia de definir con mayor precisión la existencia de ciertos patrones de poblaciones vegetales cuyos recursos sean importantes para la subsistencia de los cajatambinos permitiría establecer mejores gestiones de zonificación, conservación o explotación sostenida de estos recursos, proporcionando además conocimientos y criterios para contribuir en la gestión de la sustentabilidad del sistema agrario. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los patrones poblacionales locales espaciales y temporales de las especies de flora potencialmente clave en Cajatambo durante las temporadas lluviosas y secas de los años 2015 y 2016.

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada en el Distrito de Cajatambo, en la provincia del mismo nombre, al NE del Departamento de Lima / Perú, en la parte occidental de la cordillera andina, a 10° 28′ 16.65″ LS y 76° 59′ 35.91″ LO (Figura 1). El distrito limita

con los departamentos de Ancash, Huánuco y Pasco, a una elevación de entre los 2 600 y 4 800 msnm. El pueblo, Cajatambo, se encuentra a 3 376 msnm (Quinteros, 2009) Según datos de precipitación (mm) de la Estación Meteorológica Convencional de Cajatambo, para el periodo de evaluación 2015 - 2016, los meses de lluvia se concentraron entre enero y abril, mientras que los meses secos entre junio y setiembre (Castro, 2019).

Estimación de la cobertura vegetal

El valor de importancia para las plantas fue la cobertura vegetal estimada por proyección ortogonal (CVPO) mediante unidades muestrales lineales (Matteucci & Colma, 1982), en un transecto de 30 m de longitud por 20 cm. de ancho. Esta técnica consistió en extender una línea de longitud (L) y medir la longitud (li) interceptada por cada especie. La cobertura de la especie i fue calculada mediante la siguiente fórmula:

$$CVPOi = (li / L) \times 100$$

El registro de la cobertura vegetal fue realizado en las formaciones vegetales el distrito de Cajatambo en las épocas lluviosas y secas de los años 2015 y 2016, dentro de 44 transectos ubicados en el mosaico de parches o formaciones vegetales, determinado por fotointerpretación (Arnao, 2017, citado por Ceroni, 2021). Las formaciones vegetales evaluadas fueron: campo agrícola, bosque de "eucalipto", bosque de *Polylepis*, matorral, pajonal, césped, bofedal, gravilla y juncal (Tabla 1).

Selección de especies potencialmente clave

Los criterios utilizados para la selección de especies vegetales potencialmente clave fueron a través de tres clasificaciones. Primero, la contribución de la cobertura en las diferentes formaciones vegetales mediante el Análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER) ya que permite identificar las especies con mayor contribución entre las formaciones vegetales (Hammer, 2011). Segundo, la contribución de la cobertura en el cambio de una formación vegetal a otra, teniendo en cuenta los procesos de matorralización y el de pérdida de cobertura vegetal que se estaría dando en la Puna. Tercero, la importancia cultural dado a los usos tradicionales de las plantas y el conocimiento relativo e importancia relativa de las especies útiles para los pobladores en Cajatambo, basado en el estudio de Benavides (2019).

Caracterización de los patrones espaciales y temporales de las especies potencialmente clave

Se hizo mediante la Ley de Taylor, según la fórmula de Mc Ardle *et al*. (1990):

$$\log_{10} \text{c.v.} = 0.5 \log_{10} a + (0.5\beta-1) \log_{10} N$$

En donde los valores de β calculados con la expresión anterior, se convierten en descriptores del comportamiento de la variabilidad espacial (β s) o temporal (β t) de las abundancias medias de una población. Los cálculos de los intervalos de confianza de las pendientes (β s y β t) fueron hechos mediante el método Ordinary LS de un modelo lineal, por medio del programa PAST versión 1.7 (Hammer, 2011).

Distribución poblacional de las especies potencialmente clave

Para complementar el análisis de las poblaciones de las especies potencialmente clave y poder observar su dinámica a lo largo de las evaluaciones, se elaboraron mapas de variación espacial y temporal con isolineas de cobertura vegetal con el Programa QGIS 3.16.16, usando las coberturas

vegetales de cada una de las especies clave y las coordenadas georreferenciadas de los transectos.

