

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE



**“DIVERSIDAD VEGETAL SILVESTRE Y CULTIVADA Y SU
APORTE A LA SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA AGRARIO
DEL DISTRITO DE CAJATAMBO, LIMA”**

Presentada por:

ALDO HUMBERTO ISIDORO CERONI STUVA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Lima – Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

**“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.)

Presentada por:

ALDO HUMBERTO ISIDORO CERONI STUVA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Alberto Julca Otiniano
PRESIDENTE

Dra. Graciela Vilcapoma Segovia
ASESOR

Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

Dr. Edgar Sánchez Infantas
MIEMBRO

Ph.D. Hanna Cáceres Yparraguirre
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Atilio por quien conocí la Universidad Nacional Agraria y me dio siempre todo su apoyo y estímulo para llegar cada vez más lejos en mi vida profesional. Gracias a él soy Molinero.

A mi madre Nilda por todo su apoyo incondicional, cariño y enseñarme a terminar todo lo que se inicia dando siempre lo mejor de uno mismo.

A mis hermanos Atilio y Nilda quienes siempre están a mi lado apoyándome en todo.

A mis sobrinas Natalia, Luciana y Valentina y mi sobrino Adrián con mucho cariño.

A Cajatambo, “... *un lugar escabroso con una infinidad de profundas quebradas, separadas entre sí por elevadas cadenas de cerros que multiplican las distancias entre un pueblo y otro*” (Raimondi 1874).

AGRADECIMIENTOS

Para la realización del presente trabajo fue muy significativa la participación y el apoyo de instituciones y numerosas personas a quienes quiero expresar mi profundo agradecimiento.

Al Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable y a su coordinador el Dr. Alberto Julca Otiniano, Presidente de Jurado, por las enseñanzas brindadas durante mis años de estudios de doctorado y sobre todo por el verdadero interés que puso en todos sus estudiantes y en el enfoque de nuestras investigaciones. Gracias por orientarme en este camino y permitirme darle una perspectiva nueva a mi formación como biólogo y botánico. Gracias por ser un verdadero maestro y buen amigo.

A mi Asesora de Tesis, la Dra. Graciela Vilcapoma Segovia, por su apoyo incondicional tanto en la fase de campo como de gabinete. Por sus valiosas enseñanzas tanto en la flora del Perú, así como en la seriedad, compromiso y responsabilidad de cómo realizar un trabajo de investigación.

A los distinguidos miembros del jurado, Dr. Edgar Sánchez Infantas y Ph.D. Hanna Cáceres Yparraguirre, que tuvieron a bien revisar y corregir la presente tesis y por sus valiosos aportes, sugerencias y comentarios.

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad del Ministerio de la Producción, a través de Innóvate Perú (Ex Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología - FINCyT) que financiaron el proyecto “Determinación de criterios para el establecimiento de estándares de calidad ambiental para la diversidad biológica. Estudio de caso: Distrito de Cajatambo” (Contrato N°365-PNICP-PIAP-2014), así como al Dr. Edgar Sánchez, responsable del proyecto, quien me dio la oportunidad de participar en la presente investigación.

A la Familia Quinteros Carlos por recibirnos, acogernos y hacernos sentir como parte de su familia. Un agradecimiento muy especial a doña Elvira Carlos, por el cariño que nos brindó a todo el equipo, por alimentarnos, cuidarnos y compartir sus vivencias y conocimientos con nosotros acerca de las costumbres y actividades agropecuarias de Cajatambo. A Zulema

Quinteros, por su apoyo en el campo y sobre todo por su gran amistad. A Zarela Reyes por acompañarnos con gran entusiasmo mostrándonos los mejores caminos para desplazarnos en el campo.

A mis amigas y colegas con quienes compartimos muchos momentos de largas caminatas y registros en el campo, Zulema Quinteros, Viviana Castro, Ayling Wetzell, Gladys Tello y Rosario Castro. Para ellas toda mi gratitud, a quienes llevaré siempre en mi corazón.

A la M.Sc. Mercedes Flores Pimentel, colega y amiga, por las facilidades dadas en el Herbario MOL - Augusto Weberbauer de la UNALM y en la determinación de las especies de la familia Fabaceae.

A las tesis de las del Jardín Botánico, Carla Benavides, Fátima Arévalo y Gabriela Astete, con quienes compartimos muchos momentos de registros en el campo y los aportes de sus respectivas tesis a la presente investigación. Asimismo, a los tesis de los del Laboratorio de Ecología de Procesos, Denis Quispe y Daniela Gálvez, por su gran apoyo en el campo y a Julio Salvador tanto por su apoyo en el campo, así como en el análisis de algunos resultados, a través de la Ley de Taylor y los Mapas de isóneas de cobertura.

A los estudiantes del Curso de Herramientas para la Descripción de Ecosistemas quienes formaron grupos de trabajo en el campo realizando registros durante la realización de la presente tesis.

A la Facultad de Ciencias y al Departamento Académico de Biología por el apoyo y facilidades brindadas para la realización de mis estudios doctorales y mi tesis.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, mi Alma Mater, lugar de mi formación profesional.

A los integrantes del cuerpo administrativo de Agricultura Sustentable, Rebeca, Bertha, Roberto y Marcial por el importante apoyo logístico para la realización de nuestras clases y su amable orientación en la parte administrativa.

A todos aquellos que de alguna manera apoyaron para la realización de la presente tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La vegetación	4
2.2. Variación espacial de la vegetación	5
2.3. Variación temporal de la vegetación	6
2.4. Vegetación de Cajatambo	7
2.5. Cobertura del paisaje en Cajatambo y sus tendencias de cambio	8
2.6. Cobertura vegetal	9
2.7. La diversidad como potencial de interacciones	10
2.8. Índices de diversidad	11
2.9. Ley de Taylor	12
2.10. Sistema Complejo Adaptativo	14
2.11. Enfoque de sistemas en la producción agrícola	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Área de estudio	16
3.2. Materiales	16
3.3. Diseño de la investigación	17
3.4. Población y muestra	18
3.5. Registro de la composición florística	19
3.6. Registro de los usos y conocimiento tradicional de las plantas silvestres y cultivadas	19
3.7. Categorización de plantas amenazadas	19
3.8. Estimación de la cobertura vegetal	20
3.9. Formas de vida	21
3.10. Análisis de la cobertura vegetal	21
3.11. Análisis de la diversidad vegetal	21
3.12. Análisis de los patrones espaciales y temporales de las plantas	22
3.13. Selección de especies potencialmente clave	22
3.14. Caracterización de los patrones espaciales y temporales de las especies potencialmente clave	23
3.15. Distribución poblacional de las especies potencialmente clave	23

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Composición florística	24
4.1.1. Registro de la composición florística	24
4.1.2. Variación temporal de la composición florística	27
4.2. Usos y conocimiento tradicional de las plantas silvestres y cultivadas	28
4.3. Categorización de plantas amenazadas	30
4.4. Caracterización de la cobertura y diversidad vegetal en el mosaico de parches ..	32
4.4.1. Esfuerzo de muestreo	32
4.4.2. Comparación de la cobertura vegetal reiterada (CVR) y por proyección ortogonal (CVPO) como estimadores de la cobertura y diversidad vegetales	34
4.5. Formas de vida	36
4.6. Análisis de la cobertura vegetal en el mosaico de parches	37
4.7. Análisis de la diversidad vegetal en el mosaico de parches	39
4.8. Patrones espaciales y temporales de las plantas	46
4.9. Selección de especies potencialmente clave	47
4.10. Caracterización de los patrones espaciales y temporales de las especies potencialmente clave	50
4.11. Distribución poblacional de las especies potencialmente clave	54
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VIII. ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del distrito de Cajatambo en la Región Lima	16
Figura 2. Mosaico de parches del distrito de Cajatambo en la Región Lima	17
Figura 3. Categorías de amenaza según la UICN (2001)	20
Figura 4. Medición de cobertura vegetal reiterada y por proyección ortogonal	20
Figura 5. Familias con mayor número de registros	24
Figura 6. Géneros con mayor número de registros	25
Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes para el número de especies por temporada: Abril 2015, Setiembre 2015, Abril 2016, Setiembre 2016	27
Figura 8. a. <i>Medicago polymorpha</i> “carretilla”; b. <i>Trifolium repens</i> “trébol blanco”; c. <i>Ambrosia arborescens</i> “marco”; d. <i>Austrocylindropuntia subulata</i> “hualanca”; e. <i>Baccharis alaternoides</i> y f. <i>Lupinus ballianus</i> “pushka”	28
Figura 9. Número de especies por categoría de uso	29
Figura 10. Especies con mayor número de categoría de uso	29
Figura 11. a. <i>Polylepis microphylla</i> “queñoa”; b. <i>Matucana haynei</i> ; c. <i>Solanun bukasovii</i> ; d. <i>Baccharis genistelloides</i> “ucllo”; e. <i>Cantua buxifolia</i> “cantuta” y f. <i>Mutisia acuminata</i> “chinches”	31
Figura 12. Número de especies amenazadas y registros por formación vegetal	32
Figura 13. Análisis SHE: curvas de acumulación de especies (S), diversidad (H') y equidad (E) para las diferentes formaciones vegetales	33
Figura 14. Curvas especies-área para la estimación de la cobertura vegetal reiterada (CVR) y la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) en el Pajonal P1: La Punta	34
Figura 15. Correlación de la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) y cobertura vegetal reiterada (CVR) para la cobertura vegetal total	35
Figura 16. Correlación de la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) y cobertura vegetal reiterada (CVR) para el número de especies	35
Figura 17. Correlación de la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) y cobertura vegetal reiterada (CVR) para la diversidad	35
Figura 18. Porcentaje de especies por forma de vida	36

Figura 19. Especies vegetales con mayor porcentaje de cobertura vegetal	37
Figura 20. a. <i>Ophryosporus peruvianus</i> “mala mujer”; b. <i>Medicago sativa</i> “alfalfa”; c. <i>Medicago polymorpha</i> “carretilla”; d. <i>Trifolium repens</i> “trébol blanco”; e. <i>Plantago lanceolata</i> “llantén macho” y f. <i>Cenchrus clandestinus</i> “kikuyo” ..	38
Figura 21. Correlación coeficiente de variabilidad de la diversidad (H') - diversidad (H') promedio para el periodo 2015-2016	40
Figura 22. Especies con mayor dominancia y número de transectos donde fueron muy dominantes para el periodo 2015-2016	41
Figura 23. Análisis de Clusters con la composición de especies para el periodo 2015-2016 (Índice de Raup-Crick)	42
Figura 24. Análisis de Clusters de cobertura vegetal (90%) para zonas agrícolas. Setiembre 2015 y 2016 (Índice de Raup-Crick)	43
Figura 25. Análisis de Clusters de cobertura vegetal (90%) para matorrales. Setiembre 2015 y 2016 (Índice de Raup-Crick)	44
Figura 26. Diagrama de cajas y bigotes para la diversidad gamma en Cajatambo. Periodo 2015-2016	45
Figura 27. Análisis de Componentes Principales (ACP) para la estacionalidad. Periodo 2015-2016	47
Figura 28. Contribución de las especies a las diferentes formaciones vegetales. Periodo 2015-2016	48
Figura 29. Contribución media de las especies en el paso de zona agrícola a matorral. Periodo 2015-2016	49
Figura 30. Contribución media de las especies en el paso de pajonal a gravilla. Periodo 2015-2016	49
Figura 31. Regresión lineal del Log CVt vs Log xt: a. <i>Cenchrus clandestinus</i> ; b. <i>Medicago polymorpha</i> ; c. <i>Ambrosia arborescens</i> y d. <i>Chuquiraga spinosa</i>	52
Figura 32. Regresión lineal del Log CVt vs Log xt: a. <i>Trifolium repens</i> y b. <i>Minthostachys mollis</i>	53
Figura 33. Mapas de isolíneas de cobertura de <i>Trifolium repens</i> “trébol blanco”: a. Abril 2015, b. Setiembre 2015, c. Abril 2016, d. Setiembre 2016	55
Figura 34. Familias con especies forrajeras en Cajatambo	55
Figura 35. Porcentaje de especies forrajeras en Cajatambo por categoría de palatabilidad	56

Figura 36. Mapas de isolíneas de cobertura de *Minthostachys mollis* “muña”: a. Abril 2015,
b. Setiembre 2015, c. Abril 2016, d. Setiembre 2016 57

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Formaciones vegetales y transectos evaluados	17
Tabla 2. Número de Familias, Géneros y Especies en trabajos florísticos en Ancash y Lima	26
Tabla 3. Especies vegetales de Cajatambo con algún tipo de amenaza	30
Tabla 4. Cobertura vegetal total, número de especies y diversidad en transectos evaluados con cobertura vegetal reiterada (CVR) y cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO)	34
Tabla 5. Análisis de Similaridad (ANOSIM) para las diferencias debido a las formaciones vegetales y las estaciones, para el 2016	46
Tabla 6. Análisis de Similaridad (ANOSIM) para las diferencias debido a las estaciones y los años. Periodo 2015-2016	46
Tabla 7. Evaluación de plantas útiles en el distrito de Cajatanbo, usando índices cuantitativos	50
Tabla 8. Ley de Taylor para las especies potencialmente clave en el distrito de Cajatambo. Beta espacial (β_s), beta temporal (β_t), intervalos de confianza (I.C.) y coeficiente de correlación (r)	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Especies vegetales determinadas en el distrito de Cajatambo para el periodo 2015-2016	76
Anexo 2. Usos y conocimiento tradicional de plantas silvestres y cultivadas en el distrito de Cajatambo para el periodo 2015-2016	80
Anexo 3. Índices de Diversidad Shannon-Weaver (H'), Dominancia de Simpson (D_{si}) y Equitabilidad de Pielou (J'). Cajatambo para el periodo 2015-2016	85
Anexo 4. Especies forrajeras presentes en Cajatambo clasificadas en poco deseables (PD), deseables (D) y muy deseables (MD) para el periodo 2015-2016	87

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la diversidad vegetal silvestre y cultivada en el distrito de Cajatambo, Lima, a fin de aportar en la sustentabilidad del sistema agrario. Los registros fueron hechos durante los años 2015 y 2016 mediante 44 transectos de 30 metros, en 9 formaciones vegetales del mosaico de parches determinado por fotointerpretación: campo agrícola, bosque de eucalipto, bosque de *Polylepis*, matorral, pajonal, césped, bofedal, gravilla y juncal. Se determinó un total de 355 especies, correspondientes a 211 géneros y 64 familias, siendo las más importantes Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae y Solanaceae. Se encontró 32 especies en alguna categoría de amenaza, algunas presentes sólo en un lugar como en Ocopata, Iscu-Viconga, Huaylashtoclanca y en el cerro San Cristóbal, siendo matorrales, campos agrícolas, pajonales y bosque de *Polylepis*, formaciones vegetales en donde se ha registrado más la presencia de especies amenazadas. La diversidad vegetal en las zonas agrícolas como Parientana, Urpaycocha y el césped de Tizapampa fueron muy variables en el tiempo, pero con poca diversidad vegetal, mientras que los matorrales cerca de la cantera y de la mina y los pajonales de Tocanca y camino a Viconga menos variables y con mayor diversidad. El grado de intervención antrópica estaría determinando este comportamiento. De las especies seleccionadas como potencialmente clave, 12 tendrían un posible patrón de refugio, mientras que 4 especies un posible patrón de hot-spots móvil y fijo. La ubicación de refugios permite planificar acciones de conservación y explotación sostenida de estos recursos. El conocimiento de la distribución poblacional en el tiempo de especies que son usadas como forraje, como *Trifolium repens*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa* y *Cenchrus clandestinus*, y otras que mayormente son colectadas y utilizadas, como *Ambrosia arborescens*, *Chuquiraga spinosa*, *Tetraglochin cristatum* y *Austrocylindropuntia subulata*, contribuye a una gestión sostenible de las mismas. La presencia de ciertas plantas en épocas secas y que son muy utilizadas por los pobladores del lugar proporcionan recursos vegetales para la subsistencia en momentos donde la poca disponibilidad de agua hace más difícil la obtención de recursos. El uso de estas plantas silvestres y arvenses constituye una estrategia importante en la sustentabilidad de sistema agrario de Cajatambo.

Palabras clave: Diversidad vegetal, formación vegetal, especies amenazadas, especies clave, patrón poblacional, distribución poblacional, sustentabilidad.

SUMMARY

The objective of the research was to evaluate the wild and cultivated plant diversity in the district of Cajatambo, Lima, in order to contribute to the sustainability of the agricultural system. The records were made during the years 2015 and 2016 through 44 transects of 30 meter in 9 plant formations in the patchwork mosaic determined by photointerpretation: agricultural field, eucalyptus forest, *Polylepis* forest, scrubland, grassland, lawn, bofedal, gravel and juncal. A total of 355 species, corresponding to 211 genera and 64 families were determined, being Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae and Solanaceae the families best represented. Thirty-two species were found in some category of threat, some present only in one place such as Ocopata, Iscu-Viconga, Huaylashtoclanca and in San Cristobal Hill, being scrublands, agricultural fields, grasslands and *Polylepis* forest, vegetal formations where the presence of threatened species has been registered more. Vegetal diversity in agricultural areas such Parientana, Urpaycocha and Tizapampa grasses was highly variable over time, but with little plant diversity, while the scrublands near the quarry and mine and the Tocanca and Viconga grasslands were less variable and more diverse. The degree of anthropic intervention would determine this behavior. Of the species selected as potentially key, 12 would have a possible shelter pattern, while 4 species a possible pattern of mobile and fixed hot-spots. The location of shelters allows planning of conservation and sustained exploitation of these resources. Knowledge of the population distribution over time of species that are used as forage, such as *Trifolium repens*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa* and *Cenchrus clandestinus*, and others that are mostly collected and used, such as *Ambrosia arborescens*, *Chuquiraga spinosa*, *Tetraglochin cristatum* and *Austrocylindropuntia subulata*, contributes to their sustainable management. The presence of certain plants in dry season and which are widely used by local residents provide plant resources for subsistence at times when the scarce availability of water makes it more difficult to obtain resources. The use of these wild plants and weeds constitutes an important strategy in the sustainability of the Cajatambo's agricultural system.

Keywords: Plant diversity, plant formation, threatened species, key species, population pattern, population distribution, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

La flora viene a ser el conjunto de especies vegetales de un país o región, mientras que la vegetación el tapiz vegetal conformado por las formas biológicas de las plantas (Font Quer 1965) o el paisaje determinado por la distribución espacial y temporal de las formas de vida de las plantas, expresando así el carácter dinámico de la misma. La flora y la vegetación brindan información relevante sobre la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema. Asimismo, proporciona refugio y recursos a la fauna silvestre, son reservorios de variabilidad genética, presentan endemismos importantes para la conservación, cumplen con determinados roles ecológicos y varias especies son aprovechables por los pobladores (Matteucci y Colma 1982; Brack y Mendiola 2004; Gutiérrez y Squeo 2004; De la Cruz *et al.* 2005).

Para la sierra del Perú, si bien se cuenta con varios y diversos trabajos sobre caracterización de ecosistemas y de vegetación a diferentes escalas espaciales, así como de información sobre la estacionalidad en estos ambientes, se considera que el grado de conocimiento sobre la vegetación es limitado (Ramos 2013).

Cajatambo, como ecosistema de montaña, es fuente de recursos para nuestro país, ya que en ellos podemos encontrar una gran cantidad de recursos naturales (Quinteros 2009), pero es también un espacio con vacíos de información biológica de manera que los registros que se hagan ayudarán a mejorar esta situación. Asimismo, la subvaloración por parte de los jóvenes de no aceptar sus mitos y creencias, sumada a la pobreza en que viven los habitantes de la zona hace que manden a sus hijos a la escuela como un medio para salir de la pobreza y los niños y jóvenes luego quedan al margen de las labores del campo, motivo por el cual ya no conocen donde se encuentran las especies nativas y silvestres de plantas que conocían sus padres ni mucho menos con qué finalidad estas son utilizadas. El desconocimiento del uso de muchas especies ha llevado a una serie de problemas como la depredación de algunos recursos como los árboles de *Polylepis* “queñoales”, pérdida de conocimientos autóctonos

y del uso de plantas medicinales (Quinteros 2009). Cajatambo también incluye parte de la Zona Reservada Cordillera de Huayhuash establecida mediante Resolución Ministerial N° 1173-2002-AG el 24 de diciembre del 2002 y es un espacio en el que hay una dinámica poblacional tal que la densidad se ha mantenido prácticamente estacionaria y al mismo tiempo se registra un proceso de abandono de la agricultura de laderas (Walsh 2011). Esta situación estaría llevando al distrito a una serie de cambios que afectarían a la vegetación, los bienes y servicios del lugar, y probablemente a la sustentabilidad del ecosistema.

Partiendo de la concepción de que los ecosistemas son Sistemas Complejos Adaptativos (Kay *et al.* 1999; Boyle *et al.* 2001), que por propia definición tienen múltiples estados estables alternativos (Chapin *et al.* 2009), los intentos de tener un solo estado asumido como saludable y por lo tanto de sustentabilidad no se pueden aplicar (Aguilar 2009; Andreasen *et al.* 2001). De ahí la necesidad de evaluar los cambios que se dan en los ecosistemas a fin de conocer estos diferentes estados alternativos. En este sentido, el análisis de las comunidades permite monitorear los cambios en todo el ecosistema, siendo la vegetación un indicador idóneo (Margalef 1982).

En los sistemas agrícolas complejos, las interacciones ecológicas y la sinergia reemplazan a los insumos para proporcionar los mecanismos necesarios para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la productividad, la protección de los cultivos, y proporciona al agroecosistema una resiliencia tal que lo hace capaz de producir alimentos aun después de sufrir perturbaciones ambientales, sociales y económicas (Nicholls y Altieri 2012). Según Sans (2007) la complejidad y estabilidad de los sistemas agrícolas se basa en su diversidad. En ese sentido, como afirma Margalef (1980), la importancia de la diversidad radica entonces en que proporciona al ecosistema una potencialidad de interacciones para hacer conectividad, dándole así una mayor variedad de respuestas que le permita enfrentar a los cambios ambientales, sociales y económicos. Se puede decir que, el hecho de que un agroecosistema sea no solamente estable y resiliente y por lo tanto sostenible en el tiempo descansa en su diversidad.

Por otro lado, las comunidades no son entes fijos, sino la consolidación de ensamblajes que se organizan espacial y temporalmente dependiendo de particulares características ambientales que han moldeado y generado una historia evolutiva particular (Halfiter y Moreno 2006, citados por Del Castillo 2016). La importancia de definir con mayor precisión ciertos

patrones espaciales y temporales de especies cuyas poblaciones sean recursos importantes para la subsistencia, no solo es una preocupación teórica (Giraldo *et al.* 2002), sino que permite conocer mejor el comportamiento de estas poblaciones en el tiempo, establecer zonificaciones y con ello un mejor ordenamiento territorial de los mismos, que conduzcan a mejores acciones de conservación o de explotación sostenida.

En este contexto la presente investigación tuvo como **objetivo general** evaluar la diversidad vegetal silvestre y cultivada en el distrito de Cajatambo, a fin de aportar en la sustentabilidad del sistema agrario, a través de los siguientes **objetivos específicos**:

- Registrar la composición florística en el distrito de Cajatambo, los usos y conocimiento tradicional de las plantas silvestres y cultivadas y categorizar el estado de conservación de las plantas amenazadas.
- Caracterizar la diversidad vegetal en el mosaico de parches en el distrito de Cajatambo.
- Determinar los patrones locales espaciales y temporales de las plantas de Cajatambo y de la abundancia de especies potencialmente clave identificando procesos que impliquen la presencia de hot-spots, refugios y/o metapoblaciones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA VEGETACIÓN

La vegetación puede definirse como la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto de especies que cohabitan e interactúan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. Si bien los tipos de vegetación que se repiten en diferentes zonas y situaciones son en cierto modo similares, no existen dos espacios ocupados por comunidades idénticas. Esto se debe, en parte, al hecho de que la composición florística varía continuamente (Matteucci y Colma 1982). Por otro lado, como menciona Ramos (2013) cada tipo de vegetación condiciona la presencia de distintas comunidades de aves y de otros organismos, así como la realización de determinadas actividades humanas.

Existen varios aspectos importantes que permiten los estudios de la vegetación entre los cuales podemos destacar dos relacionados al presente trabajo: detectar patrones espaciales, horizontales o verticales, de los individuos o de las especies; y estudiar los procesos poblacionales que influyen en los patrones espaciales o temporales (Matteucci y Colma 1982). La flora y la vegetación brindan información relevante sobre la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema, y al estar condicionada por los factores ambientales, se presenta a manera de síntesis de la acción de estos (Matteucci y Colma 1982; Brack y Mendiola 2004; Gutiérrez y Squeo 2004; De la Cruz *et al.* 2005).

La diversidad de la comunidad vegetal proporciona una idea sobre la disponibilidad de recursos para los otros niveles tróficos. En general, la vegetación es la responsable del mantenimiento de diversos procesos físicos, ecológicos y sociales en los ambientes terrestres (Ramos 2013).

Según Ramos *et al.* (2015) para los Andes occidentales del centro del Perú, se cuenta con distintos trabajos sobre clasificaciones ecológicas y de vegetación que fueron desarrollados en un esfuerzo por diferenciar y delimitar la heterogeneidad de las condiciones ambientales y de la vegetación a distintas escalas espaciales. Los mismos autores destacan que el determinar las características de determinados ambientes permitiría aplicar diferentes criterios en la toma de decisiones sobre su conservación y manejo.

En la sierra de Lima se cuenta con algunos trabajos sobre caracterizaciones de vegetación, siendo el realizado por Weberbauer (1945) el que brinda un marco general en las vertientes occidentales de los Andes del Perú central (Ramos *et al.* 2015). En cuanto a la vegetación la formación vegetal de matorral arbustivo representa una cobertura importante entre los 1,500 y 3,800 msnm de la zona central de la región occidental andina (MINAM 2012). Pero en general, en la vegetación de la sierra de Lima encontramos diversas especies xerofíticas, plantas suculentas con metabolismo CAM, arbustos caducifolios y hierbas anuales (Weberbauer 1945). Estudios realizados sobre cactáceas y suculentas en los valles de Lima como, Cañete, Chancay, Chillón, Huaura y Pativilca, en cuanto a la presencia, distribución y estado de conservación, también resaltan la importancia de estos tipos de plantas en la sierra de Lima, tanto en la configuración de la estructura vegetal, como en su rol como eje de interacciones con otros elementos del sistema (Ostolaza *et al.* 2003, 2005, 2006, 2007, 2009; Ceroni *et al.* 2007).

Por otro lado, la variación espacial y temporal de la vegetación condiciona el desarrollo de determinadas actividades económicas (Ramos *et al.* 2015). Dependiendo de la disponibilidad de especies forrajeras y del desarrollo vegetativo, cada unidad de vegetación presenta diferente grado de importancia ganadera y de extracción de recursos, los que a su vez han sido condicionados por los niveles de precipitación precedentes (Ramos 2013).

2.2. VARIACIÓN ESPACIAL DE LA VEGETACIÓN

Los patrones de distribución agregada que son los más frecuentes en plantas en zonas desérticas traen como consecuencia que la abundancia de una especie dentro de una comunidad vegetal sea variable. Además, los gradientes ambientales restringen la proliferación y distribución de las especies que evolucionan para aprovechar las oportunidades que brinda esta heterogeneidad, disminuyendo la competencia entre ellas (Braun-Blanquet 1979; Matteucci y Colma 1982; Terradas 2001).

Hay tres factores relevantes relacionados a la variación espacial: la gradiente altitudinal, el relieve y la organización vertical de las plantas. En cuanto a la gradiente altitudinal, Cabrera (1996), citado por Ramos (2013), indica que esta determina enormemente las condiciones físicas y ambientales. Así, la temperatura atmosférica que disminuye con la altitud llega a ser un factor limitante en la distribución de las especies. La gradiente altitudinal también favorece una diferenciación en las precipitaciones, que suelen ser mayores en ciertos niveles de altitud, permitiendo una diferenciación en el desarrollo de la vegetación. Asimismo, Ramos *et al.* (2015) mencionan que en trabajos realizados a menor escala en Marcapomacocha, los valles de Santa Eulalia, Rímac, Chillón y San Bartolomé, y en el bosque de Zarate, reconocen a la gradiente altitudinal como factor determinante en la variación y en la dominancia de especies y de la vegetación.