Resultados y Discusión

Selección de especies potencialmente clave

De acuerdo al Análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER) se consideró a las 19 primeras especies como las más importantes por su contribución a la diferencia entre formaciones vegetales (Tabla 2), debido a que una contribución acumulada de hasta el 50% incluye a las especies más importantes para determinar las diferencias entre formaciones y, por lo tanto, permite encontrar aquellas que pueden ser especies clave. En cuanto a la clasificación de especies por su contribución de cambio de una formación vegetal a otra, se encontró que algunas especies contribuyen más en cada uno de estos cambios, al aumentar o disminuir su cobertura (Figuras 2 y 3). Por ejemplo, las especies más importantes por su contribución en el cambio de agricultura a matorral, debido al abandono de las zonas agrícolas (Ceroni, 2021), fueron: Cenchrus clandestinus, Plantago lanceolata, Medicago polymorpha, *Ophryosporus* peruvianus, Austrocylindropuntia subulata y Minthostachys mollis, mientras que en el caso de especies involucradas en el cambio de pajonal a gravilla, a causa de pérdida de cobertura que se daría por un proceso de degradación y/o cambio inducido por el cambio climático global, fueron: Calamagrostis vicunarum, Lachemilla pinnata, Tetraglochin cristatum, Plantago rigida y Werneria pygmaea. Finalmente, la clasificación de especies debido a la importancia cultural para la población del distrito, según Benavides (2019), se determinaron 7 especies que tienen mayor número de usos (Figura 4) y 9 especies un mayor índice relativo de importancia (IR) (Tabla 3). A partir de estas clasificaciones, las especies seleccionadas como potencialmente clave para analizar sus patrones espacio-temporal fueron: Ambrosia arborescens "marco", Austrocylindropuntia subulata "hualanca", Calamagrostis vicunarum "crespillo", Cenchrus clandestinus "kikuyo", Chuquiraga spinosa "quincha", pinnata, Lupinus ballianus Lachemilla "pushka", Medicago polymorpha "carretilla", Medicago sativa "alfalfa", Minthostachys mollis "muña", Ophryosporus peruvianus "mala mujer", Plantago lanceolata "llantén macho", Plantago rigida, Tetraglochin cristatum "kanya", Trifolium repens "trébol blanco" y Werneria pygmaea.

Caracterización de los patrones espaciales y temporales de las especies potencialmente clave

Según el análisis realizado aplicando la Ley de Taylor se encontró que 12, de las especies seleccionadas como potencialmente clave, tendrían un posible patrón de refugio, debido a que su βs<2 y βt<2, mientras que 4 especies un posible patrón de hot-spots móvil y fijo, debido a que su β s>2 y β t<2 (Tabla 4). En el caso de las poblaciones con patrón de refugio, estas serían menos variables en el espacio y en el tiempo en años estables en lugares con condiciones favorables, pero más variables en años menos estables. Durante las malas temporadas las poblaciones tenderían a refugiarse solo en aquellos lugares más favorables, incrementando así su variabilidad espacial (Giraldo et al., 2002). Por ejemplo, para Cenchrus clandestinus "kikuyo" tendríamos que los transectos A7 (Cruzgirca), M10 (Cashatambo) y C1 (Tizapampa), serían lugares de refugio en donde encontramos un mayor promedio de cobertura y menos variable en el tiempo

(Figura 5a). De manera similar para Medicago polymorpha "carretilla", los transectos M10 (Cashatambo) y A1 (Parientana), para Ambrosia arborescens "marco", los transectos A7 (Cruzgirca) y M11 (Puente Rancas) y para Chuquiraga spinosa "quincha", el transecto P4 (Ucupi), serían los lugares de refugio, por mencionar algunos casos (Figuras 5 b, c y d). En el caso de las poblaciones con patrón de hot-spots móvil y fijo, estas serían más variables en el espacio, en lugares con condiciones favorables, en los años estables, pero menos variables en el tiempo. Es durante los periodos ambientales estables cuando las poblaciones aumentan y en algunos lugares se registra un crecimiento poblacional, incrementando variabilidad espacial (Texeira & Sánchez, 2006). Por ejemplo, para Trifolium repens "trébol blanco", los transectos A8 (Rancas) y M11 (Puentes Rancas) y para Minthostachys mollis "muña", los transectos M3 (Cruce Uramasa Oyón) y M5 (cerca de la mina), serían los lugares donde las poblaciones son más abundantes y menos variables en el tiempo, en años favorables (Figuras 6 a y b). El conocimiento de patrones espaciotemporales de especies que son recursos importantes para Cajatambo, ya sea como forraje, medicina, leña o alimento, más allá de una importancia teórica (Giraldo et al., 2002) tiene implicancias en la gestión de los mismos. Por ejemplo, en el patrón de refugio cuando el βt<2 también se tiene un patrón de fuente-sumidero. El poder identificar las poblaciones fuente o los espacios donde estas habitan, permite saber en qué lugares se puede contar con estos recursos y tomar decisiones acerca de su conservación y/o gestión, ya que desde estos lugares la especie se puede expandir a otros, es decir a los sumideros. En el caso de las especies cuyas poblaciones presentan un patrón de hot-spots móvil y fijo, estas suelen

caracterizarse por ser menos variables ante perturbaciones y comportándose como núcleos de densidad dinámicos, cumpliendo así una función esencial en el mantenimiento de las poblaciones (Texeira & Sánchez, 2006). En ese sentido, siendo las zonas agrícolas de Parientana, Cruzgirca y Rancas, zonas y lugares en donde se encontraron especies clave con ambos patrones, indica que esta formación vegetal y estos lugares son zonas y localidades importantes a considerar para la toma de decisiones acerca de su gestión en cuanto a conservación y/o manejo sostenible. Otras formaciones vegetales importantes serían los matorrales de Cilcay, Cashatambo, Puente Rancas, cruce Uramasa Oyón, cerca de la mina y camino a Rancas, así como los pajonales de Tocanca, Huaylashtoclanca, Ucupi, Iscu y camino a Viconga. Estos resultados refuerzan la importancia de estas tres formaciones vegetales y localidades mencionadas reportadas anteriormente como lugares en donde enfocar esfuerzos y recursos cuando se tengan que desarrollar planes de conservación y/o manejo sostenible por cuanto también albergan, por un lado, especies amenazadas que son también muy utilizadas por los cajatambinos (Ceroni & Vilcapona, 2020), y por otro lado, especies que están presentes durante las temporadas secas proporcionando recursos vegetales importantes para la subsistencia cuando se hace más difícil la obtención de recursos (Ceroni & Castro, 2021).

Distribución poblacional de las especies potencialmente clave

El conocimiento de la dinámica en el tiempo de las poblaciones de las especies potencialmente clave también tiene implicancias en la gestión de estos recursos. Por ejemplo, en el caso de especies forrajeras, tenemos *Trifolium repens* "trébol blanco", un forraje importante en zonas tropicales, tanto por su valor nutritivo, rico en proteínas, minerales, contenidos energéticos y por su palatabilidad (Lima, 2016) o porque en mezcla con otras forrajeras como Lolium perenne "ballica perenne" permite beneficios mutuos reduciendo la dependencia de fertilizantes nitrogenados y contribuyendo a la calidad de forraje en términos de valor nutritivo y preferencia animal (Romero, 2005). En Cajatambo, el "trébol blanco" se distribuye al noroeste del área de estudio, teniendo un núcleo de mayor cobertura en la localidad de Rancas (transecto A8) durante los dos años de evaluación (Figura 7). Sin embargo, durante la época lluviosa de ambos años también presenta otros núcleos importantes, aunque con menor cobertura, en el transecto A1 (Parientana) y el M5 (cerca de la mina). En la época seca de ambos años se presenta de manera dominante en Rancas (transecto A8), debido a que esta zona suele conservar mayor humedad durante todo el año por los aportes de agua que tiene tanto por las lluvias como por el nevado Huayhuash. Este tipo de información es de gran ayuda en las labores de forrajeo para el ganado vacuno en Cajatambo ya que esta actividad se realiza dentro de las chacras con pastos cultivados como Medicago sativa "alfalfa" o en el campo con pastos silvestres como Medicago polymorpha "carretilla" y Trifolium repens "trébol blanco". El conocimiento de esta dinámica para otras especies forrajeras en Cajatambo es también importante ya que entre las especies vegetales registradas para el distrito (Ceroni & Vilcapoma, 2020) muchas de ellas son consideradas de gran importancia ganadera para vacunos, ovinos, camélidos y animales menores, entre los pastos altoandinos del centro y sur del Perú (Tapia & Flores, 1984; Salvador, 2002; Tovar & Oscanoa, 2002; Florez, 2005). En el caso

de Cenchrus clandestinus "kikuyo", aunque es considerada una maleza perjudicial, en Cajatambo no se percibe como tal y más bien se convive con ella. Cuando esta especie es bien manejada representa un gran potencial forrajero, tal como se ha comprobado en estudios realizados en Colombia y Bolivia (Correa et al., 2008; Morales et al., 2013). En Cajatambo, el "kikuyo" representa un forraje a veces dentro de las chacras e importante durante las épocas secas en el campo. En el caso de plantas medicinales como Minthostachys mollis "muña", esta se distribuye en la parte central del área de estudio, teniendo un núcleo de mayor cobertura alrededor de los transectos C1 (Tizapampa), M3 (cruce Uramasa Oyón) y M5 (cerca de la mina), que se mantienen durante los dos años de evaluación, con otros núcleos de menor cobertura en los transectos M6 (Cotaparaco), M7 (Cruzgirca) y M10 (Cashatambo) (Figura 8). Considerando que la biodiversidad es una fuente importante para el autoabastecimiento de las poblaciones locales (Brack & Mendiola, 2010) y que en el Perú la mayoría de especies nativas utilizadas son silvestres, para algunas especies que en Cajatambo son mayormente colectadas y utilizadas por sus propiedades curativas, pero que no son cultivadas, es importante saber en qué lugares se encuentran y cómo cambian sus poblaciones en el tiempo, para hacer un mejor uso y manejo de estos recursos. Más aun en especies como Chuquiraga spinosa "quincha" y Minthostachys mollis "muña", que están entre las plantas de mayor importancia cultural para los cajatambinos (Benavides, 2019) y son por lo tanto bastante utilizadas. Además, en el caso de Chuquiraga spinosa "quincha", especie muy colectada por sus propiedades medicinales, está en categoría de Casi Amenazado (NT), siendo necesario considerarla también en planes de conservación y/o manejo sostenible.