El relieve accidentado favorece la heterogeneidad de la vegetación e influencia en la fenología debido a las condiciones producidas por diferencias en la orientación o inclinación de las laderas (Braun-Blanquet 1979; Rozzi *et al.* 1989).

Finalmente, la organización vertical de las hojas, tallos y raíces de las distintas especies permiten el desarrollo de distintos estratos aéreos y subterráneos. La altura y cobertura puede permitir a la vegetación captar mayores niveles de agua proveniente de la niebla, así como mantener condiciones microclimáticas más favorables. Por otro lado, raíces profundas tendrían la capacidad de aprovechar el agua subterránea, mientras que las raíces superficiales se encargarían de la absorción de agua procedente de las precipitaciones y de la captación de nutrientes (Braun-Blanquet 1979; Terradas 2001).

2.3. VARIACIÓN TEMPORAL DE LA VEGETACIÓN

Las variaciones temporales de los factores ambientales influyen en el desarrollo de la vegetación, las cuales pueden desencadenar distintos eventos fenológicos de las plantas por acción en las diferencias de temperatura, radiación y/o por la magnitud y duración de las precipitaciones. Las especies y formas de vida también tienden a desarrollar distintas estrategias temporales en el aprovechamiento de los recursos y de las condiciones, pudiendo adelantar, retrasar o inhibir algunos de sus estados fenológicos (Braun-Blanquet 1979; Rozzi *et al.* 1989; Olivares y Squeo 1999; Parra 2003; Ramírez 2008).

Según Terradas (2001) el desarrollo de las plantas suele variar de acuerdo a la disponibilidad de recursos, pues ante variaciones importantes las plantas tienden a desarrollar una mayor plasticidad fenotípica, invertir en defensas o evadir los momentos difíciles. Además, los estados fenológicos también están relacionados con una mayor cobertura vegetal que puede convertirse en un excelente refugio para la fauna (León *et al.* 1996).

Otra variación estacional importante destacada por Terradas (2001) en la proliferación de las especies vegetales, es la del agua, pues las plantas adaptan su desarrollo principal a las épocas de lluvias y/o a aquellos años con mayores niveles hídricos.

2.4. VEGETACIÓN DE CAJATAMBO

Si bien es cierto que los ecosistemas de montaña, como Cajatambo, son fuente de recursos para nuestro país, ya que en ellos podemos encontrar una gran cantidad de recursos naturales, los trabajos realizados en esta provincia de Lima no son muchos. Uno de los más importantes en cuanto a información sobre la vegetación de este lugar es el de Quinteros (2009). El mismo autor menciona que una de las pocas obras que reportan a Cajatambo es “El Perú” de Raimondi donde el célebre estudioso italiano narra todo el recorrido que realizó a través de la provincia, desde su ingreso el 21 de octubre de 1867, donde la describe como “... *un lugar escabroso con una infinidad de profundas quebradas, separadas entre sí por elevadas cadenas de cerros que multiplican las distancias entre un pueblo y otro*”. En dicha obra, Raimondi no hace alusión alguna a colectas realizadas por él en el poblado de Cajatambo.

Según Quinteros (2009) los pobladores de esta región aprovecharon muy bien los recursos que tenían a la mano para desarrollar su economía. Tal es el caso de las grandes extensiones de poblaciones naturales de cactus de donde se obtenía la cochinilla que era utilizada como tinte para la lana de oveja, que luego eran trabajadas en la elaboración de mantas y chompas para el comercio con las provincias cercanas, principalmente con Huánuco y Humalies.

Solo por mencionar algunos más de los conocimientos que los cajatambinos de antiguas generaciones desarrollaron tenemos, una gran diversidad de cultivos como papas, habas, ollucos, maíz y trigo; el uso de las plantas medicinales y la importancia de los árboles en las partes altas como los *Polylepis* “queñuales”, conocidos como los que “atraen” las lluvias estacionales (Quinteros 2009).

Las especies de cactáceas y suculentas también están representadas en la vegetación de Cajatambo como *Armatocereus matucanensis*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Echinopsis peruviana*, *Matucana haynei*, *Furcraea occidentalis* y *Jatropha macrantha*, entre otras, algunas de las cuales se encuentran categorizadas como En Peligro como *Echinopsis peruviana*, o Vulnerables como *Austrocylindropuntia subulata* y *Matucana haynei* (Ostolaza *et al.*, 2006). La importancia de estas especies es que pueden ser muy bien utilizadas como en otras zonas del país, en artesanía, construcción o en alimentación.

2.5. COBERTURA DEL PAISAJE EN CAJATAMBO Y SUS TENDENCIAS DE CAMBIO

Una manera de definir la vegetación es como el paisaje determinado por la distribución espacial y temporal de las formas de vida de las plantas, lo cual expresa también el carácter dinámico de la misma. Esta dinámica en las formaciones vegetales de Cajatambo ha sido reportada en un estudio realizado por Arnao (2017) a través de un cambio en la cobertura del paisaje en el periodo 1987 - 2014. En dicho estudio se encontró que en el paisaje del distrito la formación vegetal dominante es el pajonal para las dos microcuencas, Pumarrinri y Cuchichaca. Esta formación vegetal tiene la tendencia a aumentar su extensión, pues posee poca presión antrópica, dado que se usa para crianza de ganado extensivo (ovino).

Otra formación vegetal importante es el matorral, ubicado en áreas de alta pendiente, la cual tiene una tendencia a disminuir. Esta misma tendencia se observa en la cobertura de los campos agrícolas, siendo el factor principal el abandono de la población rural, que cambia actividades económicas primarias por algo más rentable, relacionadas a actividades urbanas. El abandono de los campos agrícolas también ha hecho que se dé un cambio hacia la matorralización, en ambas microcuencas, pero en diferente grado. Otro cambio importante en la agricultura ha sido la migración a mayor altitud, debido al incremento de la temperatura, como ha sucedido en Cuchichaca. Esto evidencia que tanto los procesos sociales como ecológicos definen y dan forma a los cambios en los sistemas socio-ecológicos asociados a agricultura. En cuanto a la cobertura arbórea esta ha aumentado en Pumarrinri de manera constante, en donde predomina el bosque nativo de *Polylepis*, el cual escaló altitudinalmente en zonas de alta pendiente y difícil acceso. En cambio, en Cuchichaca predomina las plantaciones de eucalipto que han disminuido por la tala para el uso de madera, disminuyendo así la presión en los bosques altoandinos de *Polylepis*.

Si bien es cierto que la proporción de cambio es menor que la permanencia en todas las coberturas, según Arnao (2017), las tendencias al cambio han aumentado para las dos microcuencas en el último rango temporal (2008 - 2014), siendo la temperatura superficial el factor que afecta la dinámica de la cobertura acelerando los procesos de cambio.

2.6. COBERTURA VEGETAL

La cobertura de una especie vegetal es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa como porcentaje de la superficie total. La cobertura ha sido utilizada con mucha frecuencia como medida de la abundancia de los atributos de la comunidad, especialmente cuando la estimación de la densidad resulta difícil por la ausencia de los límites netos visibles entre los individuos, como ocurre en los pastizales, en el caso de plantas macollantes y cespitosas, en cojín o las que crecen vegetativamente, como los pastos y algunos arbustos. La cobertura sirve principalmente para determinar la dominancia de especies o formas de vida (Matteucci y Colma 1982).

Por otro lado, debido a que esta variable es factible de evaluación subjetiva, para la estimación objetiva de la cobertura hay dos técnicas fundamentales: mediante unidades muestrales lineales y mediante unidades muestrales puntuales (Matteucci y Colma 1982). La primera técnica consiste en extender una línea sobre el suelo y medir la longitud interceptada por cada especie. La cobertura de la especie es equivalente a la proporción de la longitud total interceptada por la especie considerada. La segunda técnica, a partir de unidades muestrales puntuales, consiste en registrar la presencia o ausencia de una especie en cada uno de un conjunto de puntos ubicados al azar. La técnica se basa en el hecho de que en cada unidad puntual existen sólo dos alternativas: que la especie esté presente o que esté ausente. Por lo tanto, la proporción de puntos en los que la especie está presente derivados de un número infinito de unidades muestrales posibles equivale a la cobertura de dicha especie.

En el caso de la vegetación baja se emplean agujas delgadas que se hacen descender verticalmente hacia la vegetación, registrando las especies tocadas con el extremo de aquellas. Es importante que el punto sea de diámetro infinitesimal, ya que de lo contrario se sobreestima la cobertura. También puede utilizarse en vegetación herbácea baja una red de hilo o marcos de agujas colocados sistemáticamente.

La cobertura repetida es el número promedio de capas de follaje de una especie y puede constituir una medida indirecta de la biomasa. Se estima mediante unidades muestrales puntuales. Se cuenta el número de veces que cada aguja contacta cada especie al descender a través de la vegetación hasta el suelo. Luego se suman estos valores por especies para obtener el número total de contactos de cada especie en la muestra total de puntos y se divide este valor por el número de puntos en que la especie está presente. La cobertura repetida también se emplea con frecuencia como índice de vigor. El vigor o comportamiento es una variable que refleja el éxito que tiene una especie en la comunidad (Matteucci y Colma 1982).

2.7. LA DIVERSIDAD COMO POTENCIAL DE INTERACCIONES

Según Margalef (1980) la diversidad es la potencialidad de interacciones, es decir, la mayor cantidad de elementos para hacer conectividad. La Ley de la variedad requerida de Ashby (1972) dice: “Solo la variedad puede absorber variedad”. Esto quiere decir que para que un sistema persista la variedad de respuestas del sistema debe ser mayor o igual a la variedad de estados del entorno. Asimismo, debido a que un componente presente en la naturaleza es la incertidumbre, dada por la estocasticidad ambiental, el incremento de diversidad sería una garantía de incremento de variedad de respuestas. Entonces, la diversidad es importante como un potencial de respuesta a la estocasticidad ambiental.

La complejidad y estabilidad de los sistemas agrícolas, de manera parecida a la de los sistemas naturales, se basa en su diversidad (Sans 2007). En el enfoque de la agroecología hay un énfasis en el diseño de sistemas agrícolas complejos, en los que las interacciones ecológicas y la sinergia reemplazan a los insumos para proporcionar los mecanismos necesarios para el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la productividad y la protección de los cultivos (Nicholls y Altieri 2012). Asimismo, se reconoce la importancia del análisis sistémico de los escenarios productivos agrícolas y de su complejidad, como vía para entender y lograr su manejo de forma armoniosa y según los principios de la agricultura sostenible (Vázquez y Matienzo 2010). La importancia de tener un agroecosistema diverso radica en que puede llegar a ser resiliente, y en este caso, como afirman Nicholls y Altieri (2012) este sería capaz de producir alimentos aun después de sufrir perturbaciones ambientales, sociales y económicas.

2.8. ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo heterogéneo que puede ser un determinado lugar. Sin embargo, es importante diferenciar dos términos muy usados, parecidos y a veces confundidos, éstos son la riqueza de especies y la diversidad de especies. La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo existentes en una determinada área. En cambio, la diversidad es la relación entre el número de especies (riqueza) y la abundancia relativa de cada una de ellas en una comunidad determinada (Margalef 1980).

Según Pielou (1975), citado por Del Castillo (2015), hay tres niveles de diversidad: alfa, beta y gamma. La diversidad alfa o diversidad dentro del hábitat, es principalmente determinado por las interacciones ecológicas, la historia evolutiva y biogeográfica del área en estudio. Uno de los índices más utilizados para su medición es el índice de Shannon-Weaver, que se basa en la teoría de la información y mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo elegido al azar dentro de una comunidad. Es máximo cuando todas las especies tienen la misma cantidad de individuos. La diversidad beta o diversidad entre hábitats, también conocida como cambio de composición de especies, mide el recambio de especies entre dos lugares. Este recambio puede ocurrir en el espacio o en el tiempo. Es el enlace entre la diversidad alfa o local y la gamma o regional. Finalmente, la diversidad gamma o diversidad de la totalidad del paisaje, como integración de la diversidad alfa y beta, es el número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje, entendido como un área que comparte cierto grado de condiciones ambientales y una historia biogeográfica común.

Un par de aspectos importantes a resaltar es que, según Margalef (2002) más que realizar mediciones puntuales de diversidad, hay que tender a medir la variación de la diversidad a lo largo del espacio o tiempo evaluado. En ese sentido, la diversidad beta es muy útil pues representa la variancia de la diversidad y permite comparar sitios descritos por la diversidad alfa. En segundo lugar, que, si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado (Mostacedo y Fredericksen 2000), a pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (superiores, en el sotobosque, etc.).

2.9. LEY DE TAYLOR

En 1961 Lionel Roy Taylor publicó en *Nature* su famoso artículo “*Aggregation, variance and the Mean*” donde señalaba que en todos los grupos de muestras de diferentes especies de organismos que había analizado la varianza (S^2) se relacionaba con la media o promedio de la densidad de la población (m) a través de una sencilla ley de poder. Dicha ley indicaba que la varianza era proporcional a la media elevada a una fracción de potencia:

$$S^2 = a m^b$$

La Ley de potencia de Taylor refleja el grado de correlación entre individuos de una población y tiene como base la relación entre la densidad media de una población y su variabilidad espacial y temporal, es entonces una relación empírica entre la varianza y la media de estimaciones de abundancia (Texeira y Sánchez 2006). Permite cuantificar el grado de agregación indicando si las poblaciones cumplen con patrones uniforme, aleatorio y agregado. Redfern y Pimm (1988) propusieron reemplazar a la varianza por el coeficiente de variabilidad (CV), como medida de variabilidad poblacional, ya que este no se ve afectado por los ceros y admite la comparación entre especies (Giraldo *et al.* 2002). Esta relación es considerada como el modelo más adecuado para la descripción de las distribuciones espaciales resultantes de muestreos poblacionales (Taylor *et al.* 1978).

Estudios sucesivos destacarían no solo la universalidad del modelo y su potencialidad para detectar comportamientos densodependientes en las dinámicas poblacionales, si no que también la extenderían al ámbito temporal. 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 cambiada por la siguiente expresión:

$$CV = a^{0.5} N^{(0.5\beta-1)}$$

se obtiene la siguiente regresión en logaritmos:

$$\log CV = 0.5 \log a + (0.5\beta-1) \log N$$

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. Mc Ardle *et al.* (1990) utilizaron esta variación de la Ley de Taylor 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 y Loevinsohn (1987), Mc. Ardle *et al.* (1990) propusieron las siguientes denominaciones, para los patrones espacio-temporales que emergen al combinar los valores de β_s y β_t :

1. Hot-spots ($\beta_s > 2$, $\beta_t > 2$). La población en las parcelas de mejor calidad es más variable que en las de baja calidad. En años estables hay más variabilidad. Las parcelas de buena calidad se incrementan y actúan como “hot-spots”.
2. Refugios ($\beta_s < 2$, $\beta_t < 2$). La población en las parcelas de buena calidad es menos variables en el tiempo, y en los años menos estables hay mayor variabilidad espacial, actuando en forma de “refugio”; en los años inestables los sitios de mejor calidad se mantienen.
3. Hot-spots móviles y fijos ($\beta_s > 2$, $\beta_t < 2$). La población en parcelas de buena calidad es menos variable en el tiempo. En años estables hay más variabilidad en el espacio. Las parcelas de buena calidad actúan como “hot-spots móviles o fijos”.
4. Si $\beta_s < 2$, $\beta_t > 2$: La población en las parcelas de mejor calidad es más variables en el tiempo que en las parcelas de baja calidad. Pero en años buenos hay menor variabilidad. Este tipo de patrón necesita un mayor análisis empírico y teórico, por lo tanto, todavía no se entiende bien.

Según Texeira y Sánchez (2006) esta ley permite entender los patrones de distribución espacio-temporal de las poblaciones sugiriendo además los procesos que pueden generar estos patrones. Los patrones poblacionales permiten entender la variabilidad espacio-temporal de la comunidad vegetal, así como las distintas respuestas ambientales que tienen las diferentes especies ante una perturbación natural cíclica que tiene un impacto en el ecosistema. La identificación de patrones poblacionales también ayuda a descubrir

mecanismos biológicos que contribuyen al ordenamiento espacial de los individuos y entender por qué diferentes especies pueden tener dinámicas poblacionales similares (McArdle *et al.* 1990).

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, 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).

2.10. SISTEMA COMPLEJO ADAPTATIVO

Según Betch (1980), citado por Saravia (1983), existen múltiples definiciones de sistemas, siendo una de ellas: “*Un arreglo de componentes físicos o un conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una unidad, como un todo*”. Según Earls (2006); Kaisler y Madey (2009) los sistemas complejos como el gobierno, la familia y el clima, están compuestos de partes interconectadas o interdependientes, que no es fácil de entender o analizar. Exhiben comportamientos derivados de interacciones no lineales espacio-temporal entre un gran número de componentes y subsistemas. Si decimos que algo es complejo generalmente nos referimos a algo que es difícil o imposible de entender con lógica simple, como los patrones climáticos de largo plazo.

Conociendo ciertas cosas básicas, si es que las condiciones no cambian, podemos describir qué es lo que pasará con el sistema, pero no podemos predecir qué es lo que pasará exactamente con un sistema complejo. Podemos entender por qué sucedieron ciertas cosas *a posteriori*, pero no predecirlas con exactitud *a priori*. Los sistemas complejos cambian a lo largo del tiempo, se adaptan a su ambiente, por eso suelen denominarse “sistemas complejos adaptativos” (Earls 2006).

Una de las características importantes de un sistema complejo adaptativo es la emergencia, es decir que tiene propiedades que resulta o emerge de la interacción de sus partes y no de la suma de ellas. Entonces, considerando que un ecosistema es un Sistema Complejo

Adaptativo, básicamente emergente, todas las variables que definen el estado de este sistema deben ser analizadas simultáneamente y en conjunto. Esto permite también seleccionar las llamadas variables clave, es decir aquellas que tienen la capacidad de control de la dinámica del ecosistema (Davic 2003).

2.11. ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

El enfoque de sistemas en la agricultura tiene como objetivo central la realización de un análisis más integral de problemas y causas que los originan, a fin de identificar las soluciones más adecuadas para la práctica de una agricultura que considere el potencial del ambiente, los recursos del agricultor y también sus expectativas y anhelos (Malangón y Prager 2001). El surgimiento de un nuevo enfoque para la explicación de los fenómenos mediante el estudio de las totalidades, donde no existen acontecimientos locales independientes, sirvió de base para que Von Bertalanffy (1980) enunciara su Teoría General de Sistemas. En dicha teoría pone de manifiesto que la observación de la realidad, *“sea cual fuere la naturaleza de los componentes o elementos constitutivos y las fuerzas reinantes entre ellos, deben estudiarse como un sistema, donde la suma de las partes es diferente al todo”*.

Siau (1993) destaca que este enfoque nos acerca a la comprensión de los eventos relevantes de un proceso productivo, por otro lado, formular en forma correcta alternativas técnicas aplicables y reproducibles, que mejoren la producción y eficiencia de transformación en estos sistemas.

En consideración a lo anterior, la Teoría General de Sistemas busca ante todo la integración de diversas disciplinas que con el análisis de una situación en particular considere los aspectos biofísicos, socio-culturales y económicos que hacen parte del escenario real de los sistemas de producción agrícola (Malangón y Prager 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el distrito de Cajatambo, ubicado en la provincia del mismo nombre, al NE del departamento de Lima en la parte occidental de la cordillera andina, a $10^{\circ} 28' 16.65''$ LS y $76^{\circ} 59' 35.91''$ LO, limitada por los departamentos de Ancash, Huánuco y Pasco (Figura 1). El distrito está comprendido desde los 2,600 a los 4,800 msnm y la capital, Cajatambo está ubicada a 3,376 msnm (Quinteros 2009).

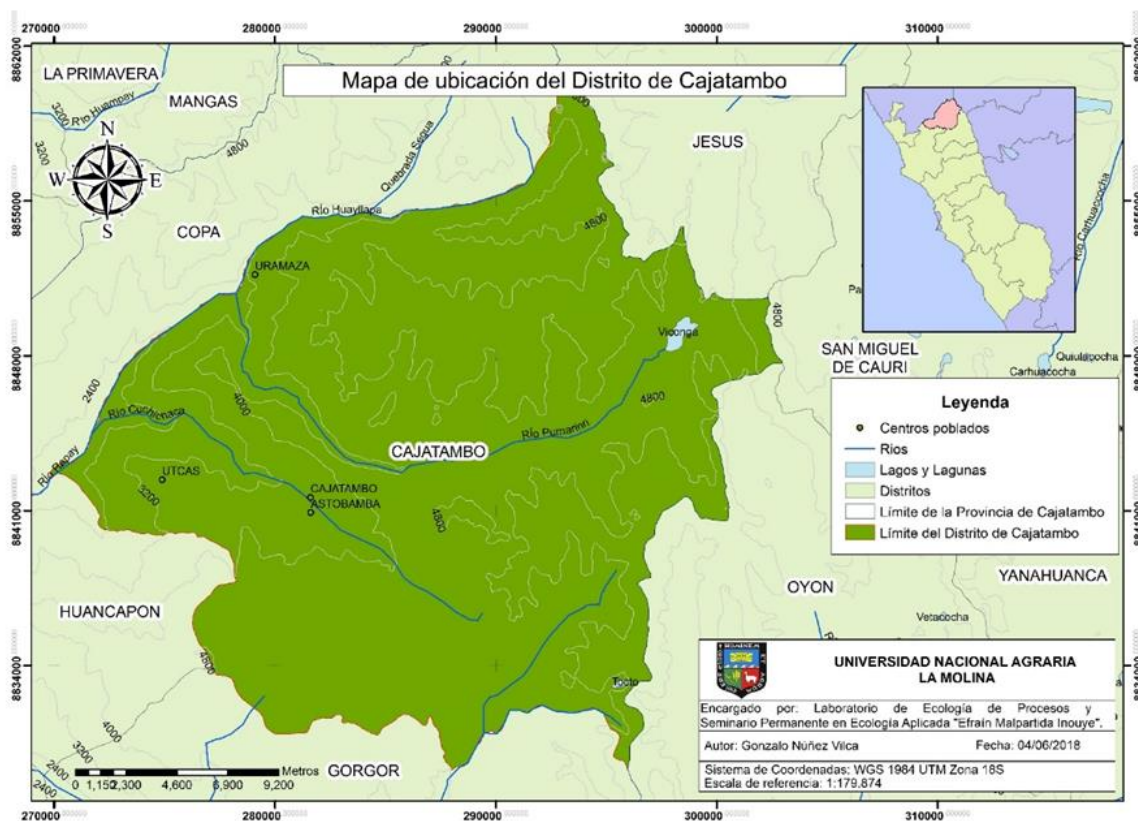


Figura 1. Ubicación del distrito de Cajatambo en la Región Lima (Fuente: Laboratorio de Ecología de Procesos - UNALM)

3.2. MATERIALES

Prensas botánicas, papel periódico, bolsas, tijeras de podar, lupa, libretas de campo, altímetro, GPS, sogas de 30 metros, guinchas de 3 metros y cámara fotográfica.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La evaluación de la diversidad vegetal correspondió a cada tipo de parche diferente del mosaico, o formaciones vegetales, determinado por foteointerpretación (Arnao 2017) (Figura 2). Estos fueron: campo agrícola, bosque de eucalipto, bosque de *Polylepis*, matorral, pajonal, césped, bofedal, gravilla y juncal (Tabla 1).

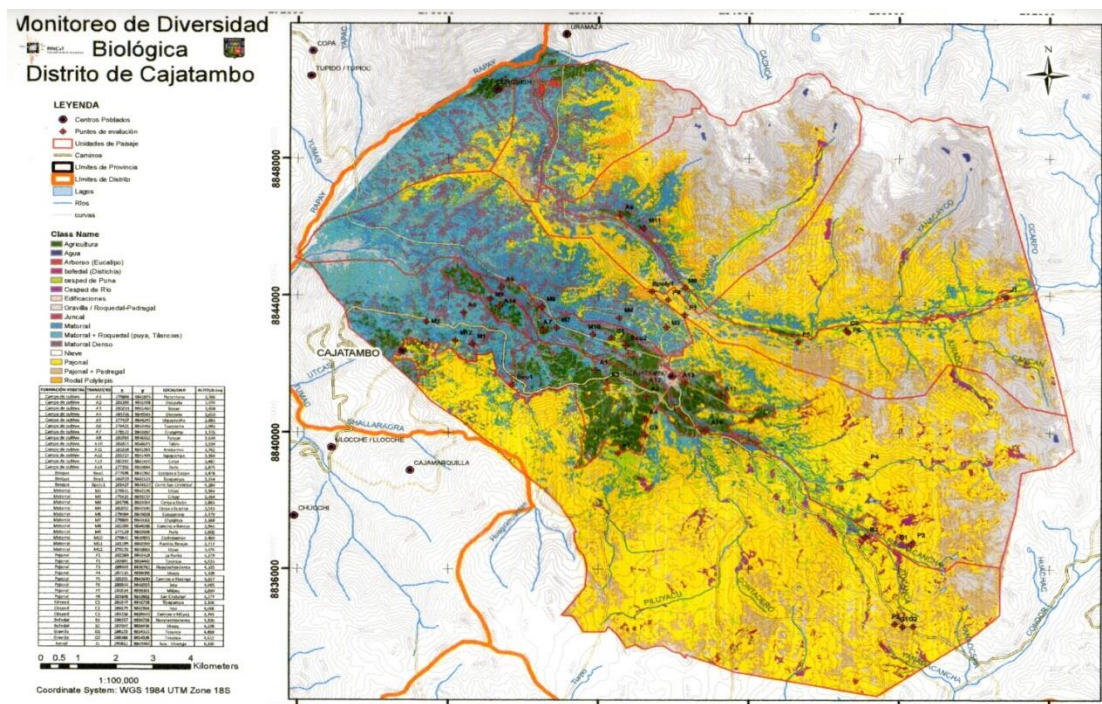


Figura 2. Mosaico de parches del distrito de Cajatambo en la Región Lima.

Tabla 1. Formaciones vegetales y transectos evaluados

Formación vegetal	Transecto	Coordenadas (utm)	Localidad	Altitud (m)
Campo agrícola	A1	18L 0279898 8841825	Parientana	3,396
	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
	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
	Bosque	Beu1	18L 0277698 8841392	Entrada a Ciscan

	Beu2	18L 0280720 8842533	Tizapampa	3,324
	Bpoly1	18L 0281417 8844120	Cerro San Cristóbal	4,282
Matorral	M1	18L 0276641 8842576	Utcas	3,360
	M2	18L 0275415 8843237	Cilcay	3,262
	M3	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
	M6	18L 0278484 8843658	Cotaparaco	3,179
	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
Pajonal	P1	18L 0282280 8843418	La Punta	4,179
	P2	18L 0287891 8834402	Tocanca	4,533
	P3	18L 0288365 8836782	Huaylashtoclanca	4,367
	P4	18L 0287115 8839066	Ucopy	4,373
	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
Césped	C1	18L 0280347 8842758	Tizapampa	3,316
	C2	18L 0286579 8842984	Iscu	4,006
	C3	18L 0281238 8839920	Camino a Milpoj	3,799
Bofedal	B1	18L 0288337 8836726	Huaylashtoclanca	4,349
	B2	18L 0287097 8836938	Ucopy	4,192
Gravilla	G1	18L 0288103 8834323	Tocanca	4,534
	G2	18L 0288388 8834338	Tocanca	4,550
Juncal	J1	18L 0290822 8843980	Iscu – Viconga	4,106

El registró florístico y la evaluación de la diversidad vegetal fue realizado en salidas de campo en las épocas lluviosas y secas de los años 2015 y 2016.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo muestral fue el distrito de Cajatambo, mientras que el tamaño total de la muestra fueron los parches de vegetación. Las unidades muestrales correspondieron a transectos de 30 m de longitud y su distribución en los estratos formados por los parches de vegetación se hizo aplicando el concepto de Muestreo Estratificado con Afijación Proporcional, en donde el número de unidades muestrales estuvo en proporción al tamaño de cada tipo de parche.

3.5. REGISTRO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Para la determinación taxonómica de la flora del área de estudio se colectó material botánico, en las épocas lluviosas y secas de los años 2015 y 2016, dentro de los transectos de evaluación en cada formación vegetal y a lo largo de los desplazamientos en el área de estudio, de acuerdo a la técnica de colección convencional (Cerrate 1969; Smith 1971; Mori *et al.* 1985; Lot y Chiang 1986). El trabajo de campo consistió en la determinación de la familia, género o la especie usando una lupa y los especímenes no reconocidos se colectaron, prensaron provisionalmente y llevaron para su posterior determinación. El trabajo de prensado definitivo y secado se realizó en el Centro de Interpretación Casa Julio Gaudron del Jardín Botánico “Octavio Velarde Núñez” de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). La determinación de las plantas se hizo mediante el uso de claves, descripciones de publicaciones, consultas a especialistas y la base de datos de TROPICOS del *Missouri Botanical Garden* (MO) (www.tropicos.org). Se utilizó el sistema de clasificación propuesto por la *Angiosperm Phylogeny Group* en su versión APG IV (APG 2016).

3.6. REGISTRO DE LOS USOS Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE LAS PLANTAS SILVESTRES Y CULTIVADAS

El levantamiento de información de los usos y conocimiento tradicional de las plantas se hizo mediante técnicas cualitativas etnobotánicas (Ceroni 2001; Lerner *et al.* 2003; Cruz y Durán 2012; Tello 2015) que consistió principalmente en entrevistas a personas clave. Para el registro de la información se utilizó una ficha etnobotánica modificada a partir de La Torre (1998) y Lerner (2003).

3.7. CATEGORIZACIÓN DE PLANTAS AMENAZADAS

Se utilizó la clasificación sugerida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en su “Lista Roja” versión 2018-2, el Listado de Especies de Flora Silvestre CITES - Perú (2017), la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre, Decreto Supremo N° 043-2006-AG (MINAGRI 2006) y evaluaciones de presencia, distribución y estado de conservación de cactáceas y suculentas en Lima (Ostolaza *et al.* 2003, 2005, 2006, 2007, 2009, 2014) (Figura 3).

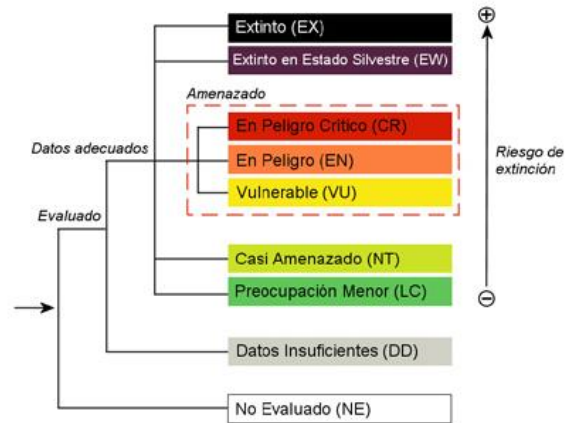


Figura 3. Categorías de amenaza según la UICN (2001).

3.8. ESTIMACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

El valor de importancia para las plantas fue la cobertura vegetal la cual fue estimada mediante dos técnicas fundamentales: cobertura repetida o reiterada (CVR) mediante unidades muestrales puntuales y cobertura por proyección ortogonal (CVPO) mediante unidades muestrales lineales (Matteucci y Colma 1982), en un transecto lineal de 30 m de longitud (Figura 4).



Figura 4. Medición de cobertura vegetal reiterada y por proyección ortogonal.

La primera técnica consistió en contar el número de veces que cada especie (t_i) contacta con una varilla y luego se suman estos valores por especies para obtener el número total de contactos en el transecto (T). La cobertura repetida de la especie i es:

$$CVR_i = (t_i / T) \times 100$$

La segunda técnica consistió en extender una línea de longitud (L) y medir la longitud (li) interceptada por cada especie. La cobertura de la especie i es:

$$CVPO_i = (l_i / L) \times 100$$

3.9. FORMAS DE VIDA

Las formas de vida entendidas como la fisonomía o aspecto externo de las plantas con una connotación adaptativa (Matteucci y Colma 1982), fueron determinadas en base a una clasificación modificada a partir de las principales categorías de agrupación consideradas por Kùchler y Zonneveld (1988), Perez-Harguindeguy *et al.* (2013), la de ecosistemas de páramos de Cleef com pers. citado por Salgado-Negret (2015) y la de cactáceas de Anderson (2001). De acuerdo a esto se plantearon tres grupos principales: plantas leñosas, plantas herbáceas y plantas suculentas:

1. Leñosas: 1a. Latifoliadas perennifolias; 1b. Latifoliadas caudifolias; 1c. Aciculares perennifolias; 1d. Aciculares caducifolias.
2. Herbáceas: 2a. Graminoides: gramíneas sueltas y macollas; 2b. Latifoliadas: hierbas erectas y hierbas postradas; 2c. Rosetas: rosetas basales y acantirosulas (rosetas con espinas); 2d. Cojines; 2e. Trepadoras; 2f. Parásitas; 2g. Epífitas y 2h. Brioides.
3. Suculentas: 3a. De tallo: ramificados, columnares, globulares o globosos, cespitosos; 3b. De hoja: latifoliadas y arrosetadas.

3.10. ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL

Para este análisis se consideró las especies que representan hasta el 90% de la cobertura total. Se utilizó un diagrama de barras para ordenar a las especies de mayor a menor cobertura.

3.11. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD VEGETAL

Para medir la diversidad local (diversidad alfa) y regional (diversidad gamma) se utilizó el índice de Shannon-Weaver (H') a partir de la cobertura vegetal por especie. Este índice es uno de los más utilizados para estimar la diversidad de especies de una comunidad de plantas (Magurran 2004). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H = - \sum p_i * \log_2 p_i$$

donde: p_i = cobertura porcentual de la especie i

La similitud entre transectos y entre épocas (diversidad beta) se evaluó mediante el Análisis de Cluster o de conglomerados, generando dendrogramas. El índice de Shannon-Weaver (H'), así como los dendrogramas fueron calculados y generados utilizando el programa PAST versión 1.7 (Hammer 2011). Además, se calcularon los índices de Dominancia de Simpson (D_{si}) y de Equitabilidad de Pielou (J').

3.12. ANÁLISIS DE PATRONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE LAS PLANTAS

A partir de las especies que representan el 90% de la cobertura vegetal total se calculó las coberturas totales, número de especies (S) y diversidad Shannon-Weaver (H') para cada uno de los transectos. Se consideró como fuentes probables de variación aquella debida a las formaciones vegetales, las estaciones y los años.

Para ver si los factores formaciones vegetales y estaciones o estaciones y años son significativos en la determinación de patrones se utilizaron el Análisis de Similitud (ANOSIM), prueba multivariada no paramétrica que analiza las diferencias en datos entre grupos, con el índice de Bray-Curtis; el Análisis No Paramétrico Multivariado de Varianza (NP-MANOVA) que analiza los cambios significativos en determinadas variables dependientes por el efecto de otras independientes, en este caso se usó una de dos vías, con el índice de Morisita; y el Análisis de Componentes Principales (ACP), con el índice de Raup-Crick, para ver los grupos separados estacionalmente. Todos los análisis se realizaron con el programa PAST versión 1.7 (Hammer 2011).

3.13. SELECCIÓN DE ESPECIES POTENCIALMENTE CLAVE

Los criterios utilizados para la selección de especies potencialmente clave fueron tres: la contribución de la cobertura a las diferentes formaciones vegetales; la contribución de la cobertura en el cambio de una formación vegetal a otra; y su importancia cultural, en este último criterio, se consideró los usos tradicionales de las plantas y el conocimiento relativo e importancia relativa de las especies útiles para los pobladores. La determinación de la contribución de la cobertura se hizo mediante el Análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER), técnica que permite identificar las especies que contribuyen en mayor grado a la formación de grupos.

3.14. 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 se realizaron con el programa PAST versión 1.7 (Hammer 2011).

3.15. 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 realizaron mapas de variación espacial y temporal con isoclinas de cobertura vegetal con el Programa ArcGis 10.4, usando las coberturas vegetales de cada una de las especies clave y las coordenadas georreferenciadas de los transectos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

4.1.1. REGISTRO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Se evaluaron un total de 44 transectos correspondientes a las diferentes formaciones vegetales, en el mosaico de parches. Se determinó un total de 355 especies, correspondientes a 211 géneros y 64 familias, colectadas tanto en los transectos como entre los caminos a los transectos (Anexo 1). Las familias con mayor número de especies fueron 16 entre las cuales Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae y Solanaceae, presentaron el mayor número de especies, 89, 40, 23, 16, 14 y 12, respectivamente (Figura 5).

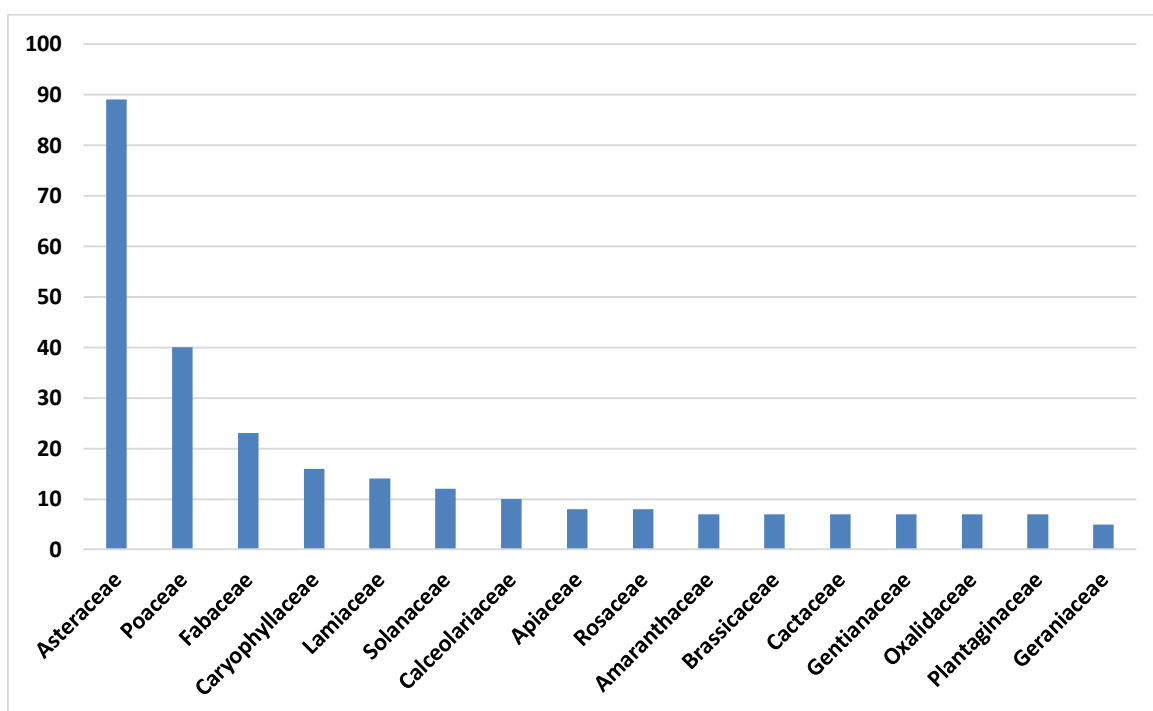


Figura 5. Familias con mayor número de registros.

Asimismo, los géneros con mayor número de especies fueron un total de 20 entre los cuales *Senecio*, *Baccharis*, *Calceolaria*, *Oxalis*, *Solanum* y *Plantago* tuvieron el mayor número de especies, 16, 9, 9, 7, 6 y 6, respectivamente (Figura 6).

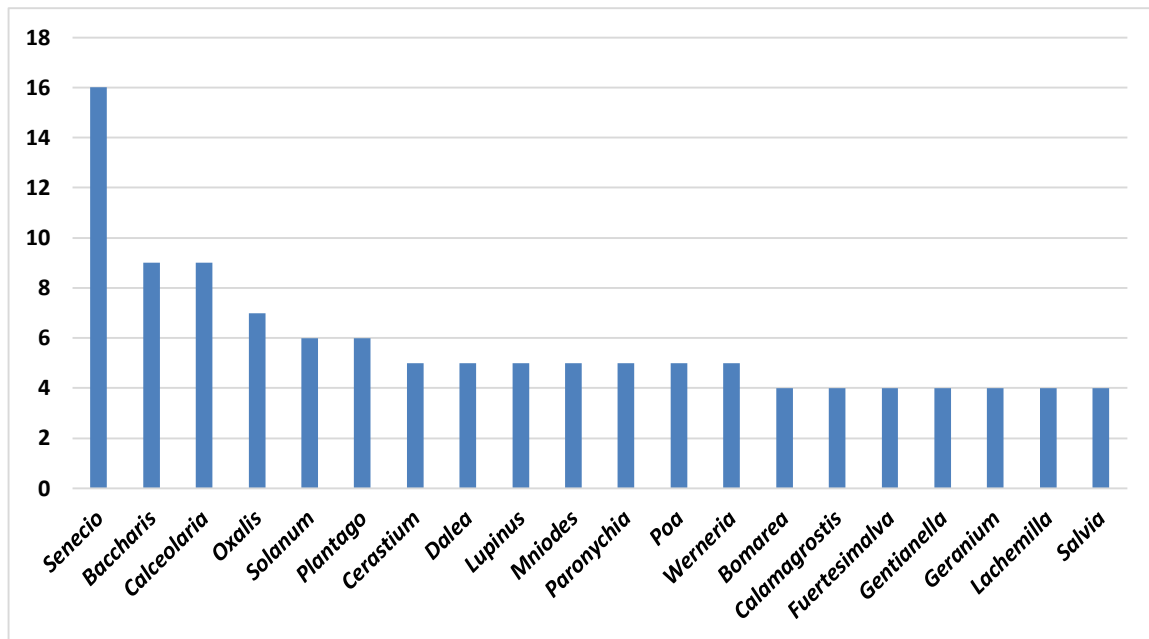


Figura 6. Géneros con mayor número de registros.

Con respecto a trabajos anteriores realizados en el lugar como el de Quinteros (2009), se encuentra coincidencias en cuanto a las familias botánicas dominantes como las Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae, Rosaceae, Poaceae, Brassicaceae y Solanaceae, a excepción de las Scrophulariaceae, que ahora están desmembradas en otras familias. Varios trabajos realizados en zonas altoandinas evidencian el hecho de que las Asteraceae y Poaceae se encuentran entre las familias dominantes debido a que muchas de sus especies han desarrollado características adaptativas a estos ecosistemas (Smith 1988; Flores *et al.* 2005; Cano *et al.* 2005, 2006, 2010, 2011; Paulino *et al.* 2015; Kanh *et al.* 2016, Aquino *et al.* 2017, 2018).

En relación a los géneros, tanto en el estudio de Quinteros (2009) como en el presente, se ha encontrado que *Senecio* y *Baccharis* presentan un mayor número de especies. Estos géneros también son los dominantes en otras provincias del departamento de Lima como en Oyón (Paulino *et al.* 2015; Kanh *et al.* 2016), Huarochirí (Aquino *et al.* 2017, 2018), Canta (González & Navarro 2015) y Yauyos (Trinidad & Cano 2016), así como en estudios de la familia Asteraceae en Lima (González 2016; Beltrán 2018; Vilcapoma & Beltrán 2018).

La evaluación florística realizada ha permitido catalogar un número importante de familias, géneros y especies en relación a otros trabajos realizados en las regiones de Ancash y Lima, tales como en el distrito de San Marcos, Callejón de Conchucos y la Cordillera Blanca

(Ancash), en el distrito de Oyón y Matucana (Lima), y en el mismo Cajatambo (Lima) (Tabla 2).

Tabla 2. Número de Familias, Géneros y Especies en trabajos florísticos en Ancash y Lima.

Lugar	Familias	Géneros	Especies	Fuente
P.N. Huascarán (Ancash)	104	340	779	Smith (1988)
San Marcos (Huari, Ancash)	25	49	57	Cano <i>et al.</i> (2005)
Callejón de Conchucos (Ancash)	51	103	122	Cano <i>et al.</i> (2006)
Cajatambo (Lima)	56	133	200	Quinteros (2009)
Cordillera Blanca (Ancash)	26	65	136	Cano <i>et al.</i> (2010)
Oyón (Lima)	40	126	184	Paulino <i>et al.</i> (2015)
Santa Rosa de Quives (Lima)	77	291	453	González <i>et al.</i> (2015)
Oyón (Lima)	47	112	181	Kanh <i>et al.</i> (2016)
R. P. Nor Yauyos-Cochas (Lima)	60	172	282	Trinidad & Cano (2016)
Marachanca (Huarochirí, Lima)	61	166	257	Aquino <i>et al.</i> (2017)
Huarochirí (Lima)	84	296	504	Aquino <i>et al.</i> (2018)

Considerando los trabajos realizados en la región y el presente se puede ver que Cajatambo representa un área de alta riqueza de especies, lo cual es importante destacar ya que constituye una fuente de recursos vegetales para diversos usos. Existen varias especies comunes en estas zonas, por ejemplo, con el Callejón de Conchucos como *Agave cordillerensis*, *Alnus acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Bomarea dulcis*, *Calamagrostis eminens*, *C. vicunarum*, *Cantua buxifolia*, *Chuquiraga spinosa*, *Distichia muscoides*, *Ephedra rupestris*, *Gentiana sedifolia*, *Hesperomeles cuneata*, *Jungia schuerae*, *Lachemilla orbiculata*, *Matucana haynei*, *Monnina salicifolia*, *Plantago rigida*, *Poa horridula*, *Schinus molle*, *Siphocampylus tupaeformis*, *Tecoma stans*, *Werneria nubigena* y *W. pumila*, que también tienen un gran potencial de uso ya sea medicinal, tintóreo, ornamental, comestible, condimenticio y para leña, que podrían ser mejor aprovechados.

Por otro lado, la presente evaluación florística también permite aportar en cuanto a ampliar la distribución de algunas especies que en trabajos anteriores en la región (Cano *et al.* 2005, 2006) no están reportadas. Es el caso de *Alnus acuminata*, *Calamagrostis eminens*, *Ephedra rupestris*, *Gentianella incurva*, *Gynoxis caracensis*, *Lachemilla orbiculata*, *Plantago rigida*, *Siphocampylus tupaeformis*, *Werneria nubigena* y *Senna malaspinae*, esta última especie endémica para Lima, colectada en la Expedición Malaspina en 1790, reportada luego en 1925 (Irwin y Barbeby 1982) y que es de nuevo reportada recién en 1993 en Huamantanga, Canta (Flores 1997).

4.1.2. VARIACIÓN TEMPORAL DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

El número de especies registradas en las diferentes temporadas fue en promedio de 21, 10, 14 y 7, en abril del 2015, setiembre del 2015, abril del 2016 y setiembre del 2016, respectivamente (Figura 7). Es decir, que desde el punto de vista de las especies se observa que en las épocas lluviosas de ambos años hay un mayor número de especies que en las épocas secas.

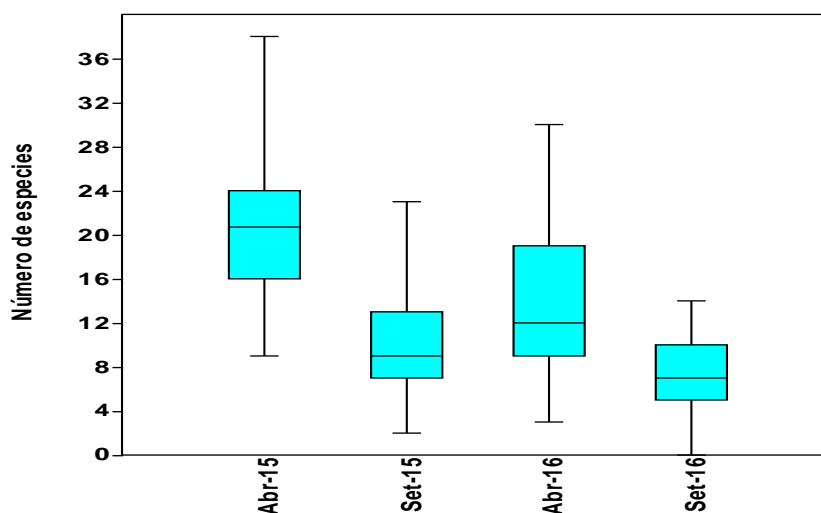


Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes para el número de especies por temporada: Abril 2015, Setiembre 2015, Abril 2016, Setiembre 2016.

Estas variaciones estarían relacionadas con las variaciones temporales de los factores ambientales, en este caso de las precipitaciones, cuya intensidad y duración influyen en el desarrollo de la vegetación (Vila 1997; Parra 2003; Olivares y Squeo 1999). Según Terradas (2001) el agua influye en la proliferación de las especies vegetales, pues las plantas adaptan su desarrollo principal a las épocas de lluvias y/o a aquellos años con mayores niveles hídricos. De ahí también que el mayor registro de especies en abril y setiembre del 2015 es debido a que este año fue más húmedo que el año 2016 (Castro 2019).

Entre las plantas vasculares registradas se encontró que alrededor de 46 especies están presentes en todas las temporadas. Dentro de ellas, las más frecuentes fueron herbáceas, como *Medicago polymorpha* “carretilla”, *Trifolium repens* “trébol blanco”, *Bidens pilosa* “amor seco” y *Lachemilla pinnata*; perennes, entre ellas *Ambrosia arborescens* “marco”, *Tetraglochin cristatum* “kanya”, *Austrocylindropuntia subulata* “hualanca”, especies de los géneros *Baccharis* y *Lupinus*; y las menos frecuentes fueron graminiformes y trepadoras (Figura 8).



Figura 8. a. *Medicago polymorpha* “carretilla”; b. *Trifolium repens* “trébol blanco”; c. *Ambrosia arborescens* “marco”; d. *Austrocyllindropuntia subulata* “hualanca”; e. *Baccharis alaternoides* y f. *Lupinus ballianus* “pushka”.

4.2. USOS Y CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE LAS PLANTAS SILVESTRES Y CULTIVADAS

Se registró un total de 72 especies, agrupadas en 66 géneros y 34 familias. Las siete familias con mayor número de especies fueron Asteraceae con 13 especies, Fabaceae con 6 especies, Lamiaceae y Solanaceae con 4 cada una, Apiaceae, Cactaceae y Poaceae con 3 especies cada una; las demás familias presentaron menos de tres especies. De las especies registradas, 46 correspondieron al estado de silvestre y 18 al de cultivada y 8 tanto silvestre como cultivada (Anexo 2).

En cuanto a las categorías de uso, se registraron un total de 13, siendo la medicinal la más frecuente, seguida de las plantas aprovechadas para alimento o afines (condimentos o refrescos). Otras categorías de uso importantes fueron: medicina cultural, combustible, forraje para los animales domésticos, construcción de viviendas, tintes de lanas y algunas prendas de vestir, productos artesanales (cucharones y muebles), gomas o exudados, ornamental, tóxica, productos industriales y bebida fermentada (Figura 9).

En este aspecto hay una gran coincidencia con lo reportado por Quinteros (2009) en cuanto al orden de importancia de categorías, en donde las plantas medicinales, alimenticias, para combustible (leña) y forrajeras (alimento para ganado) cuentan con mayor número de

especies y las tóxicas y para bebidas fermentadas (chicha) con un menor número de especies. Muchas de las especies son utilizadas de diversas maneras, razón por la cual están presentes en diferentes categorías de uso.

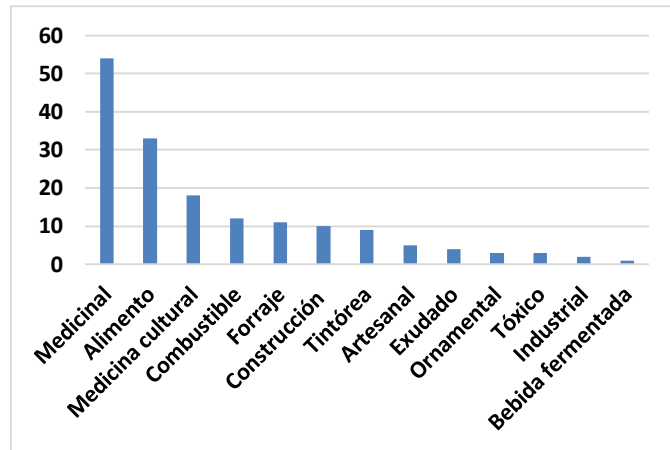


Figura 9. Número de especies por categoría de uso.

Entre ellas, *Eucalyptus globulus* “eucalipto”, *Luma apiculata* “arrayán”, *Polylepis microphylla* “queñoa” y *Schinus molle* “molle”, fueron las que tuvieron mayor número de usos diferentes, 7, 6, 5 y 5, respectivamente (Figura 10, Anexo 2).

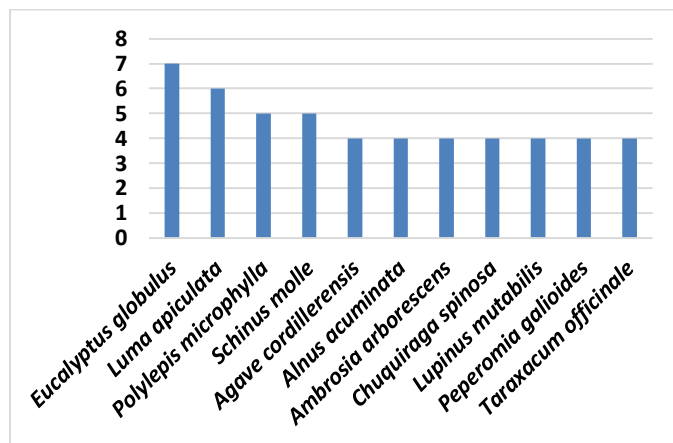


Figura 10. Especies con mayor número de categoría de uso.

En este sentido se estaría ampliando la información en cuanto al número de usos diferentes de algunas plantas en relación al trabajo realizado por Quinteros (2009) en donde varias tienen como máximo 2 usos diferentes. También es importante destacar que la mayoría de plantas con mayor número de usos son especies leñosas de porte arbóreo como *Eucalyptus globulus* “eucalipto”, *Polylepis microphylla* “queñoa”, *Schinus molle* “molle” y *Alnus acuminata* “aliso”, o arbustivas como *Ambrosia arborescens* “marco”, *Lupinus mutabilis* “chocho”, *Jungia schuerai* “matico serrano” y *Minthostachys mollis* “muña”, o también suculentas perennes como *Agave cordillerensis* “penca” y *Austrocylindropuntia subulata* “hualanca”, por citar solo algunas. Estas formas de vida de las plantas le dan a los cajatambinos la posibilidad de contar con estos recursos vegetales de manera más o menos permanente.

4.3. CATEGORIZACIÓN DE PLANTAS AMENAZADAS

De las especies registradas tanto en los transectos de evaluación como de aquellas que se han encontrado fuera de los transectos, se tiene que 32 de ellas presentan algún tipo de amenaza (Tabla 3 y Figura 11).

Tabla 3. Especies vegetales de Cajatambo con algún tipo de amenaza.

Familia	Especie	DS 043-2006	UICN 2018-2	CITES 2017	Ostolaza 2014
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i>		LC		
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	NT			
Asteraceae	<i>Chuquiraga spinosa</i>	NT			
Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i>	NT			
Asteraceae	<i>Perezia coerulescens</i>	VU			
Asteraceae	<i>Senecio nivalis</i>	VU			
Asteraceae	<i>Senecio nutans</i>	VU			
Asteraceae	<i>Senecio rhizomatus</i>	VU			
Asteraceae	<i>Werneria pumila</i>		LC		
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	VU	LC		
Bignoniaceae	<i>Tecoma stan ssp. sambucifolia</i>	NT			
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>		LC		
Cactaceae	<i>Armatocereus matucanensis</i>		LC	Apéndice II	NT
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia floccosa</i>		LC	Apéndice II	LC
Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia subulata</i>		LC	Apéndice II	VU
Cactaceae	<i>Borzicactus fieldianus ssp. tessellatus</i>		LC	Apéndice II	EN
Cactaceae	<i>Echinopsis peruviana</i>		LC	Apéndice II	EN
Cactaceae	<i>Loxanthocereus sulcifer</i>		EN	Apéndice II	EN
Cactaceae	<i>Matucana haynei</i>	VU	LC	Apéndice II	VU
Caricaceae	<i>Vasconcellea candicans</i>	CR			
Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i>	NT	LC		
Ephedraceae	<i>Ephedra rupestris</i>	CR	LC		
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>		LC		
Fabaceae	<i>Tara spinosa</i>	VU			
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	NT	EN		
Juncaceae	<i>Juncus balticus</i>		LC		
Lamiaceae	<i>Salvia oppositiflora</i>	NT			
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>		VU		
Poaceae	<i>Poa annua</i>		LC		
Polemoniaeeae	<i>Cantua buxifolia</i>	NT			
Rosaceae	<i>Polylepis microphylla</i>		VU		
Solanaceae	<i>Solanum bukasovii</i>	VU			

CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable; NT = Casi Amenazado; LC = Menor Preocupación.