Una situación similar ocurre con Senecio rhizomatus, que está en la categoría de Vulnerable (VU) y presenta además una baja cobertura vegetal en Cajatambo (Ceroni, 2021). Esta especie es frecuentemente colectada por vendedores de plantas medicinales en localidades aledañas, lo cual está generando una gran presión sobre este recurso y podría llevarlo a su desaparición total si no se consideran planes de gestión sostenible. En general, estas especies consideradas como especies clave, son importantes porque proporcionan recursos vegetales para la subsistencia en épocas cuando se hace más difícil la obtención de recursos, contribuyendo de esta manera con la sustentabilidad del sistema agrario de Cajatambo.

Conclusiones

De las especies de flora potencialmente clave para Cajatambo, 12 presentaron un posible patrón de refugio, mientras que 4 especies un posible patrón de hot-spots móvil y fijo.

Las zonas agrícolas, los matorrales, pajonales y césped, fueron formaciones vegetales importantes para las especies con posible patrón de refugio, mientras que las zonas agrícolas y los matorrales para las especies con posible patrón de hot-spots móvil y fijo.

En las zonas agrícolas de Parientana, Cruzgirca y Rancas se encontraron especies clave con ambos patrones, siendo por lo tanto lugares importantes a considerar para la toma de decisiones acerca de su gestión en cuanto a conservación y/o manejo sostenible.

Otras formaciones vegetales importantes fueron los matorrales de Cilcay, Cashatambo, Puente Rancas, cruce Uramasa Oyón, cerca de la mina y camino a Rancas, y los pajonales de Tocanca, Huaylashtoclanca, Ucupi, Iscu y camino a Viconga.

La distribución poblacional en el tiempo de especies utilizadas como forraje es de gran ayuda en las labores de forrajeo del ganado vacuno con pastos silvestres como *Trifolium repens* "trébol blanco".

La distribución poblacional en el tiempo de las plantas medicinales que mayormente no son cultivadas, tiene una gran importancia por cuanto algunas se encuentran en categorías de amenaza y tienen además una baja cobertura vegetal, como Chuquiraga spinosa "quincha" y Senecio rhizomatus.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Proyecto FINCYT de INV. APLICADA, con código PIAP-2-P-049-14, al Jardín Botánico "Octavio Velarde Núñez", al Laboratorio de Ecología de Procesos y al Herbario MOL - Augusto Weberbauer (Herbario La Molina del Departamento Académico de Biología) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por el uso de sus instalaciones para el análisis de datos y revisión de material botánico.

Contribución de los Autores

A.C.S: Redacción del texto, metodología de registro de la cobertura, ejecución del trabajo de campo, elaboración de patrones, análisis de datos, revisión de herbario. J.S.R: Revisión del texto, metodología de registro de la cobertura, elaboración de patrones y mapas de distribución, análisis de datos. Z.Q.C: Revisión del texto, metodología de registro de la cobertura, ejecución del trabajo de campo. Todos revisaron y aprobaron el texto final.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Información de Financiamiento

El estudio se desarrolló dentro del marco del Proyecto: "Determinación de criterios para el establecimiento de estándares de calidad ambiental para la diversidad biológica. Estudio de caso: Distrito de Cajatambo", financiado por el Proyecto FINCYT de Inv. Aplicada, con código PIAP-2-P-049-14, área de Ciencias Naturales, de la Universidad Nacional Agraria la Molina, registrado el 20/05/2014. Director del Proyecto FINCYT: Dr. Edgar Sánchez Infantas.

Literatura citada

- Benavides, C. 2019. Usos tradicionales de la diversidad vegetal: bases de la etnobotánica en el distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, Lima. Tesis para optar el título profesional de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. URI: https://repositorio.lamolina.edu.pe/hand-le/20.500.12996/4234
- Brack, A. & C. Mendiola. 2010. La diversidad biológica: Biodiversidad y desarrollo en el Perú. In Ecología del Perú (en línea). 3 ed. Asociación Editorial Bruño. Lima. Capítulo 21. URL: https://www.peruecologico.com.pe/libro.htm
- Castro, V. 2019. Floristic Composition and Diversity in Plots of Early Post-Agricultural Succession in Four Agroecosystems in the District of Cajatambo, Lima. Peruvian Journal of Agronomy 3(3): 134–143. DOI: https://doi.org/10.21704/pja.v3i3.1207
- Ceroni, A. 2021. Diversidad vegetal silvestre y cultivada y su aporte a la sustentabilidad del sistema agrario del distrito de Cajatambo, Lima. Tesis para optar el Grado de Doctor. Doctoris Philosophiae (Ph.D.). Universidad Nacional Agraria La Molina. URI: http://repositorio.lamolina.edu.pe/hand-le/20.500.12996/4735
- Ceroni, A. & G. Vilcapoma. 2020. Composición florística y estado de conservación de plantas vasculares del distrito de Cajatambo / Lima / Perú. Ecología Aplicada 19 (2): 133-146. DOI: http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1564

- Ceroni, A. & V. Castro. 2021. Diversidad vegetal del sistema agrario del distrito de Cajatambo, Lima: ecosistemas agricultura y matorral. *Arnaldoa* 29 (1): 31-48. DOI: http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29102
- Del Castillo, J. 2016. Estudio de la variación espaciotemporal de la comunidad vegetal de las Lomas de Carabayllo (Lima-Perú) durante el 2013 como contribución a su gestión. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. URI: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3167
- Florez, A. 2005. Manual de los Pastos y Forrajes Altoandinos. Intermediate Technology Development Group, ITDG-Perú. Oikos Cooperação e Desenvolvimento. 53 p. URL: https://cupdf.com/document/manual-de-pastos-y-forrajes-altoandinos-manual-de-pastos-y-forrajes-altoandinos.html?page=1
- Giraldo, A; C. Véliz; G. Arellano & E. Sánchez. 2002. El uso de la ley de Taylor en el establecimiento de patrones de variación espacio-temporal en poblaciones animales: dos ejemplos de aplicación. Ecología Aplicada 1 (1): 71-74. URL: https://www.redalyc.org/pdf/341/34100111.pdf
- Hammer, Ø. 2011. Reference manual of PAST, Paleontological Statistics, version 2.09. Natural History Museum, University of Oslo. Norwegian. 214 p. URL: https://www.nhm.uio.no/english/ research/ infrastructure/past/downloads/past3manual.pdf
- Lima, N. 2016. Mejorando praderas nativas a través de la introducción de trébol blanco (*Trifolium repens*): efecto de la dosis de fósforo y distanciamiento entre golpes. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en producción animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. URI: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2738
- McArdle, B. H.; K. Gaston & J. Lawton. 1990. Variation in the size of animal population: Patterns, problems and artefacts. Journal of Animal Ecology. 59: 439-454. URL: https://www.jstor.org/stable/4873
- **Margalef**, **R**. 1982. Ecología. Editorial Omega. Barcelona, ES. 951 p.
- Matteucci S. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie de Biología, monografía nro 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. URL: https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/metod_para_el_estudio de_la_vegetacion_archivo1.pdf

- Padilla, D. 2018. Estudio de la variación espaciotemporal de la comunidad vegetal de las Lomas de Mangomarca durante el 2013 como contribución a su gestión. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. URI: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3595
- Quinteros, Y. 2009. Etnobotánica y revaloración de los conocimientos tradicionales de la flora medicinal en Cajatambo, Lima. Tesis para optar el grado de Magister en Desarrollo Ambiental. Escuela de Graduados. Pontificia Universidad Católica del Perú. URI: http://hdl.handle.net/20.500.12404/1580
- Romero, 0. 2005. Pradera permanente en la zona sur. Trébol blanco: clave en los sistemas pastoriles. Tierra Adentro. INIA Carillanca. pp. 21-23. URL: https://hdl.handle.net/20.500.14001/6195
- Salvador, M. 2002. Manual de pastos nativos del Parque Nacional Huascarán. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Parque Nacional Huascarán. 199 p.
- Soberón, J. & M. Loevinsohn. 1987. Patterns of Variations in the Numbers of Animal Populations and the Biological Foundations of Taylor's Law of the Mean. Oikos 48(3):249-252. URL: https://www.researchgate.net/publication/271692971
- Tapia, M. J. Flores. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. 312 p. URL: https://pdf.usaid.gov/ pdf docs /PNAAR371.pdf
- Texeira, V. & E. Sánchez. 2006. Patrones poblacionales de las principales especies herbáceas en la Reserva Nacional de Lachay. Ecología Aplicada 5 (1,2): 23-27. URL: https://www.researchgate. net/publication/26482717_Patrones_poblacionales_de_las_principales_especies_herbaceas_en_ la Reserva Nacional de Lachay
- **Tovar, O. & L. Oscanoa**. 2002. Guía para la identificación de pastos naturales alto andinos de mayor importancia ganadera. Instituto de Montaña. 184 p.

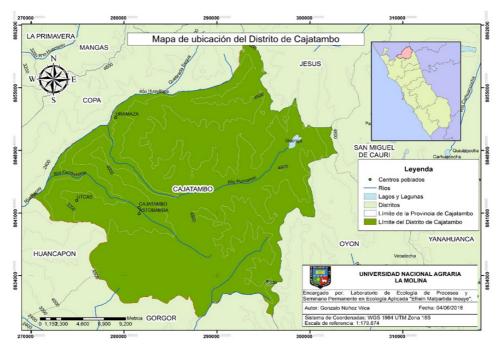


Figura 1. Ubicación del distrito de Cajatambo en la Región Lima, Perú.