Al respecto, la presente evaluación ha permitido ampliar esta información de 12 especies (Quinteros 2009) a 32 que se encuentran en alguna situación de amenaza. Este conocimiento es muy importante debido a que, por un lado, estas especies son la mayoría utilizadas por los cajatambinos de alguna manera tanto como medicinales, madera, leña, alimento, etc. como *Alnus acuminata* “aliso”, *Austrocylindropuntia subulata* “hualanca”, *Chuquiraga spinosa* “quincha”, *Perezia coerulescens* “escorzonera”, *Polylepis microphylla* “queñoa” y *Baccharis genistelloides* “uclo”, por citar algunas de ellas.



Figura 11. a. *Polylepis microphylla* “queñoa”; b. *Matucana haynei*; c. *Solanum bukasovii*; d. *Baccharis genistelloides* “uclo”; e. *Cantua buxifolia* “cantuta” y f. *Mutisia acuminata* “chinchés”.

El uso intensivo de estas especies podría estar creando una gran presión sobre ellas por lo que si no son manejadas de manera sostenible podría provocar su completa desaparición. Por otro lado, este conocimiento puede ayudar a tomar decisiones respecto a qué especies priorizar, qué localidades o zonas y en qué formaciones vegetales enfocar esfuerzos y recursos cuando se tenga que desarrollar planes de conservación. Por ejemplo, hay especies que están restringidas a localidades muy puntuales, como *Alnus acuminata* en Ocopata, *Juncus balticus* en Iscu-Viconga, *Senecio nivalis* en Huaylashtoclanca, y *Polylepis microphylla* y *Senecio rhizomatus* en el cerro San Cristóbal, y además en formaciones vegetales específicas como campo agrícola, juncal, pajonal y bosque de *Polylepis*. Asimismo, aquellas formaciones vegetales en donde se ha registrado más la presencia de estas especies amenazadas en orden de importancia son, matorral, campo agrícola, pajonal y bosque de

Polylepis, que podrían ser formaciones vegetales prioritarias en planes de conservación (Figura 12).

Otro aspecto importante a considerar es que las especies de cactáceas en la lista del presente trabajo están incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2017). Estas especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, podrían llegar a estarlo a

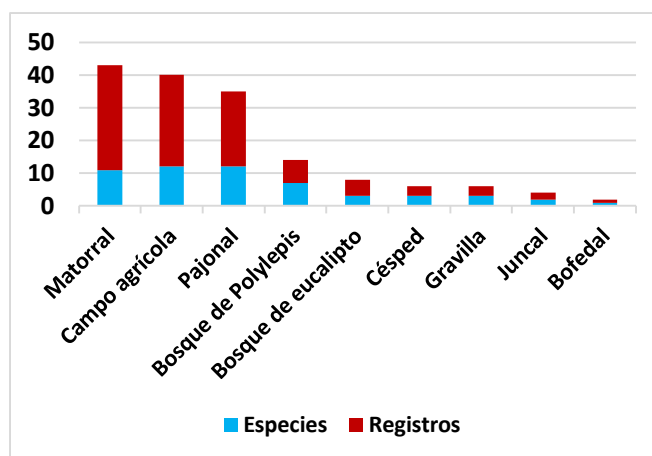


Figura 12. Número de especies amenazadas y registros por formación vegetal.

menos que se controle estrictamente su comercio. Por ejemplo, *Austrocylindropuntia floccosa* y *Matucana haynei* suelen ser extraídas de sus hábitats silvestres y vendidas como plantas ornamentales, medicinales o frutos, en muchos mercados de Lima (MINAN 2013; Ceroni & Castro 2013; Vilcapoma 2000). Estas plantas no son propagadas de manera artificial en condiciones controladas en viveros autorizados, tal como lo estipula el Artículo 279° del Reglamento de la Ley N° 27308 Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2001-AG (MINAGRI 2001). Los usos de los cactus han generado un aumento en la demanda de algunas especies, especialmente en el extranjero, ya sea como plantas vivas, artesanías y algunos otros productos obtenidos a partir de ellas, por lo que se hace necesario acciones que promuevan su aprovechamiento sostenible que no amenacen sus poblaciones naturales (MINAN 2013).

4.4. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y DIVERSIDAD VEGETAL EN EL MOSAICO DE PARCHES

4.4.1. ESFUERZO DE MUESTREO

A fin de comprobar si las unidades muestrales fueron representativas de las diferentes formaciones vegetales en el mosaico de parches, se realizó un análisis SHE, técnica que integra las contribuciones relativas de la riqueza (S) y la uniformidad (Equidad) como estimadores de la diversidad, por descomposición del índice de Shannon-Weaver (H') (Moreno 2001). Se encontró que el esfuerzo de muestreo con la utilización de transectos de

30 m de longitud fue el adecuado en términos de diversidad debido a que las curvas tienden a la asíntota horizontal (Figura 13).

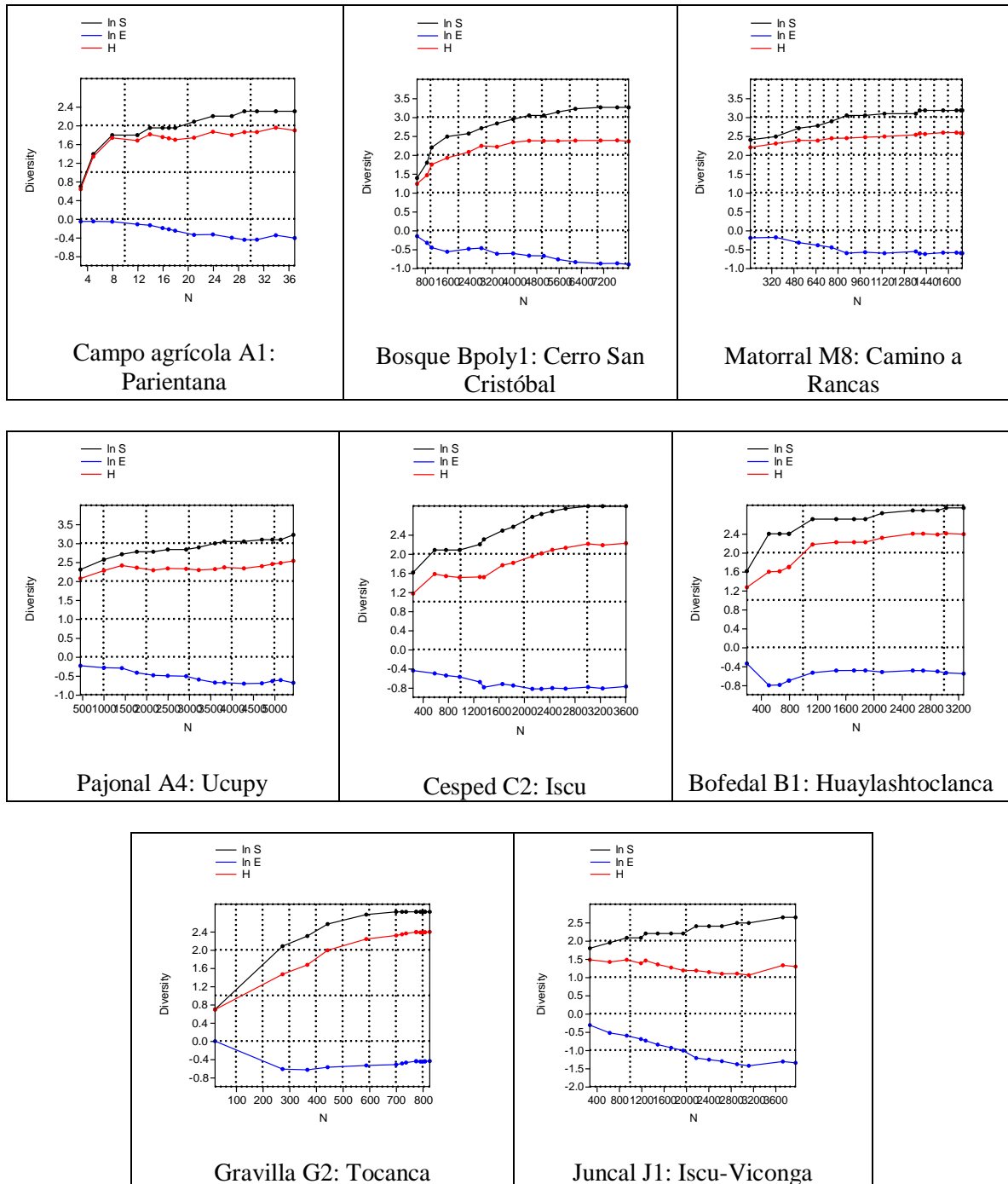


Figura 13. Análisis SHE: curvas de acumulación de especies (S), diversidad (H') y equidad (E) para las diferentes formaciones vegetales.

4.4.2. COMPARACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL REITERADA (CVR) Y POR PROYECCIÓN ORTOGONAL (CVPO) COMO ESTIMADORES DE LA COBERTURA Y DIVERSIDAD VEGETALES

De los dos métodos utilizados se pudo comprobar que el de cobertura por proyección ortogonal permite tener una mejor estimación de la cobertura debido a que se puede registrar un mayor número de especies (Figura 14).

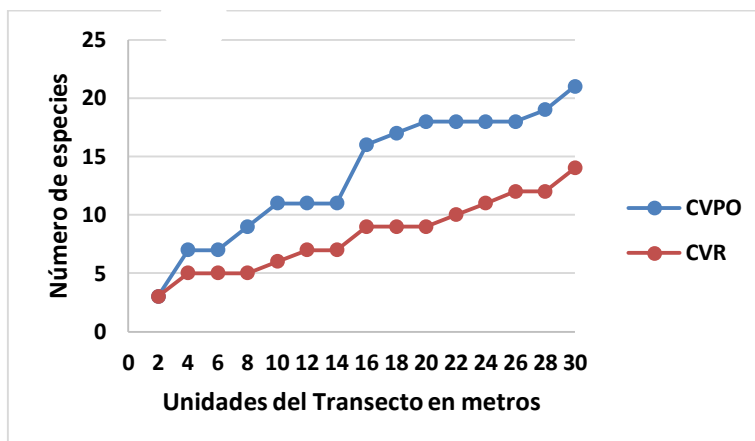


Figura 14. Curvas especies-área para la estimación de la cobertura vegetal reiterada (CVR) y la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) en el Pajonal P1: La Punta.

Para convertir los primeros registros tomados mediante CVR a CVPO se aplicó ambos métodos en 11 transectos y se obtuvo las coberturas vegetales totales, número de especies (S) y la diversidad (H') de cada uno de ellos (Tabla 4).

Tabla 4. Cobertura vegetal total, número de especies y diversidad en transectos evaluados con cobertura vegetal reiterada (CVR) y cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO).

Cobertura vegetal total

	A1	A5	A7	A14	B1	M1	M2	M3	M5	M7	M9
CVR	58	109	184	232	121	86	86	76	124	101	78
CVPO	58.4	222.8	106.5	222.8	134.2	113.3	126.4	229.9	158	104	160

Número de especies (S)

	A1	A5	A7	A14	B1	M1	M2	M3	M5	M7	M9
CVR	7	7	5	8	18	14	8	11	16	18	15
CVPO	11	11	5	14	25	20	13	17	28	35	21

Diversidad (H')

	A1	A5	A7	A14	B1	M1	M2	M3	M5	M7	M9
CVR	1.268	1.419	1.061	1.067	2.11	1.9876	1.619	1.983	2.21	2.61	2.2
CVPO	1.385	1.573	0.8309	1.592	2.446	2.229	1.763	2.31	2.68	2.87	2.2

A partir de estos datos se realizaron los ajustes correspondientes para cada uno de los tres parámetros (cobertura vegetal total, S y H'). Para el caso de la cobertura vegetal total el ajuste entre ambos métodos no es muy bueno debido a que la dispersión de los puntos es grande ($r^2=0.1496$) (Figura 15).

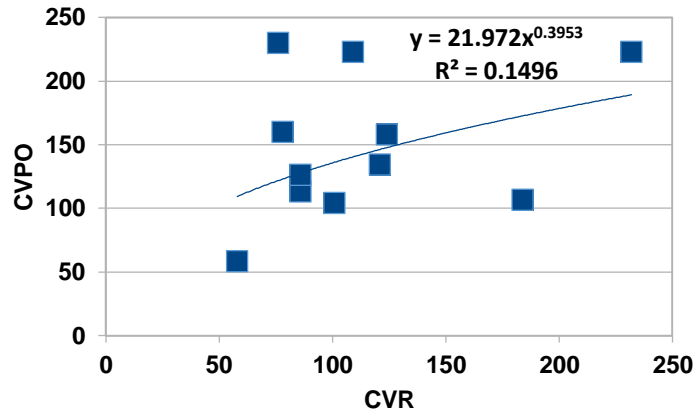


Figura 15. Correlación de la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) y cobertura vegetal reiterada (CVR) para la cobertura vegetal total.

Para el caso del número de especies (S) el ajuste es bastante mayor ($r^2=0.8943$) de manera que si se puede confiar en la conversión entre métodos de estimación de la cobertura vegetal (Figura 16). De manera similar sucede en el caso de la diversidad de Shannon-Weaver (H') en donde la correlación es nuevamente muy alta ($r^2=0.8881$) de manera que la conversión entre ambos métodos es confiable (Figura 17).

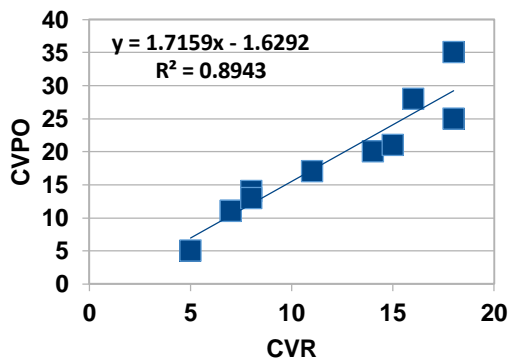


Figura 16. Correlación de la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) y cobertura vegetal reiterada (CVR) para el número de especies.

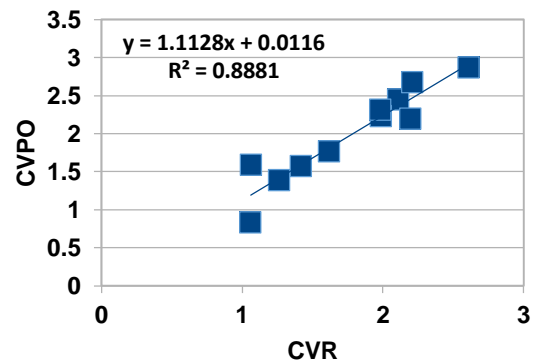


Figura 17. Correlación de la cobertura vegetal por proyección ortogonal (CVPO) y cobertura vegetal reiterada (CVR) para la diversidad.

4.5. FORMAS DE VIDA

De acuerdo a la clasificación modificada a partir K uchler y Zonneveld (1988) la mayoría de las especies determinadas se encuentran en 7 principales formas de vida, de las cuales las latifoliadas herbáceas, latifoliadas perennes y graminoides resultaron ser las dominantes (Figura 18).

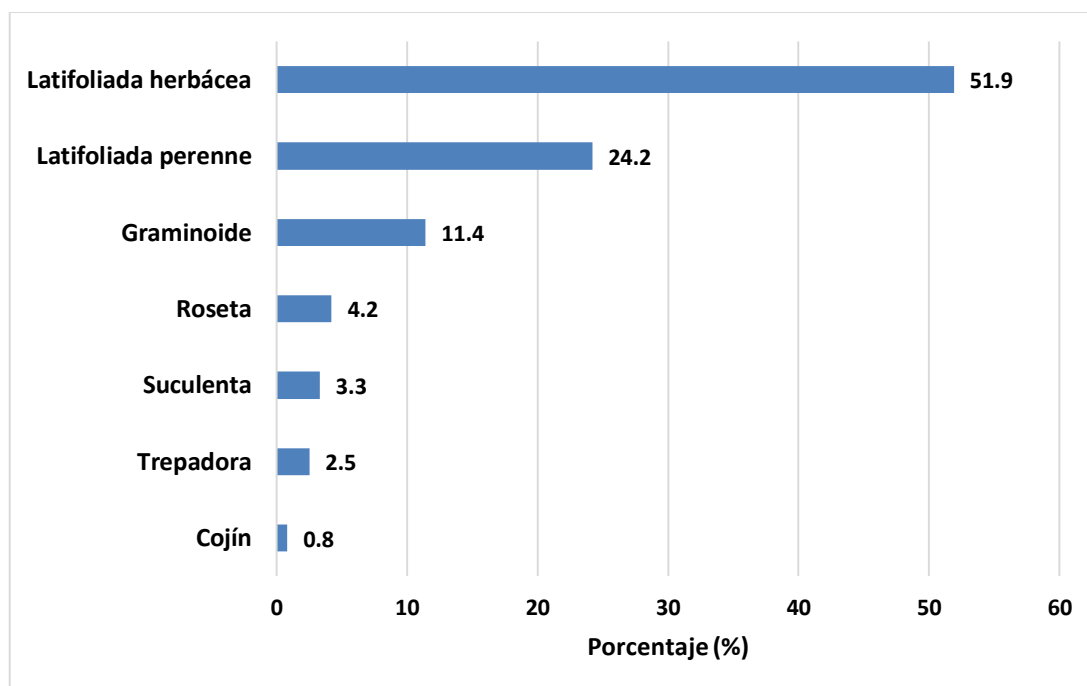


Figura 18. Porcentaje de especies por forma de vida.

En cuanto a la presencia de las diferentes formas de vida comparando ambas épocas se encontró que las especies herbáceas (latifoliadas herbáceas, graminoides y trepadoras), se encuentran en una menor cantidad en la época seca.

Esto puede ser debido a que la mayoría de estas especies, como estrategia para superar esta época con poca disponibilidad de agua pierden sus partes vegetativas aéreas dejando estructuras de propagación como rizomas, tubérculos o bulbos para una futura regeneración en la época lluviosa. Asimismo, otras especies desaparecen completamente dejando solamente semillas como sucede generalmente con muchas graminoides.

4.6. ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL MOSAICO DE PARCHES

La cobertura vegetal de las especies registradas en los 44 transectos durante los dos años varió en un rango entre 0.1 y 1,254.7 cm, correspondientes a *Senecio rhizomatus* y *Cenchrus clandestinus* “kikuyo”, respectivamente, sin embargo, fueron 183 las especies que representan el 90% de la cobertura total acumulada. Las especies que tuvieron entre el 2 y 7.5% de la cobertura total fueron *Juncus balticus* “junco”, *Lachemilla pinnata*, *Calamagrostis vicinarum* “crespillo”, *Eucalyptus globulus* “eucalipto”, *Ophryosporus peruvianus* “mala mujer”, *Medicago sativa* “alfalfa”, *Medicago polymorpha* “carretilla”, *Trifolium repens* “trébol blanco”, *Plantago lanceolata* “llantén macho” y *Cenchrus clandestinus* “kikuyo” (Figura 19). Algunas se presentan en la Figura 20.

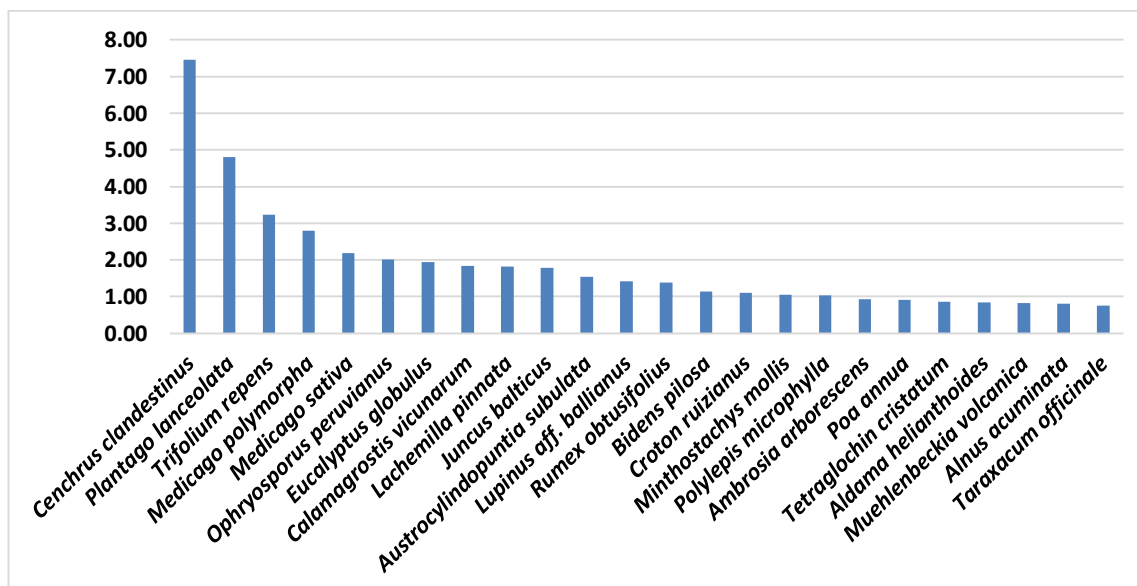


Figura 19. Especies vegetales con mayor porcentaje de cobertura vegetal.

La presencia de algunas de las especies con mayor cobertura vegetal total durante los dos años puede entenderse en función de sus características reproductivas tanto sexuales como vegetativas que hacen que tengan una mayor dispersión y persistencia aún en períodos difíciles como los de poca disponibilidad de agua. Por ejemplo, *Medicago polymorpha* “carretilla” es una herbácea perenne, ampliamente distribuida y que se encuentra generalmente en diferentes ambientes. Es una planta arvense muy común en los campos de cultivo, sus frutos que son unas legumbres helicoidales y con espinas ganchudas hacen que su dispersión sea muy efectiva ya que es fácilmente llevada por los animales. Es una especie muy bien adaptada al calor y la sequía por lo que sus frutos con las semillas resisten bien las épocas secas de manera que puede permanecer por mucho tiempo en el suelo y luego

germinar cuando las condiciones son más favorables. Los medicagos relacionados a formas perennes como *Medicago sativa* “alfalfa” juegan un rol importante en la rehabilitación de tierras degradadas (ICARDA 1996).



Figura 20. a. *Ophryosporus peruvianus* “mala mujer”; b. *Medicago sativa* “alfalfa”; c. *Medicago polymorpha* “carretilla”; d. *Trifolium repens* “trébol blanco”; e *Plantago lanceolata* “llantén macho” y f. *Cenchrus clandestinus* “kikuyo”.

Trifolium repens “trébol blanco”, es una herbácea perenne que se propaga por estolones y semillas. Su sistema radical es ramificado y su raíz principal presenta raíces adventicias de carácter estolonífero, por lo que su propagación es abundante. Asimismo, *Cenchrus clandestinus* “kikuyo”, es una gramínea perenne con estolones largos y profundos rizomas que pueden penetrar hasta 20 y 30 cm de profundidad, por lo que se fija, propaga ampliamente y es muy persistente. Además, sus semillas pueden permanecer en el suelo por más de 10 años (Parodi 1972; Tovar 1993). Es una planta C4 (Hernández *et al.* 2012) por lo que su capacidad fotosintética más eficiente la hace fuertemente competitiva con el resto de plantas. En la zona andina, los campos de cultivo pueden ser devastados completamente en 2 a 3 años después del establecimiento del “kikuyo” (Helfgott 1986).

Otras de las especies que alcanzaron también porcentajes de cobertura importantes (Figura 19) fueron *Bidens pilosa* “amor seco”, hierba anual que tiene unos frutos aquenios que se adhieren al ganado y a las personas gracias a la presencia de dos ganchos a manera de pequeños dientes, lo cual hace que sea propagada y distribuida muy fácilmente, y *Taraxacum*

officinale “diente de león”, especie cosmopolita con diversas formas de propagación tanto vegetativa como sexual; sus raíces persistentes pueden dividirse longitudinalmente para formar 2, 4, etc. raíces dispersando clones en macizos genéticamente idénticos y sus frutos cipselas, que se propagan a través del viento cubriendo grandes extensiones, se forman en un porcentaje bajo por reproducción sexual y un porcentaje alto, hasta 99%, por apomixis (Solomon *et al.* 2001; Russell 2002). Estas últimas especies poseen eficientes estructuras de dispersión y producen una gran cantidad de descendientes, es decir estrategias “r”, lo que podría explicar su presencia en las diferentes formaciones vegetales.

4.7. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD VEGETAL EN EL MOSAICO DE PARCHES

La diversidad en los transectos o diversidad local (diversidad alfa) varió entre cero y 2.85 bit/individuo, siendo estos extremos correspondientes a la zona agrícola de Urpaycocha (A5) para setiembre del 2016 (época seca) y al matorral ubicado cerca de la mina (M5) para abril del 2016 (época lluviosa).

Aunque algunos transectos se mantienen con baja diversidad durante los 2 años como el juncal de Viconga (J1) en abril y otros con mayor diversidad como el Bosque de *Polylepis* (Bpoly1) del cerro San Cristóbal, Ambaroco (A11) y Colca (A13), en setiembre, no existe un patrón que se mantenga constante. Sin embargo, con respecto a la variación de la diversidad (H') y el promedio de esta se identificaron transectos que tuvieron un mayor coeficiente de variabilidad y una baja diversidad promedio como las zonas agrícolas A1, A5, los matorrales M1, M2, M12 y el césped C1, mientras que otros tuvieron un menor coeficiente de variabilidad y una mayor diversidad promedio como los matorrales M4, M5, M11 y los pajonales P2, P4 y P5 (Figura 21). Quiere decir que algunos sectores como los primeros mencionados son muy variables en el tiempo, pero con una diversidad baja, y otros presentan una diversidad importante pero poco variable durante las épocas (lluviosa y seca).

Parece que un factor importante para este comportamiento sería el grado de intervención humana ya que las zonas que presentan mayor variación son también de alguna manera aquellas que son más intervenidas por acciones humanas, como las zonas agrícolas de Parientana (A1), Urpaycocha (A5) y el césped de Tizapampa (C1) y las menos variables, más estables en el tiempo y con mayor diversidad los matorrales cerca de la cantera (M4) y de la mina (M5) y los pajonales de Tocanca (P2) y camino a Viconga (P5), es decir zonas más silvestres.

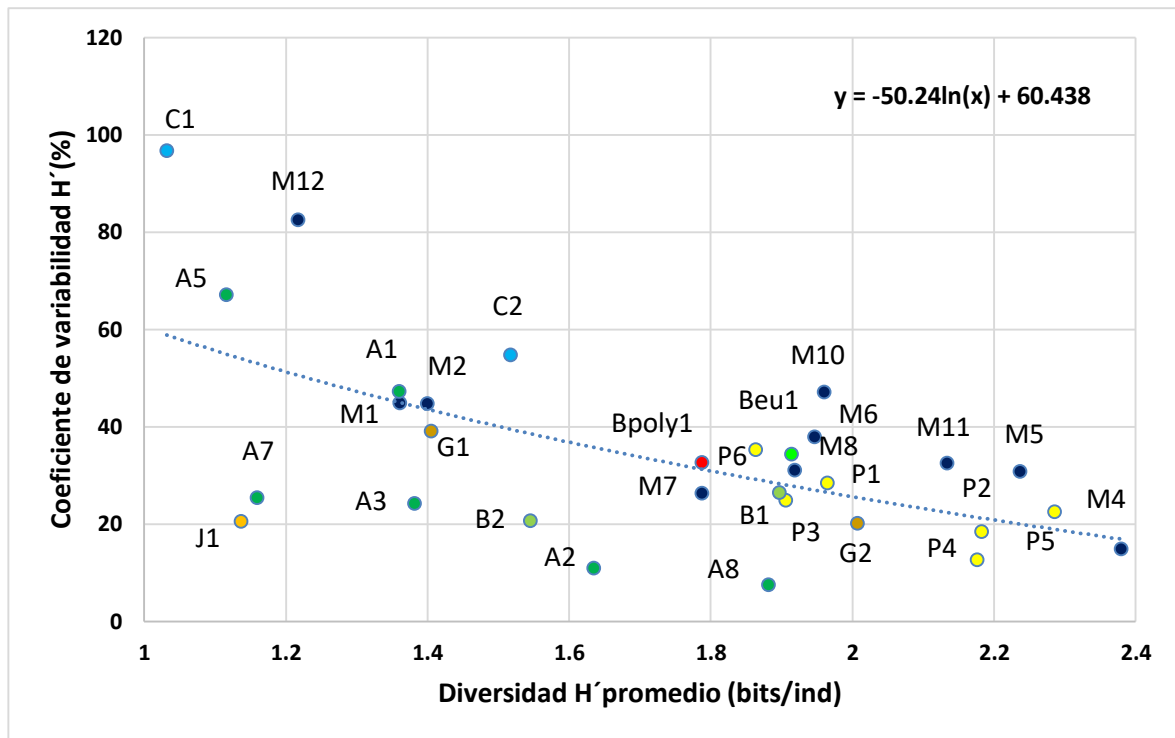


Figura 21. Correlación coeficiente de variabilidad de la diversidad (H') - diversidad (H') promedio para el periodo 2015-2016.

Según Pickett y White (1985) citados por Castro (2010) las actividades antrópicas generan perturbaciones que se efectúa en el espacio y en el tiempo alterando la estructura del ecosistema, de las comunidades o poblaciones y cambian la disponibilidad de recursos, hábitats y medio físico apto. Asimismo, la orientación de las laderas y la ubicación de las zonas también estarían de alguna manera influyendo, ya que factores como el gradiente altitudinal, relieve accidentado, inclinación y orientación de las laderas normalmente favorecen la heterogeneidad de la vegetación e influye en la fenología (Braun-Blanquet 1979; Rozzi et al. 1989; Cabrera 1996; Ramos *et al.* 2015).

La equidad, componente importante de la diversidad, fue mayor en conjunto en bosques, matorrales, bofedales, césped y gravillas para abril del 2015, pero esta fue de manera aislada en algunos transectos de cada formación vegetal para setiembre. Para el 2016 hubo un patrón similar en donde la equidad fue mayor en las formaciones vegetales en conjunto en la época lluviosa (abril) y de manera aislada en la época seca (setiembre). En cuanto a la dominancia, el Juncal de Viconga (J1) es uno de los que, durante la época lluviosa y seca, de los dos años, se mantiene similar con la permanencia de *Juncus balticus* “junco”, especie característica de este tipo de formaciones vegetales, mientras que la zona agrícola de Cruzjirca (A7) fue

similar casi los dos años, con *Cenchrus clandestinus* “kikuyo” como especie dominante. Asimismo, solo en la época seca se encontró una dominancia que se repite en algunas zonas agrícolas como en Parientana (A1) y Puris (A14), en ambos casos con *Medicago sativa* “alfalfa”, en el bosque de eucalipto de Tizapampa (Beu2) con *Eucalyptus globulus* “eucalipto” y en los matorrales de Utcas, el M1 con *Ophryosporus peruvianus* “mala mujer” y *Baccharis* sp. y el M12 con *C. clandestinus* y *Lamarckia aurea*, así como el de Cilcay (M2) con *O. peruvianus* y *Croton ruizianus* (Anexo 3). En cuanto a las especies, fue *C. clandestinus* la que se presentó como dominante más veces en diferentes transectos durante los dos años, como en zonas agrícolas A3, A5, A7, A14 y Matorrales como M10 y M12, seguido de *M. sativa*, *E. globulus*, *O. peruvianus* y *J. balticus* (Figura 22).

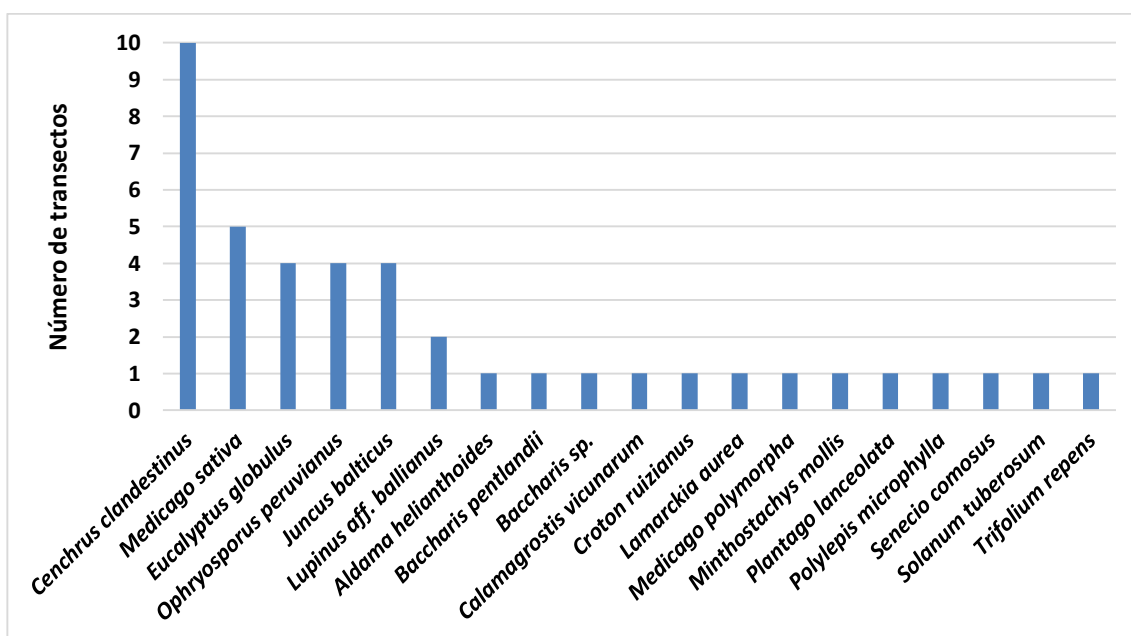


Figura 22. Especies con mayor dominancia y número de transectos donde fueron muy dominantes para el periodo 2015-2016.

La similitud entre los transectos evaluados (diversidad beta), nos muestra en primer lugar, en un sentido global, mediante un análisis de cluster basado en la composición de especies, para el periodo de evaluación, dos grandes grupos separados por la altitud: el conformado por zonas agrícolas y matorrales, de altitudes medias, y el conformado por la puna y ecosistemas altoandinos similares, a mayor altitud (Figura 23).

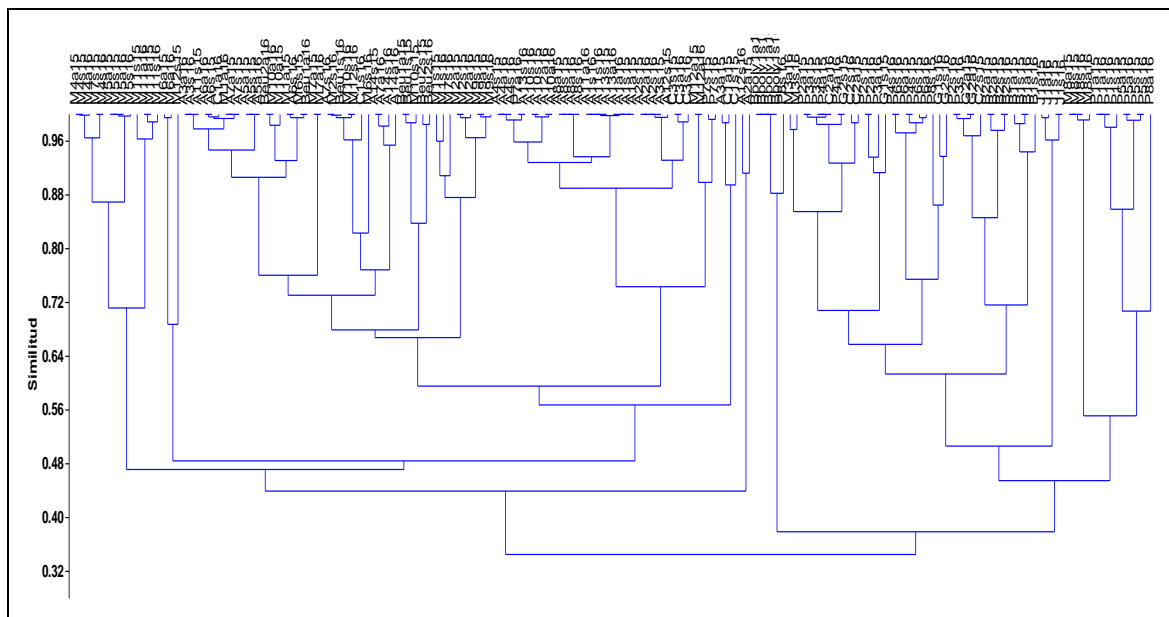


Figura 23. Análisis de Cluster con la composición de especies para el periodo 2015-2016 (Índice de Raup-Crick).

En este ordenamiento las zonas agrícolas y los matorrales también conforman grupos cercanos, lo cual resulta coherente ya que estas dos formaciones vegetales en muchos casos se presentan como un continuo en donde los límites son algunas veces confusos. También se ha encontrado que estas dos zonas comparten especies vegetales como *Cenchrus clandestinus*, *Plantago lanceolata*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Trifolium repens*, *Ophryosporus peruvianus*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Bidens pilosa* y *Minthostachys mollis*, y en muchos casos los campos de cultivo abandonados por diversas razones tienden a formar matorrales, marcando estos cambios la disminución por un lado de especies como *C. clandestinus*, *P. lanceolata* y *M. sativa*, y el incremento de otras como *O. peruvianus*, *A. subulata* y *M. mollis*. En cuanto al Bosque de *Polylepis* este queda asociado al grupo de las partes altas, pues también se encuentra a mayor altitud.

En segundo lugar, con respecto a las zonas agrícolas, los cambios en los transectos entre las épocas lluviosa y seca son marcados y no hay algún patrón que se repita, siendo este más variable en las épocas lluviosas (abril) de cada año. Solo en las épocas secas (setiembre) algunos transectos vuelven a ser bastante similares (en más de un 80%) estando más o menos incluidos en el mismo grupo en los análisis de clusters (Figuras 24).

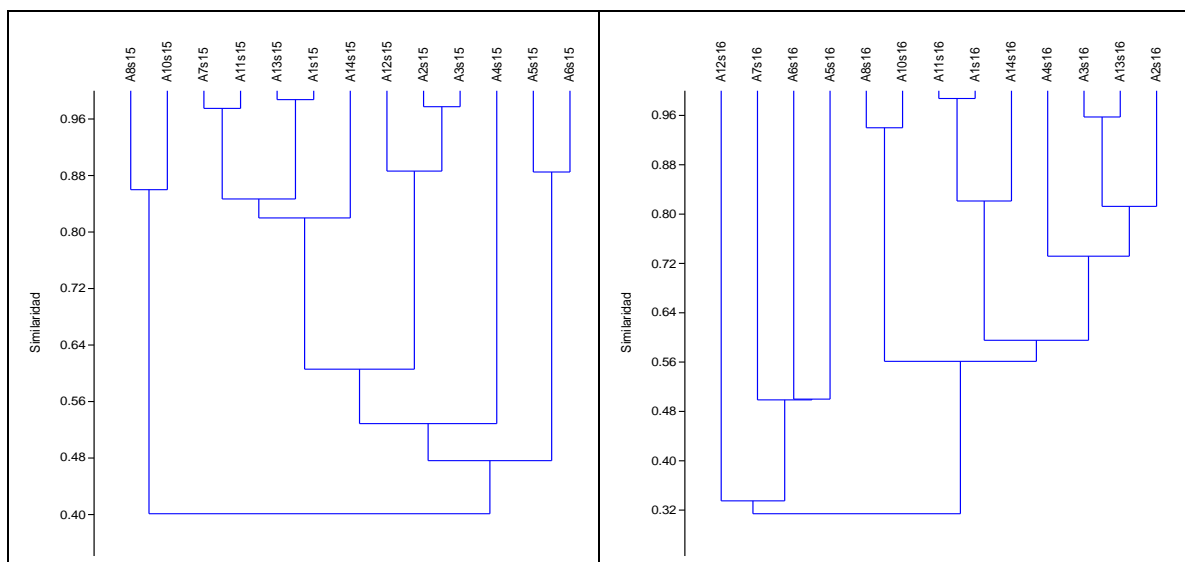


Figura 24. Análisis de Cluster de cobertura vegetal (90%) para zonas agrícolas. Setiembre 2015 y 2016 (Índice de Raup-Crick).

Es el caso de los transectos de Rancas (A8) y Tabin (A10), así como los de Parientana (A1), Ambaroco (A11) y Colca (A13). Para el caso de Rancas y Tabin, las especies *Trifolium repens* “trébol blanco”, *Rumex obtusifolius* “acelga” y *Paspalum* sp. determinarían esta similitud para el 2015, mientras que *T. repens* “trébol blanco” y *R. obtusifolius* “acelga” serían para el 2016. Para el caso de Parientana, Ambaroco y Colca, la especie *Plantago lanceolata* “llantén macho” determinaría esta similitud, seguida de las especies *T. repens* “trébol blanco” y *Paspalum* sp. para el 2015 y *P. lanceolata* “llantén macho” nuevamente, pero seguida de *Medicago sativa* “alfalfa” y *Taraxacum officinale* “diente de león” para el 2016. Entre las especies que tienen presencia durante ambas temporadas secas se encuentra *T. repens* “trébol blanco”, *R. obtusifolius* “acelga”, *P. lanceolata* “llantén macho”, *M. sativa* “alfalfa” y en menor grado *Medicago polymorpha* “carretilla” y *T. officinale* “diente de león”.

En cuanto a los matorrales sucede algo similar en el sentido que solo en la época seca (setiembre) algunos transectos vuelven a ser bastante similares (en más de un 80%), aunque otros con menor grado de similitud (62%), estando también más o menos incluidos en el mismo grupo en los análisis de clusters (Figuras 25). Es el caso de los transectos cerca de la cantera (M4) y cerca de la mina (M5), de Cotaparaco (M6) y camino a Rancas (M8), así como los de Utcas (M1) y Cruzgirca (M7). Para el caso de los matorrales cerca de la cantera y de la mina, las especies *Minthostachys mollis* “muña” y *Lupinus* aff. *ballianus* “pushka”

determinarían esta similitud para el 2015, mientras que solamente *M. mollis* “muña” y una gran cobertura de musgo serían para el 2016.

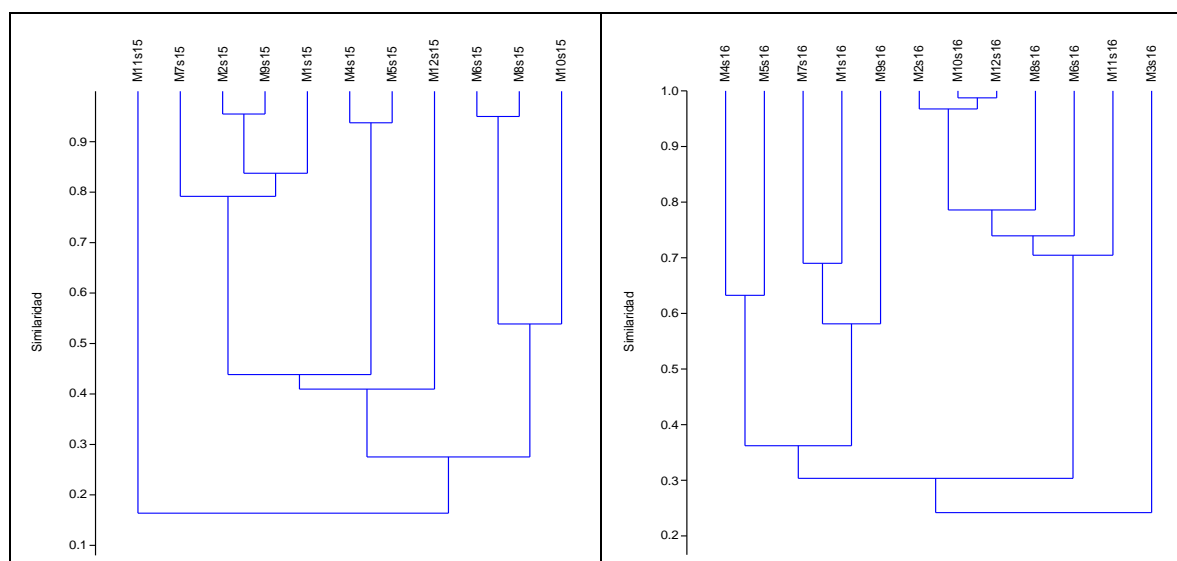


Figura 25. Análisis de Cluster de cobertura vegetal (90%) para matorrales. Setiembre 2015 y 2016 (Índice de Raup-Crick).

Para el caso de Cotaparaco y camino a Rancas, la especie *Autrocyllindropuntia subulata* “hualanca” con abundantes poáceas determinaría esta similitud para el 2015, mientras que para el 2016 no existen algunas especies que claramente marquen alguna similitud, razón por la cual estos transectos se encuentran un poco más alejados en el dendrograma. Para el caso de Utcas y Cruzgirca, la única especie claramente dominante y que marca la similitud en estos matorrales es *Ophryosporus peruvianus* “mala mujer” para el 2015, mientras que para el 2016 tampoco hay especies claramente definidas que determinen una mayor similitud, de hecho, estos matorrales también están un poco más alejados en el dendrograma. Entre las especies que mantienen su presencia en estas épocas secas tenemos a *M. mollis* “muña” y *O. peruvianus* “mala mujer” como las más importantes, seguidas de *A. subulata* “hualanca”, *Ribes viscosum*, *Acaena torilicarpa*, *Mutisia acuminata* “chinchés” y *Muehlenbeckia volcanica* “ticti ticti”.

La diversidad regional (diversidad gamma) permite tener una visión más general sobre la tendencia de la diversidad vegetal en el distrito. Esta varió entre 1.29 y 2.25, siendo los extremos correspondientes a la época seca del 2016 y la lluviosa del 2015. La variación temporal de esta diversidad empieza siendo alta (2.25) en abril del 2015, luego baja en

setiembre del mismo año (1.51), para aumentar (1.84) en abril del 2016, bajando nuevamente en setiembre de este año (1.29). Este comportamiento fue similar en cada una de las formaciones vegetales, siendo en los matorrales donde las diferencias fueron más marcadas y en las formaciones altoandinas como césped, bofedal, gravilla y pajonal menos marcadas. Asimismo, es en las épocas secas de cada año en donde la diversidad tiene una mayor dispersión en comparación a las épocas lluviosas (Figura 26). Existe pues una importante influencia estacional sobre la vegetación de la región.

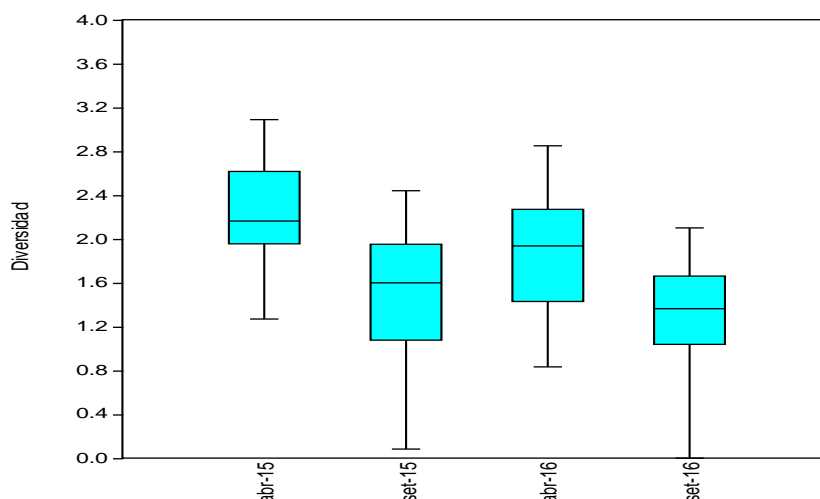


Figura 26. Diagrama de cajas y bigotes para la diversidad gamma en Cajatambo. Periodo 2015-2016.

La presencia y persistencia de algunas especies, especialmente en las épocas secas, tiene una gran importancia no solo en la dinámica, sino también en el manejo del sistema por cuanto incluye especies que en el presente estudio se ha verificado que son utilizadas por los pobladores de Cajatambo como, *Austrocylindropuntia subulata*, *Medicago sativa*, *Minthostachys mollis*, *Muehlenbeckia volcanica*, *Mutisia acuminata*, *Plantago lanceolata*, *Rumex obtusifolius*, *Taraxacum officinale* y *Trifolium repens*, entre otras. Estas especies proporcionan recursos vegetales para la subsistencia en épocas donde la poca disponibilidad de agua hace más difícil la obtención de recursos.

Trabajos realizados sobre plantas alimenticias silvestres, arvenses y ruderales en comunidades campesinas de la sierra central, refuerzan la importancia y utilidad de especies registradas también en el presente estudio como, *M. mollis* “muña”, *Oxalis pedunculata* “chulco”, *P. lanceolata* “llantén macho” y especies silvestres de *Lupinus* “chochos” y *Rumex* “acelgas”, que son utilizadas en la preparación de bebidas, refrescos, guisos, sopas y ensaladas siendo un gran aporte no solo a la alimentación, sino también a la construcción de

la soberanía alimentaria y potenciales alimentos amortiguadores en situaciones de escasez por eventos climáticos extremos (Pancorbo 2018). La recolección de estas especies junto a las actividades agropecuarias cotidianas que se realizan constituye, según Murra (1975), Toledo (1990) y Earls (2006), estrategias de uso múltiple de pisos ecológicos y de recursos en espacios naturales y antrópicos garantizando el flujo de recursos y así cubrir las necesidades durante el año. Este tipo de estrategias contribuye con la sustentabilidad de sistema agrario de Cajatambo.

4.8. PATRONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE LAS PLANTAS

El análisis NP-MANOVA de dos vías, para el año 2015, mostró que las diferencias tanto entre formaciones vegetales como entre estaciones alcanzan significación estadística. Lo importante en este caso es la ausencia de significación de la interacción, lo cual significa que las diferencias entre formaciones vegetales se mantienen entre estaciones y viceversa. Para el año 2016, se realizó un ANOSIM, ya que con un NP-MANOVA se tenían resultados inconsistentes (cuadrados medios negativos). El resultado mostró que para este año la estacionalidad fue menos importante, al punto de no alcanzar significación estadística en sus diferencias (Tabla 5), lo cual permite afirmar que es posible usar a las formaciones vegetales como un primer criterio de agregación.

Tabla 5. Análisis de Similaridad (ANOSIM) para las diferencias debido a las formaciones vegetales y las estaciones, para el 2016

Factor Formación Vegetal		Factor Estación	
R:	0.17909	R:	0.10708
p (same):	0.0006	p (same):	0.2049

En cuanto a la temporalidad, al evaluar las diferencias debido a las estaciones y los años, el ANOSIM dio como resultado que sólo en el caso de la estacionalidad existen cambios con significación estadística entre abril y setiembre, pero no entre los años (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de Similaridad (ANOSIM) para las diferencias debido a las estaciones y los años. Periodo 2015-2016

Factor Estación		Factor Año	
R:	0.12464	R:	-0.0042435
p (same):	0.0001	p (same):	0.5553

Asimismo, el Análisis de Componentes Principales (ACP) nos diferencia los dos grupos estacionales estadísticamente significativos: época seca (en azul) y época lluviosa (en verde) (Figura 27).

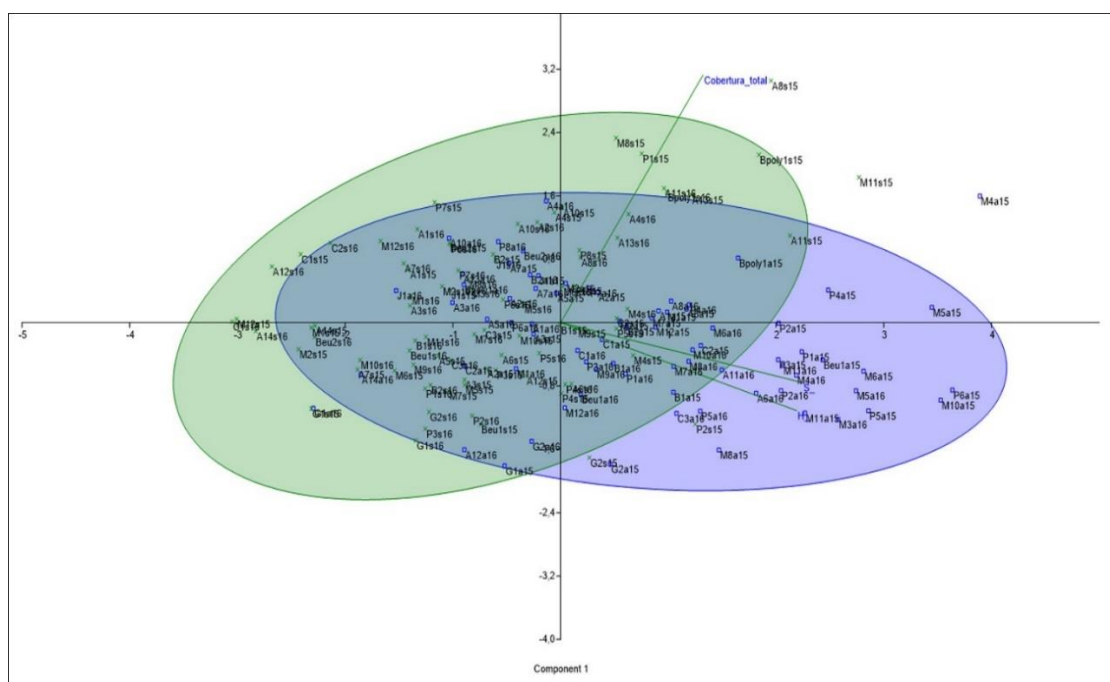


Figura 27. Análisis de Componentes Principales (ACP) para la estacionalidad. Periodo 2015-2016.

Por lo tanto, se puede afirmar que para las plantas de Cajatambo se tiene dos fuentes de variación: una espacial debida a las formaciones vegetales y otra temporal debido a las estaciones y los años, siendo la más importante la que corresponde a las formaciones vegetales.

4.9. SELECCIÓN DE ESPECIES POTENCIALMENTE CLAVE

Para el primer criterio, contribución de la cobertura a las diferentes formaciones vegetales se consideró una contribución acumulada de hasta el 50% teniendo en cuenta de que estas son las especies más importantes para determinar las diferencias entre formaciones y, por lo tanto, permite encontrar aquellas que pueden ser especies clave. De acuerdo al Análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER) se puede afirmar que las especies más importantes por su contribución a la diferencia entre formaciones vegetales en orden decreciente serían *Cenchrus clandestinus*, *Plantago lanceolata*, *Medicago polymorpha*, *Lachemilla pinnata*, *Eucalyptus globulus*, *Ophryosporus peruvianus*, *Medicago sativa*, *Trifolium repens* y *Calamagrostis vicunarum* (Figura 28).