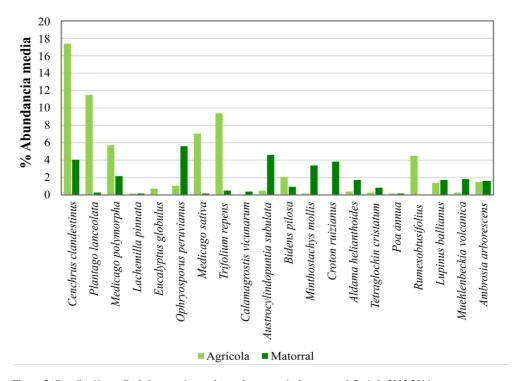


Figura 2. Contribución media de las especies en el paso de zona agrícola a matorral. Periodo 2015-2016.

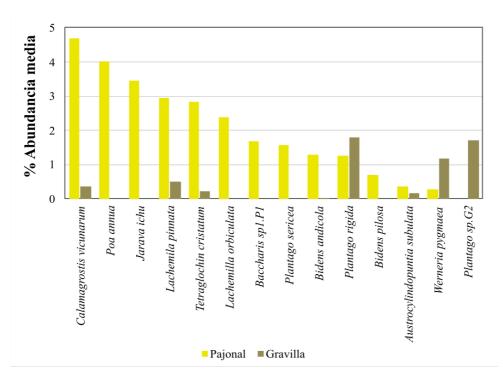


Figura 3. Contribución media de las especies en el paso de pajonal a gravilla. Periodo 2015-2016.

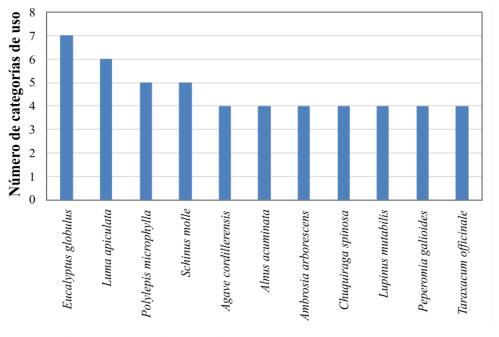


Figura 4. Especies con mayor número de categoría de uso.

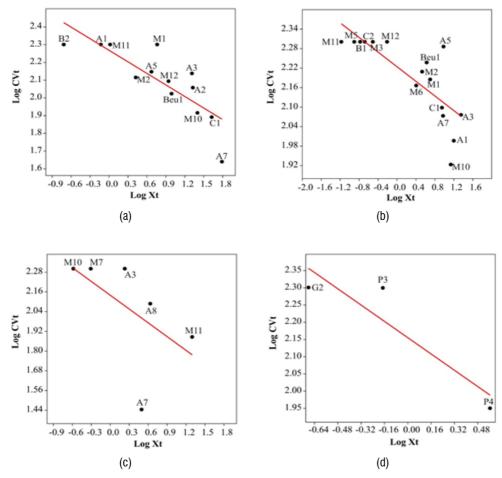


Figura 5. Regresión lineal del Log CVt vs Log xt: a. Cenchrus clandestinus; b. Medicago polymorpha; c. Ambrosia arborescens y d. Chuquiraga spinosa.

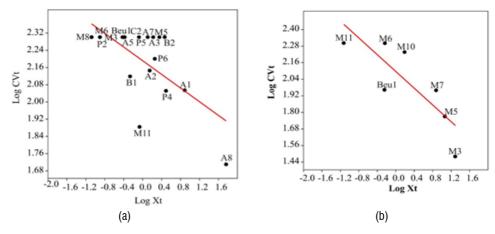


Figura 6. Regresión lineal del Log CVt vs Log xt: a. Trifolium repens y b. Minthostachys mollis.

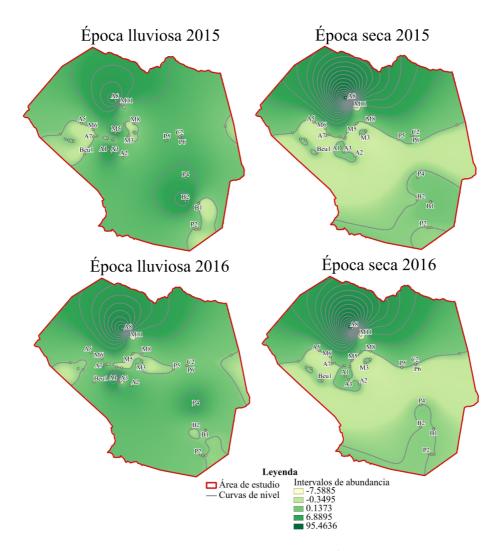


Figura 7. Mapas de isolíneas de la cobertura de *Trifolium repens* "trébol blanco". Épocas: lluviosa 2015, seca 2015, lluviosa 2016 y seca 2016.