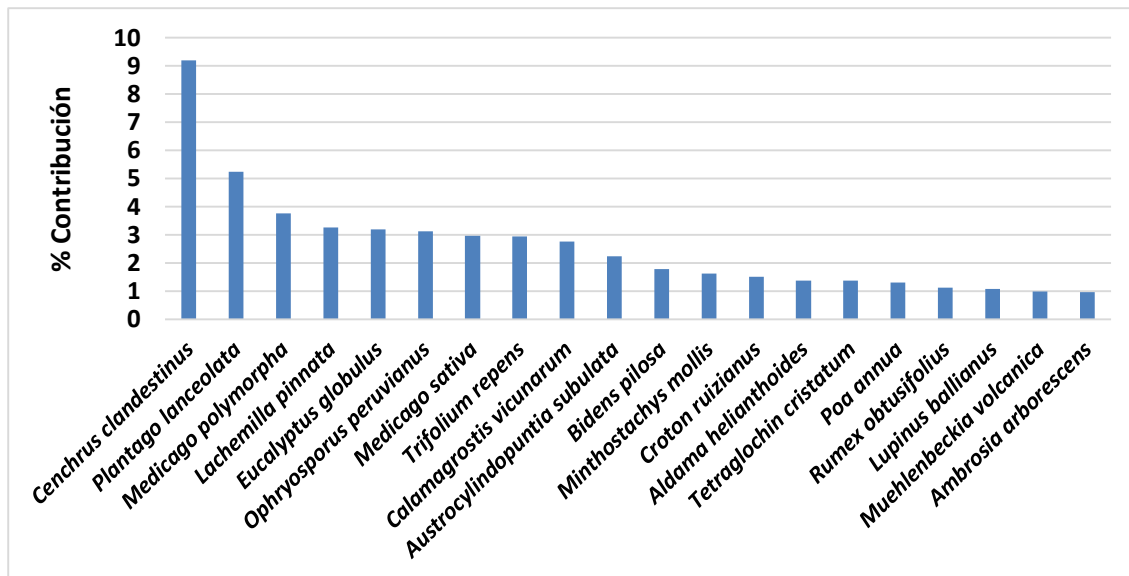


Figura 28. Contribución de las especies a las diferentes formaciones vegetales. Periodo 2015-2016.

Para el segundo criterio, contribución de la cobertura en el cambio de una formación vegetal a otra, se tomaron en cuenta los procesos de matorralización y el de pérdida de cobertura vegetal que se estaría dando en la Puna. El primero, es la conversión de la formación Agricultura en Matorral debido al abandono de las zonas agrícolas (Arnao 2017), mientras que el segundo implica la conversión de Pajonal en Gravilla, pérdida que se daría por un proceso de degradación y/o cambio inducido por el cambio climático global. Mediante el Análisis SIMPER se encontró las especies que contribuyen en cada uno de estos cambios, al aumentar o disminuir su cobertura (Figuras 29 y 30).

De acuerdo al análisis anterior se puede afirmar que las especies más importantes por su contribución en el cambio de Agricultura a Matorral serían *Cenchrus clandestinus*, *Plantago lanceolata*, *Medicago polymorpha*, *Ophryosporus peruvianus*, *Austrocylindropuntia subulata* y *Minthostachys mollis*, mientras que en el cambio de Pajonal a Gravilla serían *Calamagrostis vicuniarum*, *Lachemilla pinnata*, *Tetraglochin cristatum*, *Plantago rigida* y *Werneria pygmaea*.

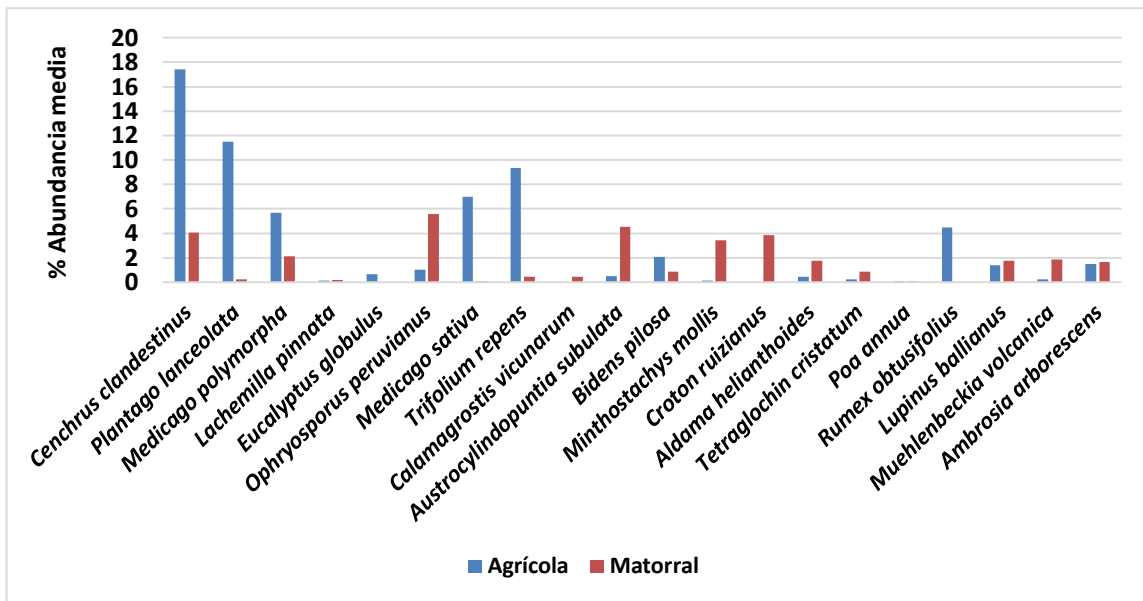


Figura 29. Contribución media de las especies en el paso de zona agrícola a matorral. Periodo 2015-2016.

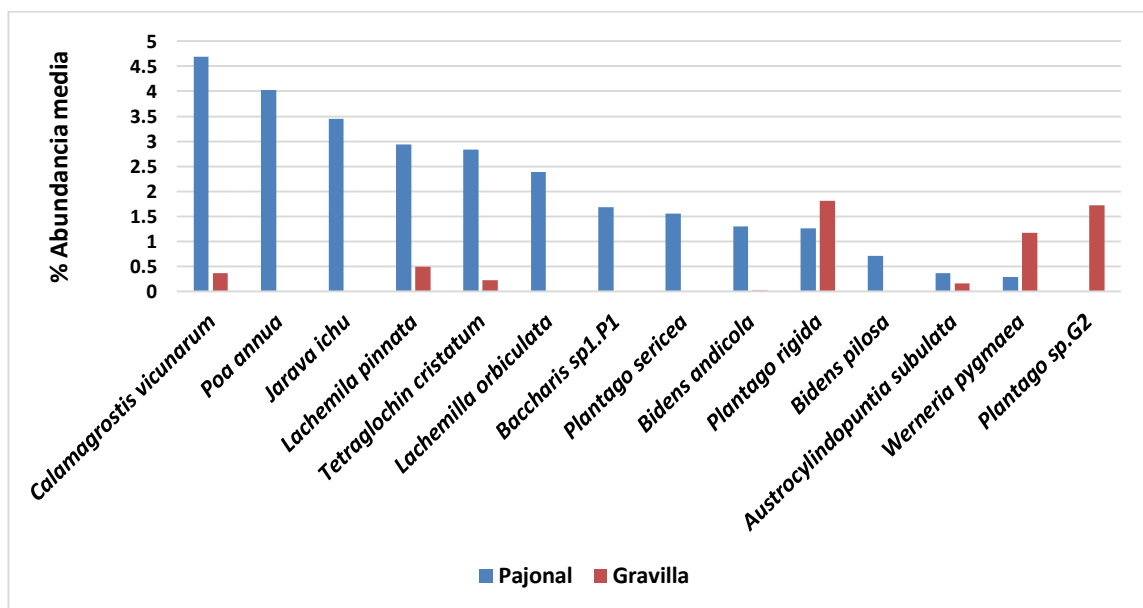


Figura 30. Contribución media de las especies en el paso de pajonal a gravilla. Periodo 2015-2016.

Para el tercer criterio, se consideró por un lado que hay especies utilizadas de diversas maneras y están presentes en diferentes categorías de uso. Entre ellas están, *Eucalyptus globulus*, *Luma apiculata*, *Polylepis microphylla*, *Schinus molle*, *Agave cordillerensis*, *Alnus acuminata*, *Ambrosia arborescens*, *Chuquiraga spinosa*, *Lupinus mutabilis*, *Peperomia galioides* y *Taraxacum officinale* (Figura 10).

Por otro lado, el índice de conocimiento relativo de las especies por varios informantes (RVU) y la frecuencia relativa de citación (FRC) permitieron identificar la importancia de cada una de las especies de plantas útiles para Cajatambo (Benavides 2019). Según este análisis las especies más importantes serían: *Eucalyptus globulus*, *Polylepis* spp., *Chuquiraga spinosa*, *Minthostachys mollis*, *Alnus acuminata*, *Ambrosia arborescens*, *Peperomia galioides* y *Baccharis latifolia* (Tabla 7).

Por lo tanto, las especies seleccionadas como potencialmente clave para analizar sus patrones espacio-temporal de acuerdo a la Ley de Taylor serían:

Ambrosia arborescens “marco”, *Austrocylindropuntia subulata* “hualanca”, *Calamagrostis vicunarum* “crespillo”, *Cenchrus clandestinus* “kikuyo”, *Chuquiraga spinosa* “quincha”, *Lachemilla pinnata*, *Lupinus ballianus* “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*.

4.10. CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE LAS ESPECIES POTENCIALMENTE CLAVE

Según el análisis realizado aplicando la Ley de Taylor se encontró que, de las especies seleccionadas como potencialmente clave 12 de ellas, *Cenchrus clandestinus*, *Plantago lanceolata*, *Medicago polymorpha*, *Lachemilla pinnata*, *Ophryosporus peruvianus*, *Calamagrostis vicunarum*, *Tetraglochin cristatum*, *Plantago rigida*, *Werneria pygmaea*, *Ambrosia arborescens*, *Chuquiraga spinosa* y *Lupinus ballianus*, tendrían un posible patrón

Tabla 7: Evaluación de plantas útiles en el distrito de Cajatambo, usando índices cuantitativos.

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

RVU: conocimiento relativo de la especie por varios informantes, FRC: frecuencia relativa de citación, NRU: número relativo de usos, IR: índice de importancia relativa.

de refugio, debido a que su $\beta_s < 2$ y $\beta_t < 2$, mientras que 4 especies, *Medicago sativa*, *Trifolium repens*, *Austrocylindropuntia subulata* y *Minthostachys mollis*, un posible patrón de hotspots móvil y fijo, debido a que su $\beta_s > 2$ y $\beta_t < 2$ (Tabla 8). 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 estas 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 31a). 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 Rnacas) y para *Chuquiraga spinosa* “quincha”, el transecto P4 (Ucupi), serían los lugares de refugio, por mencionar algunos casos (Figuras 31 b, c y d).

Tabla 8: Ley de Taylor para las especies potencialmente clave en el distrito de Cajatambo. Beta espacial (β_e), beta temporal (β_t), intervalos de confianza (I.C.) y coeficiente de correlación (r).

Especie clave	Análisis espacial			Análisis temporal		
	β_e	I.C.	R	β_t	I.C.	r
<i>Cenchrus clandestinus</i>	0.62322	- 0.3488 - 1.5952	-0.97412	1.56566	1.3589 - 1.7724	-0.81846
<i>Plantago lanceolata</i>	1.71276	- 0.2510 - 1.4980	-0.40658	1.53534	1.3063 - 1.7647	-0.83669
<i>Medicago polymorpha</i>	1.21072	- 1.4261 - 3.8475 *	-0.67333	1.77492	1.6732 - 1.8767	-0.78521
<i>Lachemilla pinnata</i>	1.40774	0.9414 - 1.8740	-0.96811	1.59052	1.2842 - 1.8968	-0.66366
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	0.43728	0.3414 - 0.5332	-0.9998	1.33572	0.5493 - 2.1221 *	-0.60252
<i>Medicago sativa</i>	2.33258	0.8544 - 3.8107 *	0.56488	1.6728	1.3266 - 2.0190 *	-0.86658
<i>Trifolium repens</i>	7.8032	- 22.7072 - 38.3971 *	0.49984	1.68238	1.5010 - 1.8637	-0.66752
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	1.82277	0.1346 - 3.5109 *	-0.30427	1.865548	1.7018 - 2.2093 *	-0.63413
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	2.4128	1.2549 - 3.5707 *	0.73524	1.54012	1.3634 - 1.7168	-0.87797
<i>Minthostachys mollis</i>	2.3372	- 1.1806 - 5.8550 *	0.27997	1.39386	0.9713 - 1.8164	-0.85507
<i>Tetraglochin cristatum</i>	1.28694	- 0.2752 - 2.8491 *	-0.81152	1.61902	1.1757 - 2.0623 *	-0.60911
<i>Plantago rigida</i>	1.4399	0.1112 - 2.7686 *	-0.78861	1.47202	1.2089 - 1.5371	-0.89482
<i>Werneria pygmaea</i>	0.5493	- 4.5292 - 5.6278 *	-0.65598	1.35386	- 0.9295 - 3.6372 *	-0.36564
<i>Ambrosia arborescens</i>	1.75618	- 0.0245 - 3.5369 *	-0.38454	1.44154	0.2760 - 2.6070 *	-0.55384
<i>Chuquiraga spinosa</i>	1.74246	0.7694 - 2.7155 *	-0.62721	1.40856	- 1.9024 - 4.7195 *	-0.91512
<i>Lupinus ballianus</i>	1.85563	- 0.1078 - 3.8190 *	-0.21832	1.47514	0.5051 - 2.4452 *	-0.40361

* Intervalos de confianza no válidos estadísticamente debido a que incluye el valor de dos.

En cambio, 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 así su variabilidad espacial (Texeira y Sánchez 2006).

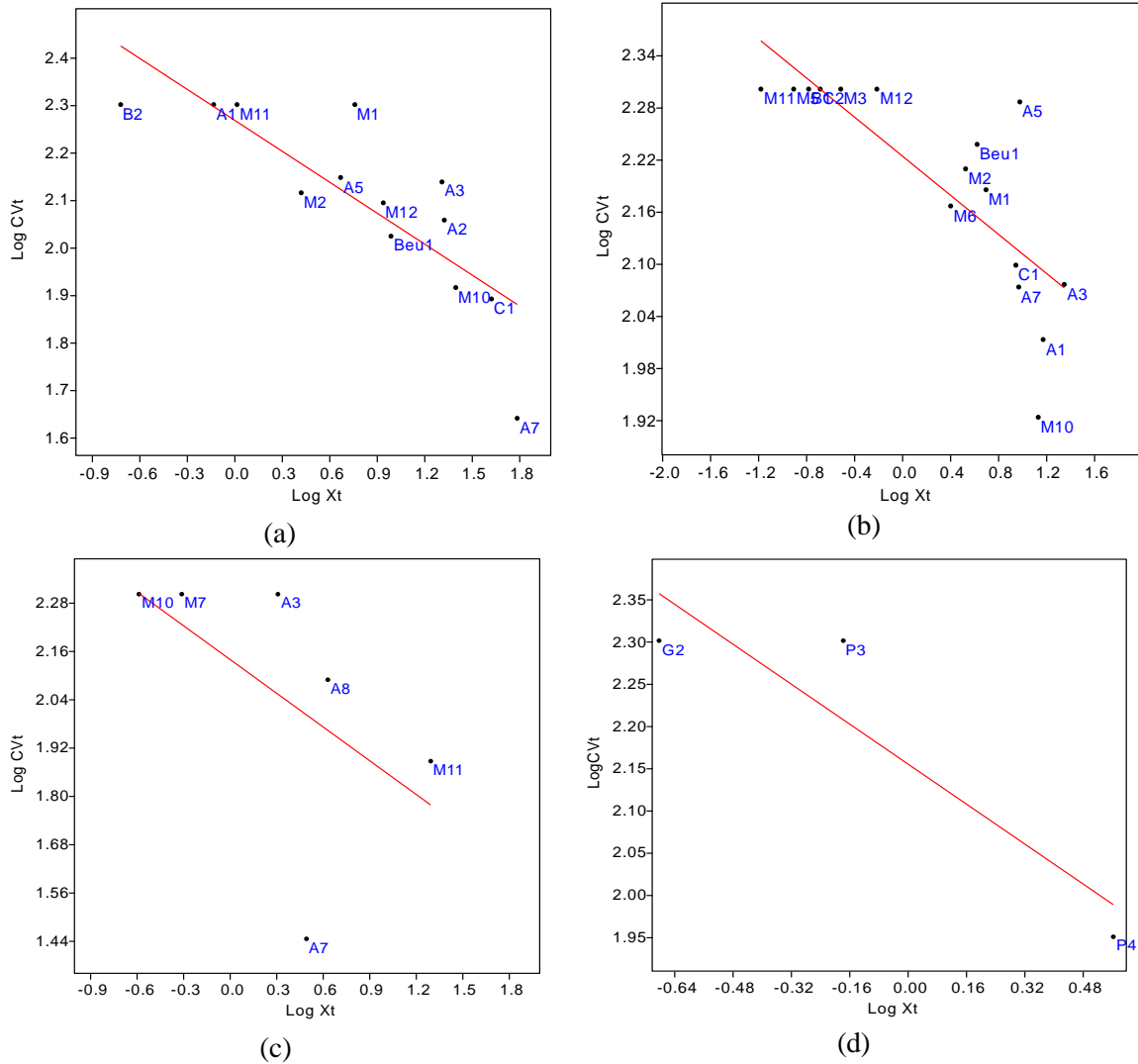


Figura 31. Regresión lineal del Log CVt vs Log xt: a. *Cenchrus clandestinus*; b. *Medicago polymorpha*; c. *Ambrosia arborescens* y d. *Chuquiraga spinosa*.

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 32a y b).

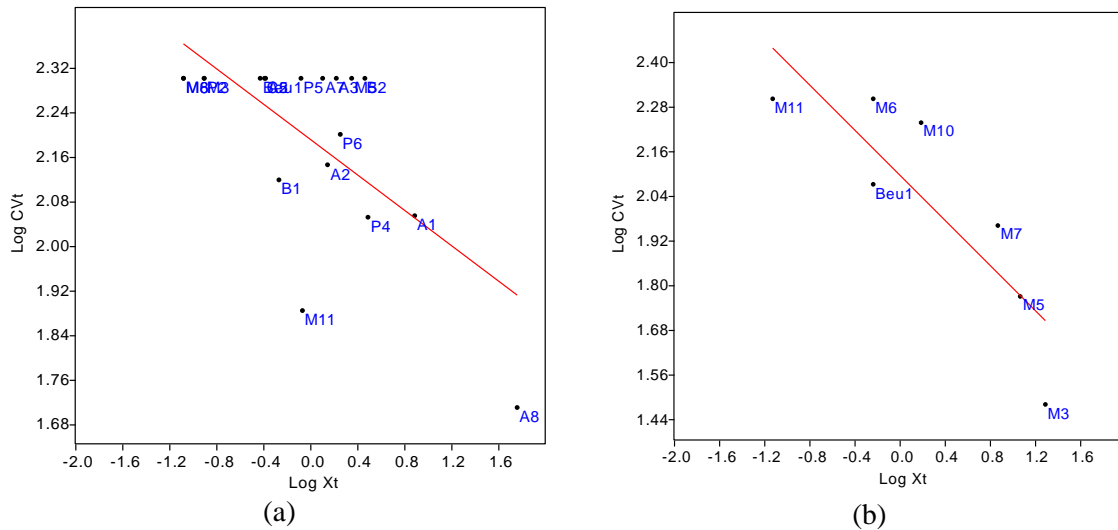
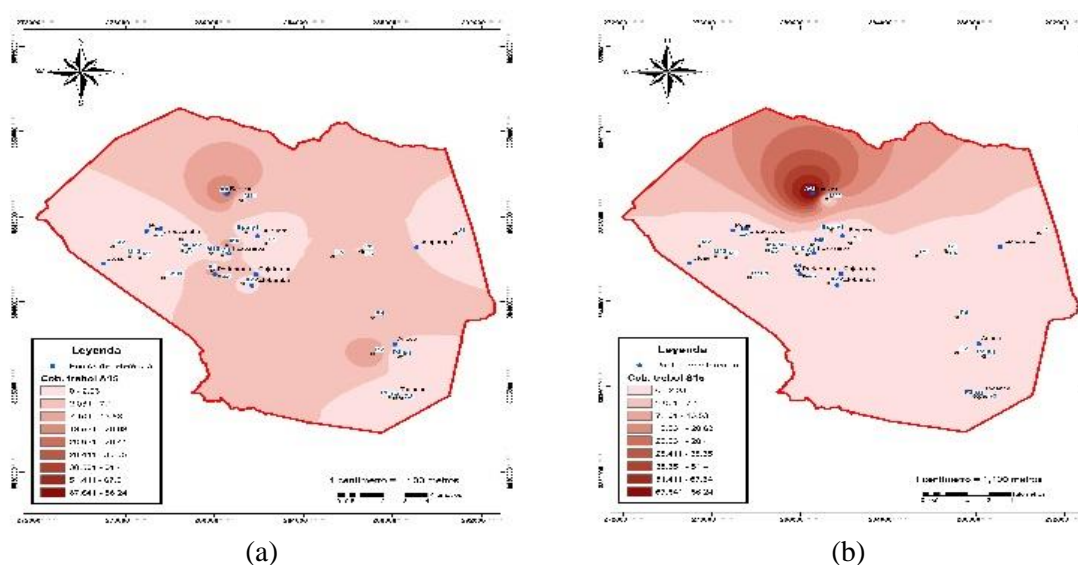


Figura 32. Regresión lineal del Log CVt vs Log xt: a. *Trifolium repens* y b. *Minthostachys mollis*.

El conocimiento de patrones espacio-temporales 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 $\beta t < 2$ 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. Es el caso de *Cenchrus clandestinus* “kikuyo”, *Medicago polymorpha* “carretilla”, *Ambrosia arborescens* “marco”, *Chuquiraga spinosa* “quincha”, *Tetraglochin cristatum* “kanya” y *Lupinus ballianus* “pushka”, por citar algunas de ellas. 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 y Sánchez 2006). Es el caso de *Medicago sativa* “alfalfa”, *Trifolium repens* “trébol blanco”, *Austrocylindropuntia subulata* “hualanca” y *Minthostachys mollis* “muña”, especies que además en el presente estudio se ha visto que son utilizadas por los cajatambinos y por lo tanto importantes para la subsistencia.

4.11. DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL DE LAS ESPECIES POTENCIALMENTE CLAVE

También es importante conocer la dinámica de las poblaciones de las especies clave en el tiempo. Esto último se puede ver mejor en mapas de variación espacial y temporal con isolíneas de cobertura. Por ejemplo, *Trifolium repens* “trébol blanco” es 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, teniendo un núcleo de mayor cobertura en la localidad de Rancas (transecto A8) durante los dos años de evaluación (Figura 33). Sin embargo, durante 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, 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 de especies como *Trifolium repens* “trébol blanco”, *Medicago polymorpha* “carretilla” y *Medicago sativa* “alfalfa” es de gran ayuda en las labores de forrajeo para el ganado vacuno ya que en Cajatambo esta actividad se realiza dentro de las chacras con pastos cultivados como alfalfa o en el campo con pastos silvestres como carretilla y trébol blanco.



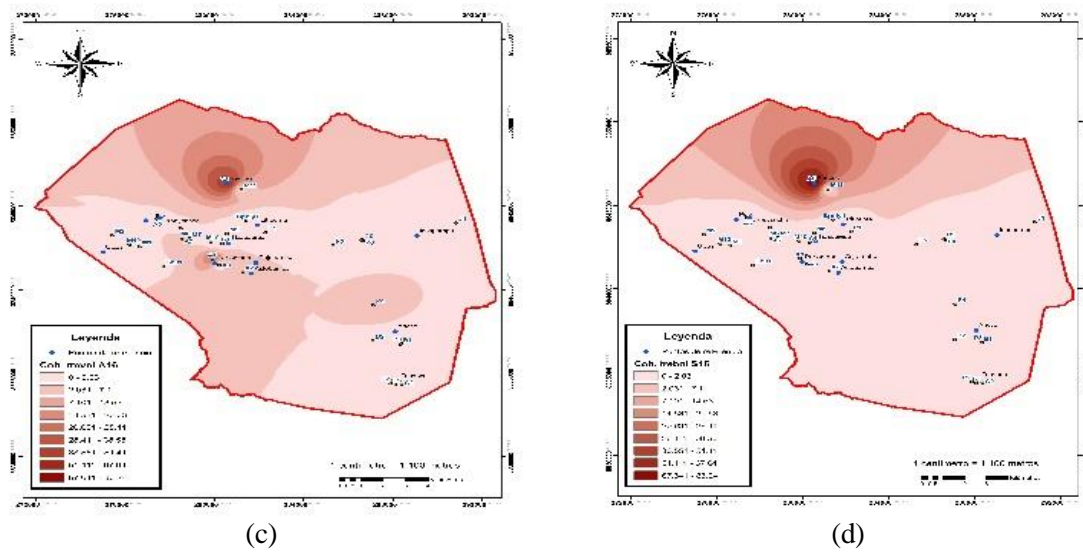


Figura 33. Mapas de isolíneas de la cobertura de *Trifolium repens* “trébol blanco”: a. Abril 2015, b. Setiembre 2015, c. Abril 2016, d. Setiembre 2016.

El conocimiento de la dinámica de las poblaciones también es importante considerarlo para otras especies forrajeras en Cajatambo, ya que entre las especies vegetales registradas muchas de ellas tienen importancia ganadera ya sea para vacunos, ovinos, camélidos y animales menores. Entre los pastos nativos encontrados se tiene hasta 56 especies forrajeras, siendo las Poaceae y Asteraceae las más importantes (Figura 34, Anexo 4).

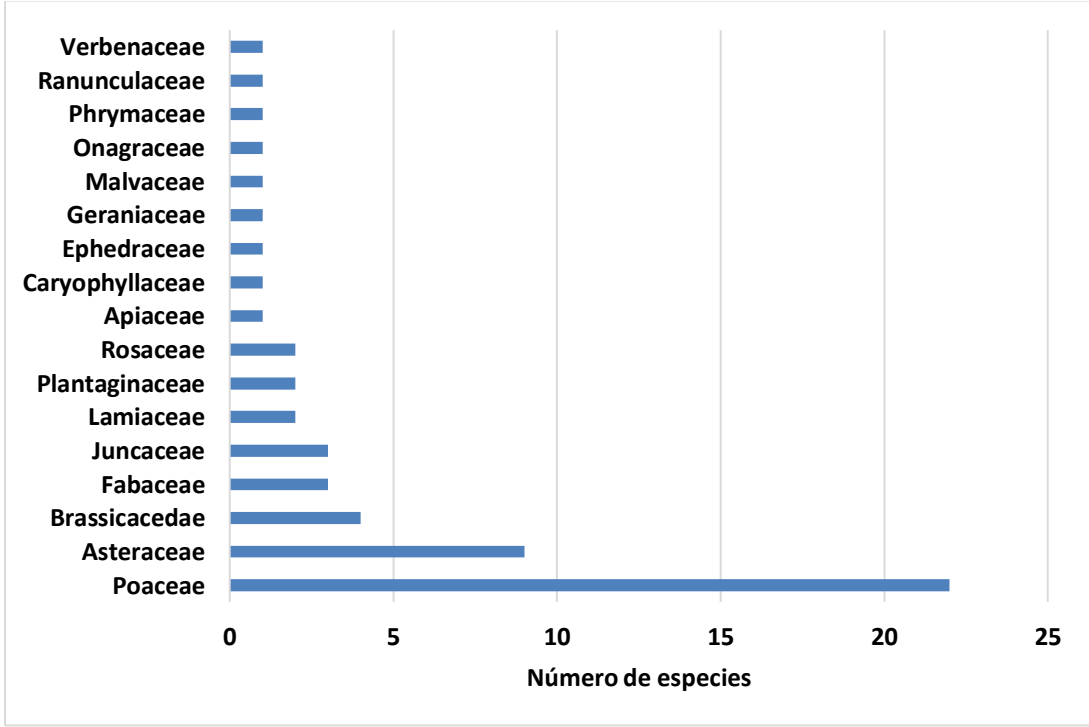


Figura 34. Familias con especies forrajeras en Cajatambo.

Estas especies también tienen una gran importancia forrajera entre los pastos altoandinos del centro y sur del Perú (Tapia y Flores 1984; Salvador 2002; Tovar y Oscanoa 2002; Florez 2005), siendo muchas de ellas clasificadas como deseables y muy deseables por su palatabilidad.

Para Cajatambo del total de las 56 especies cerca del 60% pueden ser consideradas como deseables y 30% como muy deseables para ganadería, dependiendo del tipo de ganado, de ahí que se pueda considerar que se cuenta con pastos de buena calidad forrajera (Figura 35).

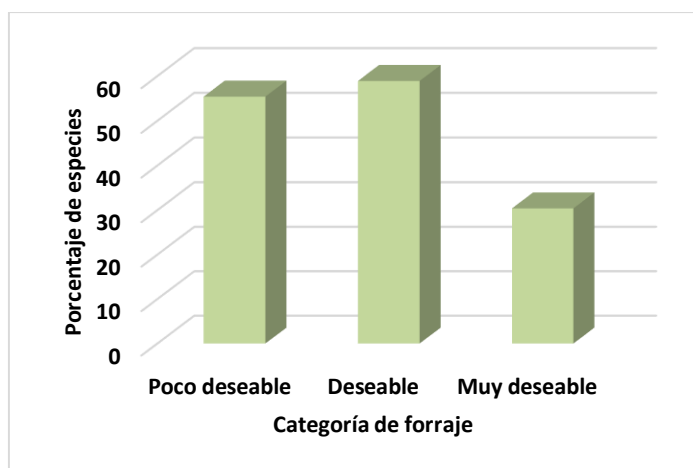


Figura 35. Porcentaje de especies forrajeras en Cajatambo por categoría de palatabilidad.

Entre las especies que pueden ser consideradas tanto como deseables o muy deseables, según el ganado, se tiene *Calamagrostis eminens*, *C. vicunarum* y *Festuca dolichophylla*, para vacunos y llamas, *Distichia muscoides* y *Muhlenbergia peruviana*, para ovinos y alpacas, *Lachemilla diplophylla* y *L. pinnata*, para ovinos, alpacas y llamas, *Luzula racemosa* y *Mimulus glabratus*, para alpacas y *Poa annua* y *P. horridula*, para vacunos, ovinos, llamas, alpacas y vicuñas. Algunas otras también son importantes como especies forrajeras de primer orden para alpacas como, *Agrostis breviculmis*, *Pseudognaphalium lacteum* y *Senecio rhizomatus* (Tapia y Flores 1984), esta última especie escasa y preferida por las llamas.

En el caso de *Cenchrus clandestinus* “kikuyo” que, aunque es una maleza considerada 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 como forrajera. Algunos trabajos realizados en Antioquía, Colombia, han encontrado una relación positiva entre el consumo de materia seca de *C. clandestinus* “kikuyo” con la producción de leche y con el peso vivo de los animales, con coeficientes de correlación altos, $r = 0.86$ y $r = 0.84$, respectivamente (Correa *et al.* 2008). Otros trabajos sobre la calidad, producción de la leche y digestibilidad *in vitro* de la materia seca en Bogotá, encontraron que los mejores contenidos de Proteína

Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA) de las dos ecorregiones evaluadas, se presentaron con la asociación de *C. clandestinum* “kikuyo” y *Lotus uliginosus* (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 *Minthostachys mollis* “muña”, esta se distribuye en la parte central del área de estudio, teniendo un núcleo de mayor cobertura alrededor de Tizapampa y del transecto M5 (cerca de la mina), que se mantiene durante los dos años de evaluación, con otros núcleos de menor cobertura en los transectos A7 (Cruzgirca), M6 (Cotaparaco) y M7 (Cruzgirca) (Figura 36).

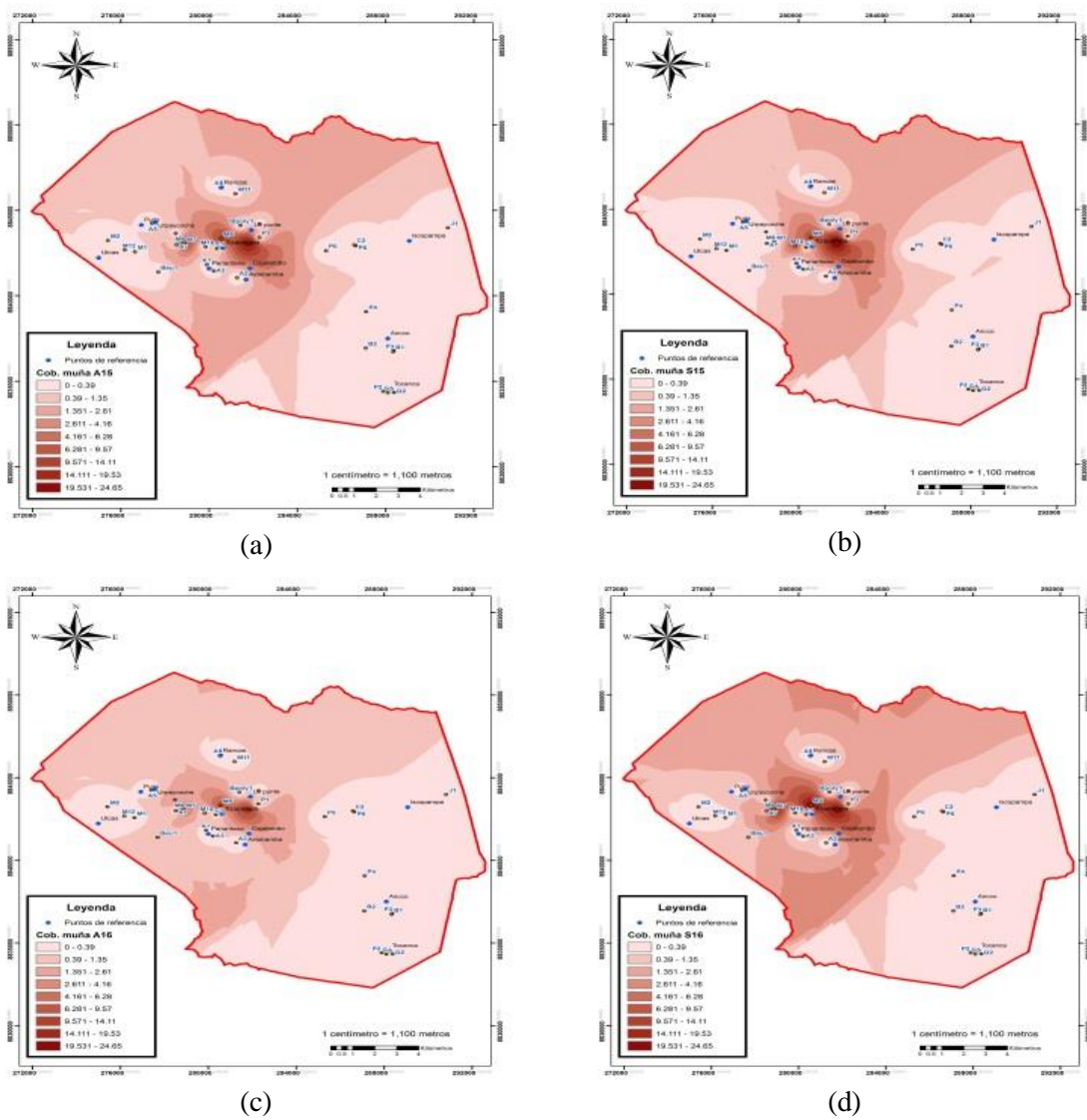


Figura 36. Mapas de isolíneas de la cobertura de *Minthostachys mollis* “muña”: a. Abril 2015, b. Setiembre 2015, c. Abril 2016, d. Setiembre 2016.

Solo en setiembre del 2015 (época seca) presentó otros núcleos de menor cobertura en los transectos M5 (cerca de la mina) y M10 (Cashatambo).

Considerando que la biodiversidad es una fuente importante para el autoabastecimiento de las poblaciones locales (Brack y Mendiola 2010) y que en el Perú la mayoría de especies nativas utilizadas son silvestres (Brack 1999), para algunas especies que en Cajatambo son mayormente colectadas y utilizadas, por sus propiedades curativas, digestivas, alimenticias o como leña, 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 en el presente proyecto han tenido altos índices RVU y FRC % (Tabla 7), 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. 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, especies como *Ambrosia arborescens* “marco”, *Austrocylindropuntia subulata* “hualanca”, *Cenchrus clandestinus* “kikuyo”, *Chuquiraga spinosa* “quincha”, *Lupinus ballianus* “pushka”, *Minthostachys mollis* “muña” y *Trifolium repens* “trébol blanco”, entre otras, 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.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó un total de 355 especies, correspondientes a 211 géneros y 64 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae y Solanaceae, mientras que los géneros con mayor número de especies fueron *Senecio*, *Baccharis*, *Calceolaria*, *Oxalis*, *Solanum* y *Plantago*.
2. De las especies registradas como útiles, 46 son especies silvestres, siendo la mayoría de uso medicinal y para alimento. Las plantas con mayor número de usos son leñosas de porte arbóreo, arbustivas y suculentas perennes, dando a los cajatambinos la posibilidad de contar con recursos vegetales disponibles la mayor parte del año.
3. Entre las especies en situación de amenaza y utilizadas por los cajatambinos, hay algunas que están presentes sólo en un lugar como en Ocopata, Iscu-Viconga, Huaylashtoclanca y en el cerro San Cristóbal o en formaciones vegetales específicas como campo agrícola, juncal, pajonal y bosque de *Polylepis*. Este conocimiento contribuye en la toma de decisiones respecto a qué especies priorizar, qué localidades y en qué formaciones vegetales enfocar esfuerzos y recursos en el desarrollo de planes de conservación.
4. Algunas especies que son muy utilizadas por los pobladores de Cajatambo se mantienen presentes hasta en las épocas secas proporcionando recursos vegetales para la subsistencia en momentos donde la poca disponibilidad de agua hace más difícil la obtención de recursos. El uso de estas plantas silvestres y arvenses constituye una estrategia importante en la sustentabilidad del sistema agrario de Cajatambo.
5. La diversidad vegetal local varió entre cero y 2.85 bit/individuo, siendo las zonas agrícolas de Parientana, Urpaycocha y el césped de Tizapampa muy variables en el tiempo, pero con poca diversidad, mientras que los matorrales cerca de la cantera y de la mina y los pajonales de Tocanca y camino a Viconga menos variables y con mayor diversidad. El grado de intervención estaría determinando este comportamiento.

6. De las especies seleccionadas como potencialmente clave 12 tendrían un posible de patrón de refugio y/o fuente-sumidero, mientras que 4 especies un posible patrón de hot-spots móvil y fijo. El poder identificar estos patrones permite tomar decisiones acerca de la conservación y/o gestión de estas especies muy utilizadas por los cajatambinos y por lo tanto importantes para la subsistencia.
7. El conocimiento de la distribución poblacional en el tiempo de especies utilizadas como forraje, es de gran ayuda en las labores de forrajeo para el ganado vacuno ya que en Cajatambo esta actividad se realiza tanto dentro de las chacras con pastos cultivados y en el campo con pastos silvestres.
8. En el caso de las especies que mayormente son colectadas y utilizadas, pero no cultivadas, también es importante conocer su distribución poblacional en el tiempo ya que proporcionan recursos vegetales complementarios para la subsistencia contribuyendo también de esta manera con la sustentabilidad del sistema agrario de Cajatambo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con el registro de la cobertura vegetal para verificar si los patrones de diversidad similares observados en las épocas secas y la dominancia de ciertas especies se mantiene o cambia en un periodo más largo.
2. Ampliar el número de unidades muestrales en los pajonales para tener una mejor representación de esta formación vegetal que ocupa el mayor porcentaje del territorio del distrito de Cajatambo y es lugar de importantes actividades pecuarias.
3. Evaluar la variación espacial y temporal de las poblaciones de otras especies clave de importancia utilitaria, cultural y/o forrajera, que pueda contribuir aun más en la gestión de estos recursos vegetales y a la sustentabilidad del sistema agrario del distrito de Cajatambo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar B. 2009. El Índice Integral de Salud de Ecosistemas (IISE): un indicador multicriterio de sustentabilidad netamente latinoamericano. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 13: 57-77.

Andreasen JK; O'Neill RV; Noss R; Slosser NC. 2001 Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological Indicators* 1:21–35.

Anderson E. F. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press, Inc. USA. 776 p.

APG (Angiosperm Phylogeny Group). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants.: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1): 1-20.

Aquino W., La Torre M., Condo F., Romero J. & Ramírez J. 2017. Flora vascular del anexo de Marachanca del distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, Lima, Perú. *The Biologist*, 15(2): 359-377.

Aquino W., Condo F., Romero J. & Yllaconza R. 2018. Composición florística del distrito de Huarochirí, provincia de Huarochirí (Lima, Perú). *Arnaldoa*, 25 (3): 877-922.

Arnao L. 2017. Modelamiento de la estructura del paisaje relacionado con el cambio de temperatura para el distrito de Cajatambo entre 1987 - 2014. Tesis para optar el grado de Magister Science en Ecología Aplicada. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ashby R. 1972. *Introducción a la cibernética*. Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.

Beltrán H. 2018. Distribución y riqueza de Asteráceas en las cuencas hidrográficas del departamento de Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25 (3): 799-828.

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.

Bertalanffy Von. 1980. Teoría general de sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México. Fondo de Cultura Económica. 310 p.

Boyle M; Kay J; Pond B. 2001. Monitoring in support of policy: an adaptive ecosystem approach. In: Munn T. eds. Encyclopedia of Global Environmental 4:116 - 137. John Wiley and Son.

Brack A. 1999. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Cuzco. Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las casas" (CBC) 550 p.

Brack A; Mendiola C. 2004. Ecología del Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Editorial Bruño. 496 p.

Brack A; Mendiola C. 2010. La diversidad biológica: Biodiversidad y desarrollo en el Perú. In Ecología del Perú (en línea). 3 ed. Asociación Editorial Bruño. Lima. Disponible en http://www.peroecologico.com.pe/lib_c21_t09.htm.

Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. Rosario, España. 820 p.

Cabrera M. 1996. Temperaturas bajas y límites altitudinales en ecosistemas de plantas superiores: respuestas de las especies al frío en montañas tropicales y subtropicales Revista Chilena de Historia Natural. Sociedad Biológica de Chile. Santiago, Chile 69: 309-320.

Cano A.; La Torre M.; Monsalve Ch.; Roque J.; Mendoza W.; Salinas I.; Castillo S. y Aponte H. 2005. Las Plantas Comunes de San Marcos (Huari, Ancash). Guía de campo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. Serie de divulgación N° 12. 147 p.

Cano A.; La Torre M.; Castillo S.; Aponte H.; Morales M.; Mendoza W.; León B.; Roque J.; Salinas I.; Monsalve Ch. y Beltrán H. 2006. Las Plantas Comunes del Callejón de Conchucos (Ancash, Perú). Guía de campo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. Serie de divulgación N° 13. 303 p

Cano A., Mendoza W., Castillo S., Morales M., La Torre M., Aponte H., Delgado A., Valencia N., & Vega N. 2010. Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1): 95- 103.

Cano A., Delgado A., Mendoza W., Trinidad H., Gonzáles P., La Torre M., Chanco M., Aponte H., Roque J., Valencia N., & Navarro E. 2011. Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en los alrededores del abra Apacheta, Ayacucho - Huancavelica (Perú). *Revista Peruana de Biología*, 18(2): 169-178.

Castro S. 2010. Diversidad del hexápodo del suelo y caracterización de las parcelas en restauración tabacones (San Ignacio. Cajamarca). Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Castro V. 2019. Efecto de la sucesión post-agrícola temprana sobre la diversidad vegetal en cuatro agroecosistemas en el distrito de Cajatambo, Lima, Perú. Tesis para optar el Grado de Doctor. *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ceroni A. 2001. Datos etnobotánicos del poblado de Huaylingas. Cuenca La Gallega. Morropón. Piura. *Ecología Aplicada* 1 (1): 65-70.

Ceroni A. & Castro V. 2013. Manual de Cactus, Identificación y Origen. Ministerio del Ambiente. 26 p. ISBN: 978-612-4174-07-0.

Ceroni A., Castro V., Teixeira V. y Redolfi I. 2007. *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae): eje de las interacciones en ecosistemas áridos. *Ecología Aplicada* 6 (1 y 2): 155 - 168.

Cerrate E. 1969. Manera de preparar plantas para un Herbario. Museo de Historia Natural. Serie de Divulgación. no. 1. 10 p.

Chapin III F; Kofinas G; Folke C. 2009. Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World. eds. Springer Science Business Media. LLC.

CITES (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2017. Apéndices I, II y III del CITES. 4 oct. 2017.

Correa H.; Evangelista J.; Pabón M. 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoehst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): II. Contenido de energía, consumo, producción y eficiencia nutricional. Livestock Research for Rural Development. <https://www.researchgate.net/publication/266316988>

Cruz G. y Durán A. 2012. Desde la etnobotánica a la reconstrucción de identidades en localidades de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy. En Resúmenes del 5to Congreso Nacional de Extensión Universitaria. Córdoba - Argentina. Vol. 4 N° 2

Davic R. 2003. Linking keystone species and functional groups: a new operational definition of the keystone species concept. Conservation Ecology 7(1): r11. [on line] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss1/resp11>.

De Leo G. A. & Levin S. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. Conservation Ecology 1(1): 3. URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3/>

De la Cruz H; Zevallos P; Vilcapoma G. 2005. Status de conservación de las especies vegetales silvestres de uso tradicional en la provincia de Canta, Lima-Perú. Revista Ecología Aplicada 4 (1,2): 9-16.

Del Castillo J. 2016. Estudio de la Variación Espacio-Temporal 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.

Earls J. 2006. Introducción a la Teoría de los Sistemas Complejos. Serie: Cuadernos del IDEA-PUCP N° 1. 88 p.

Flores M. 1997. La Familia Leguminosae en el valle del Chillón – Parte media y alta. Departamento de Lima. Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Flores M.; Alegría J. y Granda A. 2005. Diversidad Florística asociada a las Lagunas Andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología* 12: 125-134.

Florez A. 2005. Manual de los Pastos y Forrajes Altoandinos. Intermediate Technology Development Group, ITDG-Perú. Oikos Cooperacao e Desenvolvimento. 51 p.

Font Quer P. 1965. Diccionario de Botánica. Editorial Labor S.A. España. 1244 p.

Giraldo A; Véliz C; Arellano G y Sánchez E. 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

Gonzáles P. & Navarro E. 2015. Flora y vegetación del distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta (Lima). *Arnaldoa*, 22 (1): 155-182.

Gonzáles P. 2016. Riqueza y distribución de Asteraceae en el departamento de Lima (Perú). *Arnaldoa*, 23 (1): 111–134.

Gutiérrez J; Squeo F. 2004. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. *Ecosistemas, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente* 13 (1): 36-45.

Helfgott S. 1986. Ecología, biología, uso y control de *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. En: *Ecología y control de malezas perennes en América Latina*. FAO. Roma. 337-340. En: *Manejo de malezas para países en desarrollo*. 1996. Por R. Labrada, J.C. Caseley y C. Parker. FAO. pp. 81-82.

Hernández E, Mejía M, Durán C. 2012. Respuesta fotosintética del pasto (*Pennisetum clandestinum*) en pisos térmicos contrastantes. *Acta Agronómica - Número especial*.

Hammer Ø. 2011. Reference manual of PAST, Paleontological Statistics, version 2.09. Natural History Museum, University of Oslo. Norwegian. 214 p.

Holling C.S. 1998. Two cultures of ecology. *Conservation Ecology* 2(2): 4. URL: <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art4/>

Holling C.S., Gunderson L. H. & Ludwig D. 2001. In Quest of a theory of adaptive change. Páginas 3-24. *En Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. L. H. Gunderson & C.S. Holling (editores). Island Press, Washington, DC.

ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas). 1996. Biodiversity: a key part of food security. ICARDA, Aleppo, Syria. 20 pp.

Irwin H. y Barneby R. 1982. The American Cassiinae. A Synoptical Revision of Leguminosae Tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. Volumen 35, part 1. p. 311-312.

Kaisler S. y Madey G. 2009. Complex Adaptive Systems: Emergence and Self-Organization Tutorial Presented at HICSS-42 Big Island, HI. University of Notre Dame. 157 p.

Kahn F., Millán B., Cano A., La Torre M., Baldeón S., Beltrán H., Trinidad H., Castillo S., & Machahua M. 2016. Contribución a la flora altoandina del distrito de Oyón, región Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología* 23(1): 67-72.

Kay J; Regier H; Boyle M; Francis G. 1999. An ecosystem approach for the Sustainability: Addressing the Challenge of Complexity. *Futures* 31: 721 - 742.

Küchler A. y Zonneveld I. 1988. Handbook of vegetation science. Vegetation mapping. Founded by R. Tuxen H. Lieth, Editor in Chief. Volume 10. 622 p.

Kuhn T. S. 2006. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. C. Solís (Trad.) 3ª. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Lakatos I. 1989. La Metodología de los Programas de Investigación Científica. Alianza Editorial, Madrid.

La Torre Cuadros M. 1998. Etnobotánica de los Recursos Vegetales Silvestres del Caserío de Yanacancha, Distrito de Chumuch, Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

León J; Coria R; Cruz M. 1996. Fenología floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. Acta Botánica Mexicana. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío. Michoacán, México 35: 45-64.

Lerner Martinez T. 2003. Etnobotánica de los Recursos Vegetales de la Comunidad “Santa Catalina de Chongoyape”, Microcuenca del Río Chancay, Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Lerner T.; Ceroni A.; González C. 2003. Etnobotánica de la Comunidad “Santa Catalina de Chongoyape” en el Bosque Seco del Área de Conservación Privada Chaparrí- Lambayeque. Ecología Aplicada 2 (1): 14-20

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.

Lot A. y Chiang F. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. UNAM. México. 142 p.

Magurran A. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedra S.A.

Malangón R. y Prager R. 2001. El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 167 p.

Margalef R. 1980. La biósfera: entre la termodinámica y el juego. Editorial Omega. Barcelona, ES. 236 p.

Margalef R. 1982. Ecología. Editorial Omega. Barcelona, ES. 951 p.

Margalef R. 2002. Teoría de los sistemas ecológicos. Editorial Alfaomega. México D.F., MX. 290 p.

Matteucci S; Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 168p.

McArdle B.H., Gaston K. y Lawton J. 1990. Variation in the size of animal population: Patterns, problems and artefacts. *Journal of Animal Ecology*. 59: 439-454

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2001. Decreto Supremo N° 014-2001-AG. Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre. El Peruano (09/04/2001) Año XVIII, N° 7328, pp 190283. Lima, Perú.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2006. Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. El Peruano (13/07/2006) Año XXIII, N° 9526, pp 323527. Lima, Perú.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2012. Memoria descriptiva del Mapa de cobertura del Perú. Perú. 76 p.

MINAN. 2013. Ministerio del Ambiente. “El San Pedro” o “Achuma”. El género *Echinopsis*, Taxonomía, distribución y comercio. Informe de la Autoridad Científica CITES Perú. 30 p. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/El-San-Pedro-o-Achuma-g%C3%A9nero-Echinopsis.-Taxonom%C3%ADa-distribuci%C3%B3n-y-Comercio.pdf>

Morales A.; León J.; Cárdenas E.; Afanador G.; Carulla J. 2013. Calidad de la leche, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y producción en vacas alimentadas con gramíneas solas o asociadas con *Lotus uliginosus*. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 60 (I): 32-48

Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza. España. 84 p.

Mori S; Mattos L; Lisboa G; Coradin L. 1985. Manual de manejo do herbário fanerogamico. Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus-Bahia. 97 p.

Mostacedo B. y Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Editora El País. Santa Cruz. Bolivia. 92 p.

Murra J. 1975. Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino. Instituto de Estudios Peruanos (IPE). Lima. PE.

Nicholls C. y Altieri M. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. Agroecología 6: 28-37.

Ostolaza C., Ceroni A., Dreyfus G., Calderón N. y Novoa S. 2003. Cacti of the Huaura river valley, Perú - a conservation survey. *British Cacti & Succulent Journal* 21: 87 - 97.

Ostolaza C., Ceroni A., Calderón N. y Novoa S. 2005. The Huaura valley, Lima, Peru - revisited. *British Cactus & Succulent Journal* 23 (1): 25 - 33.

Ostolaza C., Ceroni A., Calderón N., Alvarez E., Zapata J., Cortez J. y Salinas L. 2006. Cacti of the Pativilca river basin, Lima, Peru. *Cactus World BCSS* 24 (3): 117 - 128.

Ostolaza C., Ceroni A., Zapata J., Cortez J., Salinas L. y García E. 2007. Cacti of the Cañete river basin, Lima, Peru: a research and conservation study. *Cactus World BCSS* 25(4): 215 - 226.

Ostolaza C., Pino G., Flores M., Ceroni A., Ramírez N., Cortez J., Vargas J., y Salinas L. 2009. Cacti of the Chancay and Chillón river basins, Lima, Peru: a research and conservation study. *Cactus World BCSS* 27(1): 39 - 50.

Padilla D. 2017. Estudio de la variación espacio-temporal de la comunidad vegetal de las lomas de Mangamarca durante el año 2013 como contribución a su gestión. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Pancorbo M. 2018. Recursos vegetales y alimentación en dos comunidades campesinas de la sierra central: el caso de la Cuenca de Mito-departamento de Huánuco. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Parodi L.R. 1972. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, Descripción de las plantas cultivadas. Volumen I. Editorial Acme, Buenos Aires.

Parra F. 2003. Composición florística y estructura de la vegetación de la microcuenca de Pachachaca, distrito de Laria, provincia de Huancavelica, Huancavelica. Tesis para optar el título de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Paulino E.; La Torre M. y Huamán L. 2015. Distribución Altitudinal de la Flora Fanerogámica del distrito de Oyón, Lima, Perú. *The Biologist* (13) 1: 21-33.

Perez-Harguindeguy, N., S. Diaz, E. Garnier, S. Lavorel, H. Poorter, P. Jaureguiberry, M. S. Bret-Harte, W. K. Cornwell, J. M. Craine, D. E. Gurvich, et al. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 61:167-234.

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. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Graduados.

Ramírez N. 2008. Germinación de semillas de siete especies de cactáceas del ecosistema árido del Cerro Umarcata, Valle del Río Chillón-Canta, Lima Perú, con fines de conservación *ex situ*. Tesis para optar el título de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Ramos D. 2013. Caracterización y estacionalidad de la vegetación a lo largo de una gradiente altitudinal en la cuenca medio del río Lurín, comunidad de Cochahuayco, provincia de

Huarochiri, Lima. Tesis para optar el Título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Ramos D; Castro V; Sánchez E. 2015. Caracterización de la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal en la comunidad de Cochahuayco, cuenca media del río Lurín, Lima. *Ecología Aplicada*, 14(1): 11-25.

Redfern A; Pimm S. 1988. Population variability and polyphagy in herbivorous insect communities. *Ecological Monographs*. 58(1): 39-55.

Romero O. 2005. Pradera permanente en la zona sur. Trébol blanco: clave en los sistemas pastoriles. Tierra Adentro. INIA Carillanca. pp. 21-23

Rozzi R; Molina J; Miranda P. 1989. Microclima y periodos de floración en laderas de exposición ecuatorial y polar en los Andes de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural. Sociedad Biológica de Chile. Santiago, Chile* 62: 75-84.

Russell S. 2002. Anatomía de una rosa. La vida secreta de las flores. Ediciones Paidós Ibérica S.A. España. 208 p.

Salgado-Negret B. 2015. La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolo y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp.

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.

Sans F.X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16 (1): 44-49.

Saravia A. 1983. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. San José C.R.: Servicio editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA. 273 p.

Siau G. 1993. Aplicación del enfoque de sistemas en la producción pecuaria. En: Raúl Venegas y Gustavo Siau (eds.): Sistemas en producción animal. CLADES-CET. Taller realizado en Santiago de Chile marzo-abril, 1993.

Smith C. 1971. Preparing Herbarium Specimens of Vascular Plants. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.

Smith D.N. 1988. Flora and Vegetation of the Huascarán National Park, Ancash, Perú, with preliminary taxonomic studies for a manual of the flora. Iowa State University. Ames, Iowa.

Solomon E.; Berg L.; Martin D. 2001. Biología. Quinta Edición. Mc Graw Hill. México. 1,237 p.

Soberón J.; Loevisohn M. 1987. Patterns of variation in the numbers of animal populations and the biological foundations of Taylor's law of the mean. *Okos*. 48: 249- 252.