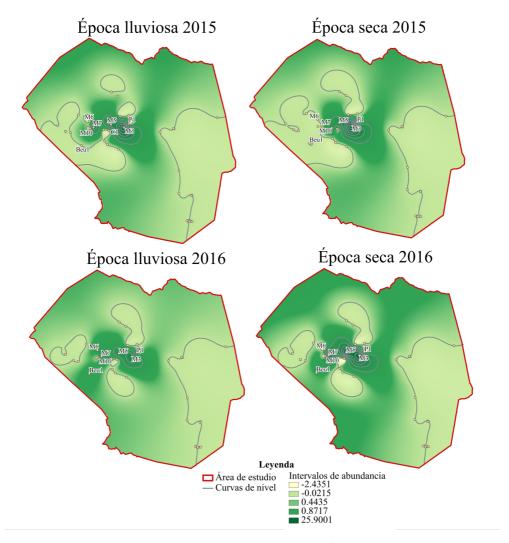


Figura 8. Mapas de isolíneas de la cobertura de *Minthostachys mollis* "muña": Épocas: Iluviosa 2015, seca 2015, lluviosa 2016 y seca 2016.

Tabla 1. Formaciones vegetales y transectos evaluados. Distrito de Cajatambo, Lima, Perú.

Formación vegetal	Transecto	Coordenadas (utm)	Localidad	Altitud (m)
	A1	18L 0279898 8841825	9898 8841825 Parientana	
	A2	18L 0281266 8841058 Ocopata		3,470
	A3	18L 0280214 8841460 Ciscan		3,458
	A4	18L 0281228 8840365 Ocopata		3,614
	A5	18L 0277407 8844245 Urpaycocha		2,881
	A6	18L 0276401 8843493 Tupicocha		2,993
Campo agrícola	A7	18L 0278522 8842992	Cruzgirca	3,230
	A8	18L 0280583 8846362	Rancas	3,649
	A10	18 L 0282873 8840075	Tabin	3,564
	A11	18 L 0283238 8841093	Ambaroco	3,662
	A12	18L 0281213 8841403	Jagapampa	3,351
	A13	18L 0282293 8841450	Colca	3,482
A14		18L 0277358 8843694	Puris	2,875
	Beu1	18L 0277698 8841392	Entrada a Ciscan	3,472
Bosque	Beu2	18L 0280720 8842533	Tizapampa	3,324
	Bpoly1	18L 0281417 8844120	Cerro San Cristóbal	4,282
	M1	18L 0276641 8842576	1 8842576 Utcas	
	M2	18L 0275415 8843237	Cilcay	3,262
	М3	18L 0281796 8843064	Cruce Uramasa Oyón	3,943
	M4	18L 0280555 8843340	Cerca de la cantera	3,535
	M5	18L 0281872 8842968	Cerca de la mina	3,844
Matamal	M6	18L 0278484 8843658	Cotaparaco	3,179
Matorral	M7	18L 0278869 8843061	Cruzgirca	3,364
	M8	18L 0282289 8844206	Camino a Rancas	3,948
	M9	18L 0277120 8843908	Puris	2,802
	M10	18L 0279841 8842855	Cashatambo	3,332
	M11	18L 0281199 8845969	Puente Rancas	3,711
	M12	18L 0276178 8842683	Utcas	3,478

Formación vegetal	Transecto	Coordenadas (utm)	Localidad	Altitud (m)
	P1	18L 0282280 8843418	La Punta	4,179
	P2	18L 0287891 8834402	Tocanca	4,533
	Р3	18L 0288365 8836782	Huaylashtoclanca	4,367
Daiomal	P4	18L 0287115 8839066	Ucupi	4,373
Pajonal	P5	18L 0285301 8842640	Camino a Viconga	4,027
	P6	18L 0286643 8842933	Iscu	4,065
	P7	18L 0280514 8839381	Milpoj	3,889
P8		18L 0281848 8843865	San Cristobal	4,245
	C1 18L 0280347 8842758		Tizapampa	3,316
Césped	C2	18L 0286579 8842984	Iscu	4,006
	C3	18L 0281238 8839920	Camino a Milpoj	3,799
Bofedal	B1	18L 0288337 8836726	Huaylashtoclanca	4,349
Doredai	B2	18L 0287097 8836938	Ucupy	4,192
Gravilla	G1	18L 0288103 8834323	Tocanca	4,534
Gravilla	G2	18L 0288388 8834338	Tocanca	4,550
Juncal	J1	18L 0290822 8843980	Iscu - Viconga	4,106

Tabla 2. Análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER) para la contribución de la cobertura vegetal de las especies a las formaciones vegetales en el distrito de Cajatambo. Período 2015-2016. Se muestra la contribución en abundancia media de cada especie, la contribución acumulada y en rojo las especies dominantes en cada formación vegetal (Índice: Rauh-Crick).

Taxon	%	% Acumul.	Abundancia Media						
Taxon	Ab.Med.		Agrícola	Bos.Euc.	Matorral	Pajonal	Césped	Bofedal	Gravilla
Cenchrus clandestinus	9.205	9.205	17.4	4.89	4.05	0.448	8.64	0	0
Plantago lanceolate	5.242	14.45	11.5	0.154	0.238	4.5	4.68	0	0
Medicago polymorpha	3.75	18.2	5.66	2.47	2.14	0.526	3.03	0.0833	0
Lachemilla pinnata	3.262	21.46	0.133	0	0.174	2.94	5.58	15.3	0.5
Eucalyptus globulus	3.182	24.64	0.655	36.7	0	0	0	0	0
Ophryosporus peruvianus	3.129	27.77	1.02	2.09	5.58	0	0	0	0
Medicago sativa	2.958	30.73	7.01	0	0.0563	0	0	0	0
Trifolium repens	2.939	33.67	9.36	0.188	0.454	0.622	0	1.73	0
Calamagrostis vicunarum	2.766	36.43	0	0	0.422	4.69	10.5	1.16	0.375
Austrocylindopuntia subulata	2.233	38.67	0.504	0.204	4.55	0.366	0	0	0.163
Bidens pilosa	1.778	40.45	2.08	0.471	0.884	0.712	1.25	0	0
Minthostachys mollis	1.609	42.05	0.143	0.517	3.41	0	0.0611	0	0
Croton ruizianus	1.503	43.56	0	0	3.85	0	0	0	0
Aldama helianthoides	1.378	44.93	0.427	2.86	1.76	0.0229	0.969	0	0
Tetraglochin cristatum	1.37	46.3	0.212	0	0.863	2.84	0	0	0.233
Роа аппиа	1.292	47.6	0.084	0	0.0785	4.02	1.44	0	0
Rumex obtusifolius	1.125	48.72	4.46	0	0	0	0	0	0
Lupinus ballianus	1.082	49.8	1.38	0	1.73	0	0	0	0
Muehlenbeckia volcanica	0.9913	50.79	0.217	0	1.86	1.2	0	0	0

Tabla 3. Evaluación de plantas útiles en el distrito de Cajatambo, usando índices cuantitativos. RVU: conocimiento relativo de la especie por varios informantes, FRC: frecuencia relativa de citación, NRU: número relativo de usos, IR: índice de importancia relativa.

	Índices			
Especies	RVU	FRC (%)	NRU	IR
Eucalyptus globulus	0.14	46	0.54	1
Polylepis spp.	0.1	33	0.38	0.72
Chuquiraga spinosa	0.09	29	0.31	0.6
Minthostachys mollis	0.09	29	0.23	0.53
Alnus acuminata	0.08	25	0.38	0.63
Ambrosia arborescens	0.08	25	0.31	0.56
Peperomia galioides	0.08	25	0.31	0.56
Baccharis latifólia	0.08	25	0.23	0.49
Lupinus mutabilis	0.06	21	0.31	0.51
Foeniculum vulgare	0.06	21	0.23	0.44
Juglans neotropica	0.06	21	0.15	0.37
Medicago sativa	0.06	21	0.15	0.37
Ruta graveolens	0.06	21	0.15	0.37
Tagetes elliptica	0.06	21	0.15	0.37
Caiophora cirsiifolia	0.06	21	0.08	0.3

Tabla 4. Ley de Taylor para las especies potencialmente clave en el distrito de Cajatambo. Beta espacial (βe), beta temporal (βt) y coeficiente de correlación (r).

	Análisis espacial		Análisis	temporal		
Especie clave	βe r		βt r		Posible patrón	
Cenchrus clandestinus	0.62322	-0.97412	1.56566	-0.81846	Refugio	
Plantago lanceolata	1.71276	-0.40658	1.53534	-0.83669	Refugio	
Medicago polymorpha	1.21072	-0.67333	1.77492	-0.78521	Refugio	
Lachemilla pinnata	1.40774	-0.96811	1.59052	-0.66366	Refugio	
Ophryosporus peruvianus	0.43728	-0.9998	1.33572	-0.60252	Refugio	
Medicago sativa	2.33258	0.56488	1.6728	-0.86658	Hot-spots móvil y fijo	
Trifolium repens	7.8032	0.49984	1.68238	-0.66752	Hot-spots móvil y fijo	
Calamagrostis vicunarum	1.82277	-0.30427	1.865548	-0.63413	Refugio	
Austrocylindropuntia subulata	2.4128	0.73524	1.54012	-0.87797	Hot-spots móvil y fijo	
Minthostashys mollis	2.3372	0.27997	1.39386	-0.85507	Hot-spots móvil y fijo	
Tetraglochin cristatum	1.28694	-0.81152	1.61902	-0.60911	Refugio	
Plantago rigida	1.4399	-0.78861	1.47202	-0.89482	Refugio	
Werneria pigmaea	0.5493	-0.65598	1.35386	-0.36564	Refugio	
Ambrosia arborescens	1.75618	-0.38454	1.44154	-0.55384	Refugio	
Chuquiraga spinosa	1.74246	-0.62721	1.40856	-0.91512	Refugio	
Lupinus ballianus	1.85563	-0.21832	1.47514	-0.40361	Refugio	