Taylor L.R.; Woiwod I.P.; Perry J.N. 1978. The density-dependence of spatial behaviour and the rarity of randomness. *Journal of Animal Ecology*. 47: 383-406.

Tapia M. y Flores J. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. 323 p.

Tello G. 2015. Etnobotánica de Plantas con Uso Medicinal en la Comunidad de Quero, Jauja, Región Junín. Tesis para optar el Título de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Terradas J. 2001. Ecología de la vegetación, de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes. Ediciones Omega. Barcelona, España. 760 p.

Texeira V.; Sánchez E. 2006. Patrones poblacionales de las principales especies herbáceas en la Reserva Nacional de Lachay. *Ecología Aplicada* 5 (1,2): 23-27.

Toledo V. 1990. The ecological rationality of peasant production. Pages 51-58 in M. Altieri and S. Hecht, editors. *Agroecology and small-farm development*. CRC Press, Boca Raton, Florida. US.

Tovar O. 1993. Las Gramíneas (Poaceae) del Perú. Ruizia. Monografías del Real Jardín Botánico. Madrid. Tomo 13. 480 p.

Tovar O. y Oscanoa L. 2002. Guía para la identificación de pastos naturales alto andinos de mayor importancia ganadera. Instituto de Montaña. 184 p.

Trinidad H. & Cano A. 2016. Composición florística de los bosques de *Polylepis* Yauyinazo y Chaqsii-Chaqsii, Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas, Lima. *Revista Peruana de Biología* 23(3): 271-286.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2018. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2018-2 (en línea). Consultado 20 de febrero del 2019. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>.

Vázquez L.; Matienzo Y. 2010. Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 12 p.

Vilcapoma G. & Beltrán H. 2018. Las asteráceas de la cuenca del río Chillón (Canta, Lima, Perú). *Revista Ecología Aplicada* 17 (2): 171-184.

Vilcapoma G. 2000. Frutos silvestres de la cuenca del río Chillón (Cactaceae). *Quepo* 14: 59-67.

Ulanowicz R. 2007. Ecology, a Dialog between the Quick and the Dead. 1:27-46 *En*: F. Capra, A. Juarrero, P. Sotolongo & J. Vand Uden (editores) *Reframing complexity: Perspectives from the North and the South*. Exploring Complexity Book. ISCE Publishing, 395 Central Street, Mansfield, MA 02048, USA.

Walker B. 1995. Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology* 9: 747-752.

Walker B.; Holling C. S., Carpenter S.R. & Kinzig A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9 (2): 5.

Walsh Perú S.A. 2011. Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Rapay Salto 1 y Salto 2. SNPower. Lima.

Weberbauer A. 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Estación Experimental Agrícola de La Molina, Ministerio de Agricultura. Perú. 776 pp.

Whittaker R. 1975. *Communities and Ecosystems*. Macmillan. 2da. Edición. Nueva York. 385 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Especies vegetales determinadas en el distrito de Cajatambo para el periodo 2015-2016.

FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE	FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE
<p>ACANTHACEAE <i>Dicliptera</i> cf. <i>acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Juss. <i>Dicliptera</i> cf. <i>montana</i> Lindau <i>Odontophyllum lyratum</i> (Nees) Sreem.</p> <p>AGAVACEAE <i>Agave cordillerensis</i> Lodé & Pino <i>Anthericum eccremorrhizum</i> Ruiz & Pav.</p> <p>ALSTROEMERiaceae <i>Bomarea</i> cf. <i>phyllostachya</i> Mast. ex Baker <i>Bomarea dulcis</i> (Hook.) Beauverd <i>Bomarea involucrosa</i> (Herb.) Baker <i>Bomarea ovata</i> (Cav.) Mirb.</p> <p>AMARANTHACEAE <i>Alternanthera</i> cf. <i>macbridei</i> Standl. <i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze <i>Amaranthus hybridus</i> L. <i>Beta vulgaris</i> L. <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants <i>Gomphrena globosa</i> L. <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.</p> <p>ANACARDIACEAE <i>Schinus molle</i> L.</p> <p>APIACEAE <i>Arracacia incisa</i> H. Wolff <i>Azorella crenata</i> (Ruiz & Pav.) Persoon <i>Bowlesia</i> cf. <i>setigera</i> H. Wolff <i>Bowlesia lobata</i> Ruiz & Pav. <i>Conium maculatum</i> L. <i>Cycospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague ex Britton & P. Wilson <i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Spreng. <i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill <i>Petroselinum crispus</i> (Mill.) Albooroto</p> <p>ASTERACEAE <i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC. <i>Ageratina</i> cf. <i>glechnophylla</i> (Lessing) R.M. King & H. Robinson <i>Ageratina sternbergiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob. <i>Aldama helianthoides</i> (Rich.) E.E. Schill. & Panero <i>Ambrosia arborescens</i> Miller <i>Aristeguietia discolor</i> (DC.) R.M. King & H. Rob. <i>Baccharis alaternoides</i> Kunth <i>Baccharis buxifolia</i> (Lamarck) Persoon <i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pav.) Persoon <i>Baccharis genistelloides</i> (Lamarck) Persoon <i>Baccharis gnidiifolia</i> Kunth <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Persoon <i>Baccharis pentlandii</i> DC. <i>Baccharis spartea</i> Benth. <i>Baccharis tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) Persoon <i>Barnadesia dombeyana</i> Lessing</p>	<p><i>Bidens andicola</i> Kunth <i>Bidens pilosa</i> L. <i>Chuquiraga spinosa</i> Lessing <i>Cichorium intybus</i> L. <i>Conyza artemisioides</i> Meyen & Walp. <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist <i>Coreopsis fasciculata</i> Weddell <i>Cotula australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f. <i>Cronquistianthus glomeratus</i> (DC.) R.M. King & H. Robinson <i>Cuatrecasasiella isernii</i> (Cuatrecasas) H. Robinson <i>Facelis lasiocarpa</i> (Grisebach) Cabrera <i>Flourensia macrophylla</i> S.F. Blake <i>Gamochaeta americana</i> (Miller) Weddell <i>Gamochaeta humilis</i> Weddell <i>Gynoxys caracensis</i> Muschl. <i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq.) Dunal <i>Heterosperma diversifolium</i> Kunth <i>Hieracium leptocephalium</i> Benth. <i>Hypochaeris brevicaulis</i> Phil. <i>Hypochaeris meyeniana</i> (Walpers) Grisebach <i>Hypochaeris taraxicoides</i> Benth. & Hook. f. ex B.D. Jacks. <i>Jungia schuerae</i> Harling <i>Lomanthus subcandidus</i> (A. Gray) B. Nord. & Pelsler <i>Microseris pygmaea</i> D. Don <i>Mniodes</i> cf. <i>coarctata</i> Cuatrecasas <i>Mniodes coarctata</i> Cuatrecasas <i>Mniodes kunthiana</i> (DC.) Freire, Chem, Anderberg & Urtubey <i>Mniodes pickeringii</i> (A. Gray) M.O. Dillon & Sagást. <i>Mniodes piptolepis</i> (Weddell) Freire, Chem, Anderberg & Urtubey <i>Munozia lyrata</i> (A. Gray) H. Robinson & Bretell <i>Mutisia acuminata</i> Ruiz & Pav. <i>Mutisia mathewsii</i> Hooker & Arnott <i>Novenia acaulis</i> (Benth. & Hook. f. ex B.D. Jacks.) S.E. Freire & F.H. Hellw. <i>Ophryosporus peruvianus</i> (J. Gmelin) R.M. King & H. Rob. <i>Pappobolus lanatus</i> (Heiser) Panero <i>Paranephelius ovatus</i> Weddell <i>Paranephelius uniflorus</i> Poepp. <i>Perezia coerulescens</i> Weddell <i>Perymenium jelskii</i> (Hieron.) S.F. Blake <i>Pseudognaphalium lacteum</i> Meyen & Walp. <i>Pseudognaphalium psilophyllum</i> (Meyen & Walp.) Anderb. <i>Senecio breviscapus</i> DC. <i>Senecio evacoides</i> Sch. Bip. <i>Senecio</i> cf. <i>serratifolius</i> (Meyen & Walp.) Cuatrec. <i>Senecio chiquianensis</i> Cabrera <i>Senecio collinus</i> DC.</p>

(Continuación ...)

FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE	FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE
<i>Senecio comosus</i> var. <i>blancus</i> Cuatrec.	<i>Borzicactus fieldianus</i> subsp. <i>tessellatus</i> (Akers & Buining) Krainz ex F. Ritter
<i>Senecio condimentarius</i> Cabrera	<i>Echinopsis peruviana</i> (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley
<i>Senecio ferreyrae</i> Cabrera	<i>Loxanthocereus sulcifer</i> Rauh & Backeb.
<i>Senecio hastifolius</i> (L. f.) Less.	<i>Matucana haynei</i> (Otto ex Salm-Dyck) Britton & Rose
<i>Senecio hohenackeri</i> Schultz-Bip. ex Weddell	CALCIOLARIACEAE
<i>Senecio nivalis</i> (Kunth) Cuatrecasas	<i>Calceolaria annua</i> Edwin
<i>Senecio nutans</i> Schultz-Bip.	<i>Calceolaria aperta</i> Edwin
<i>Senecio repens</i> DC.	<i>Calceolaria cuneiformis</i> Ruiz & Pav.
<i>Senecio rhizomatus</i> Rusby	<i>Calceolaria glauca</i> Ruiz & Pav.
<i>Senecio richii</i> A. Gray	<i>Calceolaria lobata</i> Cav.
<i>Senecio spinosus</i> DC.	<i>Calceolaria scabra</i> Ruiz & Pav.
<i>Sigesbeckia</i> cf. <i>zorullensis</i> Kunth	<i>Calceolaria scapiflora</i> (Ruiz & Pav.) Benth.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Calceolaria tenuis</i> Benth.
<i>Stevia macbridei</i> B. Robinson	<i>Calceolaria virgata</i> Ruiz & Pav.
<i>Stevia pulverula</i> Hook	<i>Porodittia triandra</i> (Cav.) G. Don
<i>Tagetes filifolia</i> Lagasca	CAMPANULACEAE
<i>Tagetes gracilis</i> DC.	<i>Siphocampylus tupaeformis</i> Zahlbr.
<i>Tagetes multiflora</i> Kunth	CAPRIFOLIACEAE
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	<i>Sambucus peruviana</i> Kunth
<i>Villanova titicacensis</i> (Meyen & Walp.) Walp.	<i>Valeriana globularis</i> A. Gray
<i>Verbesina hastifolia</i> S.F. Blake	<i>Valeriana interrupta</i> Ruiz & Pav.
<i>Werneria apiculata</i> Schultz-Bip.	CARICACEAE
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	<i>Vasconcellea candicans</i> (A. Gray) A. DC.
<i>Werneria pumila</i> Kunth	CARYOPHYLLACEAE
<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	<i>Arenaria</i> cf. <i>digyna</i> Willd. ex D.F.K. Schltld.
<i>Werneria villosa</i> A. Gray	<i>Cerastium</i> cf. <i>imbricatum</i> Kunth
<i>Xanthium spinosum</i> L.	<i>Cerastium</i> cf. <i> trianae</i> Briq.
BASELLACEAE	<i>Cerastium</i> cf. <i>triviale</i> Link
<i>Enredera diffusa</i> (Moq.) Sperling	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.
<i>Ullucus tuberosus</i> subsp. <i>aborigineus</i> (Brücher) Sperling	<i>Cerastium nutans</i> Raf.
BEGONIACEAE	<i>Drymaria divaricata</i> Kunth
<i>Begonia octopetala</i> L'Hér.	<i>Paronychia andina</i> A. Gray
BERBERIDACEAE	<i>Paronychia</i> cf. <i>andina</i> A. Gray
<i>Berberis</i> cf. <i>monosperma</i> Ruiz & Pav.	<i>Paronychia</i> cf. <i>communis</i> Cambess.
<i>Berberis lutea</i> Ruiz & Pav.	<i>Paronychia</i> cf. <i>libertadiana</i> Chaudhri
BETULACEAE	<i>Paronychia chilensis</i> DC.
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	<i>Silene gallica</i> L.
BIGNONIACEAE	<i>Silene genovevae</i> Bocquet
<i>Tecoma stans</i> subsp. <i>sambucifolia</i> (Kunth) J.R.I. Wood	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. ex Schlechtendal
BORAGINACEAE	<i>Stellaria ovata</i> Willd. ex D.F.K. Schltld.
<i>Heliotropium macrostachyum</i> (DC.) Hemsl.	COMMELINACEAE
<i>Plagiobothrys humilis</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	<i>Commelina fasciculata</i> Ruiz & Pav.
BRASSICACEAE	CONVOLVULACEAE
<i>Brassica rapa</i> ssp. <i>campestris</i> (L.) Peterm.	<i>Dichondra microcalyx</i> (Hallier f.) Fabris
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	<i>Ipomoea dumetorum</i> Willd.
<i>Cardamine bonariensis</i> Persoon	CRASSULACEAE
<i>Lepidium bipinnatifidum</i> Desv.	<i>Echeveria</i> cf. <i>fruticosa</i> Pino
<i>Lepidium chichicara</i> Desv.	CUCURBITACEAE
<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton	<i>Cyclanthera mathewsii</i> Arn. ex A. Gray
<i>Sisymbrium</i> cf. <i>altissimum</i> L.	CUSCUTACEAE
CACTACEAE	<i>Cuscuta odorata</i> Ruiz & Pav.
<i>Armatocereus matucanensis</i> Backeb. ex A.W. Hill	CYPERACEAE
<i>Austrocylindropuntia floccosa</i> (Salm-Dyck) F. Ritter	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.
<i>Austrocylindropuntia subulata</i> subsp. <i>exaltata</i> (Berger) Hunt	EPHEDRACEAE
	<i>Ephedra americana</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
	<i>Ephedra rupestris</i> Benth.

(Continuación ...)

FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE	FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE
EQUISETACEAE	JUNCACEAE
<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
ESCALLONIACEAE	<i>Juncus balticus</i> Willd.
<i>Escallonia resinosa</i> (Ruiz & Pav.) Persoon	<i>Luzula racemosa</i> Desv.
EUPHORBIACEAE	LAMIACEAE
<i>Croton ruizianus</i> Müll. Arg.	<i>Clinopodium ellipticum</i> (K. Koch) Kuntze
<i>Euphorbia huanchahana</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	<i>Hyptis sedifolia</i> (L'Herit) Briquet
FABACEAE	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.
<i>Astragalus garbancillo</i> Cav.	<i>Lepechinia lamiifolia</i> (Benth.) Epling
<i>Dalea</i> aff. <i>exilis</i> DC.	<i>Lepechinia meyenii</i> (Walp.) Epling
<i>Dalea</i> cf. <i>onobrychis</i> DC.	<i>Marrubium vulgare</i> L.
<i>Dalea exilis</i> DC.	<i>Mentha x piperita</i> L.
<i>Dalea microphylla</i> Kunth	<i>Minthostachys mollis</i> Griseb.
<i>Dalea onobrychis</i> DC.	<i>Minthostachys spicata</i> (Benth.) Epling
<i>Lathyrus magellanicus</i> Lam.	<i>Salvia cruikshanksii</i> Benth.
<i>Lupinus</i> aff. <i>ballianus</i> C.P. Sm.	<i>Salvia cuspidata</i> Ruiz & Pav.
<i>Lupinus ballianus</i> C.P. Sm.	<i>Salvia oppositiflora</i> Ruiz & Pav.
<i>Lupinus microphyllus</i> Desr.	<i>Salvia sagittata</i> Ruiz & Pav.
<i>Lupinus paniculatus</i> Desr.	<i>Stachys pusilla</i> (Wedd.) Briq.
<i>Lupinus pygmaeus</i> Tamayo ex Pittier	LINACEAE
<i>Medicago polymorpha</i> L.	<i>Linum polygaloides</i> Planch.
<i>Medicago sativa</i> L.	<i>Linum usitatissimum</i> L.
<i>Otholobium pubescens</i> (Poir.) J.W. Grimes	LOASACEAE
<i>Pisum sativum</i> L.	<i>Caiophora cirsiifolia</i> C. Presl
<i>Senna birostris</i> (Dombey ex Vogel) H.S. Irwin & Barneby	<i>Nasa cymbopetala</i> (Urban & Gilg) Weigend
<i>Senna malaspinae</i> H.S. Irwin & Barneby	MALVACEAE
<i>Tara spinosa</i> (Molina) Britton & Rose	<i>Fuertesimalva echinata</i> (C. Presl) Fryxell
<i>Trifolium repens</i> L.	<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxell
<i>Vicia andicola</i> Kunth	<i>Fuertesimalva pennellii</i> (Ulbr.) Fryxell
<i>Vicia cracca</i> L.	<i>Fuertesimalva peruviana</i> (L.) Fryxell
<i>Vicia faba</i> L.	<i>Tarasa cerratei</i> Krapov.
GENTIANACEAE	MONTIACEAE
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	<i>Calandrinia acaulis</i> Kunth
<i>Gentianella</i> cf. <i>porphyrantha</i> (Gilg) Zarucchi	MYRTACEAE
<i>Gentianella fruticulosa</i> (Dombey ex Wedd.) Fabris ex J.S. Pringle	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
<i>Gentianella incurva</i> (Hook.) Fabris	ONAGRACEAE
<i>Gentianella padulicola</i> (Gilg) J.S. Pringle	<i>Epilobium denticulatum</i> Ruiz & Pav.
<i>Halenia mathewsii</i> Gilg	<i>Oenothera laciniata</i> Hill
<i>Halenia umbellata</i> (Ruiz & Pav.) Gilg	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav.
GERANIACEAE	<i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton
<i>Geranium</i> cf. <i>limae</i> R. Knuth	OROBANCHACEAE
<i>Geranium laxiculale</i> R. Knuth	<i>Bartsia diffusa</i> Benth.
<i>Geranium matucanense</i> R. Knuth	ORCHIDIACEAE
<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	<i>Cyclopogon peruvianus</i> (C. Presl) Schltr.
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	<i>Myrosmodes paludosa</i> (Rchb. f.) P. Ortiz
GROSSULARIACEAE	OXALIDACEAE
<i>Ribes viscosum</i> Ruiz & Pav.	<i>Oxalis calachaccensis</i> R. Knuth
HYPERICACEAE	<i>Oxalis megalorrhiza</i> Jacq.
<i>Hypericum brevistylum</i> Choisy	<i>Oxalis micrantha</i> Bertero ex Savi
IRIDACEAE	<i>Oxalis oreocharis</i> Diels
<i>Olsynium junceum</i> (E. Meyer ex J. S. Persl) Goldblatt	<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth
JUGLANDACEAE	<i>Oxalis repens</i> Thunb.
<i>Juglans neotropica</i> Diels	<i>Oxalis tuberosa</i> Molina
	PASSIFLORACEAE
	<i>Passiflora peduncularis</i> Cav.
	<i>Passiflora trifoliata</i> Cav.

(Continuación ...)

FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE	FAMILIA / GÉNERO / ESPECIE
PHRYMACEAE	POLEMONIACEAE
<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	<i>Cantua buxifolia</i> Juss. ex Lam.
PIPERACEAE	POLYGALACEAE
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.
PLANTAGINACEAE	<i>Pteromonnia macrostachya</i> (Ruiz & Pav.) B. Eriksen
<i>Plantago australis</i> Lam.	POLYGONACEAE
<i>Plantago lanceolata</i> L.	<i>Muehlenbeckia volcanica</i> (Benth.) Endl.
<i>Plantago linearis</i> Kunth	<i>Polygonum aviculare</i> L.
<i>Plantago myosuroides</i> Lam.	<i>Rumex obtusifolius</i> L.
<i>Plantago rigida</i> Kunth	PTERIDACEAE
<i>Plantago sericea</i> Ruiz & Pav.	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.
<i>Veronica persica</i> Poir.	RANUNCULACEAE
POACEAE	<i>Clematis</i> cf. <i>peruviana</i> DC.
<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.
<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.	<i>Thalictrum longistylum</i> DC.
<i>Agrostis toluensis</i> Kunth	ROSACEAE
<i>Avena sterilis</i> L.	<i>Acaena torilicarpa</i> Bitter
<i>Bouteloua simplex</i> Lag.	<i>Hesperomeles cuneata</i> Lindl.
<i>Brachypodium mexicanum</i> (Roem. & Schult.) Link	<i>Lachemilla</i> cf. <i>mandoniana</i> (Wedd.) Rothm.
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothm.
<i>Bromus modestus</i> Renvoize	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.
<i>Calamagrostis eminens</i> (J. Presl) Steud.	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm.
<i>Calamagrostis grandis</i> Petrov	<i>Polylepis microphylla</i> (Wedd.) Bitter
<i>Calamagrostis heterophylla</i> (Wedd.) Pilg.	<i>Tetraglochin cristatum</i> (Britton) Rothm.
<i>Calamagrostis vicinarum</i> (Wedd.) Pilg.	RUBIACEAE
<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone	<i>Arcytophyllum thymifolium</i> (Ruiz & Pav.) Standl.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Galium</i> cf. <i>aparine</i> L.
<i>Elymus angulatus</i> J. Presl	SCROPHULARIACEAE
<i>Eragrostis lurida</i> J. Presl	<i>Alonsoa linearis</i> (Jacq.) Ruiz & Pav.
<i>Eragrostis nigricans</i> (Kunth) Steud.	<i>Alonsoa meridionalis</i> (L. f.) Kuntze
<i>Festuca carazana</i> Pilg.	SOLANACEAE
<i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl	<i>Browallia</i> cf. <i>viscosa</i> Kunth
<i>Festuca glyceriantha</i> Pilg.	<i>Cestrum auriculatum</i> L'Hér.
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	<i>Dunalia spinosa</i> (Meyen) Dammer
<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench	<i>Jaltomata weberbaueri</i> (Dammer) T. Mione & F. G. Coe
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.
<i>Muhlenbergia peruviana</i> (P. Beauv.) Steud.	<i>Salpichroa ramosissima</i> Miers
<i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth	<i>Solanum acaule</i> Bitter
<i>Nassella asplundii</i> Hitchc.	<i>Solanum</i> aff. <i>polytrichostylum</i> Bitter
<i>Nassella brachyphylla</i> (Hitchc.) Barkworth	<i>Solanum basendopogon</i> Bitter
<i>Nassella pubiflora</i> (Trin. & Rupr.) E. Desv.	<i>Solanum bukasovii</i> Juz. ex Rybin
<i>Poa annua</i> L.	<i>Solanum furcatum</i> Dunal
<i>Poa congesta</i> Refulio	<i>Solanum tuberosum</i> L.
<i>Poa expansa</i> J.F. Gmel	URTICACEAE
<i>Poa fibrifera</i> Pilg.	<i>Urtica flabellata</i> Kunth
<i>Poa horridula</i> Pilg.	<i>Urtica leptophylla</i> Kunth
<i>Polypogon interruptus</i> Kunth	VERBERNACEAE
<i>Sporobolus</i> cf. <i>indicus</i> (L.) R. Br.	<i>Citharexylum</i> cf. <i>dentatum</i> Tafalla ex D. Don
<i>Triticum aestivum</i> L.	<i>Citharexylum flexuosum</i> (Ruiz & Pav.) D. Don
<i>Vulpia australis</i> (Nees) C.H. Blom	<i>Lantana scabiosiflora</i> fo. <i>albida</i> Moldenke
<i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray	<i>Verbena</i> cf. <i>occulta</i> Moldenke
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel.	<i>Verbena litoralis</i> Kunth
<i>Zea mays</i> L.	

Anexo 2. Usos y conocimiento tradicional de plantas silvestres y cultivadas en el distrito de Cajatambo para el periodo 2015-2016.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	USO / CONOCIMIENTO TRADICIONAL	ESTADO
<i>Agave cordillerensis</i>	Penco	Asparagaceae	El tallo y las hojas para controlar la menopausia, diabetes y descalcificación, y como leña. El pedúnculo floral para bebida fermentada. La planta como cerco vivo.	S
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Betulaceae	El tallo para tablas, vigas, muebles artesanales y leña. La corteza del tallo y las hojas en tintorería.	C
<i>Alonsoa linearis</i>	Rirkacock	Scrophulariaceae	La flor para prevenir el mal de ojo.	S
<i>Aloysia triphylla</i>	Cedrón	Verbenaceae	Tomar la infusión de los tallos y hojas para aliviar dolores estomacales y como bebida caliente para combatir el frío.	C
<i>Ambrosia arborescens</i>	marco, altamisa	Asteraceae	Las hojas en frotación alivian dolores musculares, artritis y sobrepeso. En emplasto para el dolor de cabeza. El tallo para leña. Las hojas para envolver el maíz para la chicha de jora.	S
<i>Astragalus garbancillo</i>	Garbancillo	Fabaceae	La planta es tóxica para el ganado ovino.	S
<i>Austrocylindropuntia floccosa</i>	huagru casha, wacru wacru	Cactaceae	El fruto y el tallo para aliviar malestares del hígado. El fruto para comer y preparar jugos.	S
<i>Austrocylindropuntia subulata</i>	Hualanca	Cactaceae	La savia del tallo para curar la gastritis. El tallo como cerco vivo y la flor es decorativa.	S
<i>Baccharis genistelloides</i>	ucllo, carqueja	Asteraceae	El tallo como forraje. La cocción del tallo para aliviar el reumatismo.	S
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Asteraceae	El cocimiento de tallos y hojas para cicatrizar heridas externas e internas, desinflamar golpes y expulsar la placenta de las vacas. Las ramas en infusión se toma para combatir el frío.	S
<i>Beta vulgaris</i>	Acelga	Amaranthaceae	La planta cocida o en fresco para limpiar el hígado, riñones, vejiga, y la artritis. También se toma como emoliente.	C
<i>Bidens pilosa</i>	amor seco	Asteraceae	Las hojas en infusión para las anginas y las aftas. La planta en cocimiento para desinflamar los riñones y el hígado.	S
<i>Brassica rapa subsp. campestris</i>	Jitcka	Brassicaceae	Las hojas y la flor para sopas y ensaladas.	S
<i>Caiophora cirsiifolia</i>	ortiga, charqui, chanca	Loasaceae	Las hojas y raíces licuadas para la tos y gripe.	S
<i>Cantua buxifolia</i>	Cantuta	Polemoniaceae	Ornamental.	S
<i>Chuquiraga spinosa</i>	quincha, huamanpinta	Asteraceae	El cocimiento de las ramas se toma para desinflamar la próstata, ovarios, para curar la gastritis y el susto. El tallo para leña.	S
<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	Apiaceae	Las hojas en cataplasma para aliviar dolores de los pies. Tóxico para caballos, asnos y vacas.	S

(Continuación ...)

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	USO / CONOCIMIENTO TRADICIONAL	ESTADO
<i>Dunalia spinosa</i>	turu	Solanaceae	Las hojas para el susto. La planta como cerco vivo.	S
<i>Dysphania ambrosioides</i>	paico	Amaranthaceae	La planta en infusión para la indigestión, cólicos menstruales y eliminar parásitos intestinales.	C
<i>Echinopsis peruviana</i>	ullu	Cactaceae	El fruto para comer y las semillas se usan como la chía. La cáscara sin espinas para elaborar champú.	S
<i>Equisetum bogotense</i>	cola de caballo	Equisetaceae	La planta en cocimiento para desinflamar el hígado, riñones y vejiga. También para tratar úlceras, tuberculosis y artritis. Es diurética.	S
<i>Erodium cicutarium</i>	alfiler	Geraniaceae	El tallo y las hojas como emplasto en el estómago para tratar la gastritis.	S
<i>Eucalyptus globulus</i>	eucalipto	Myrtaceae	Las hojas en infusión para aliviar la tos y la bronquitis. El tallo para tablas, vigas y leña. Las flores en la producción de miel. Las hojas secas para el susto. La corteza del tallo en tintorería.	C
<i>Foeniculum vulgare</i>	hinojo	Apiaceae	La infusión de tallos y hojas para la digestión, apetito, regula la menstruación y el insomnio. Las hojas y flores se toman en infusión para el frío. Las ramas para preparar tortillas.	C
<i>Gentianella paludicola</i>	alicuya	Gentianaceae	El exudado de la flor para goma. Tóxico para los ovinos.	S
<i>Geranium cf. core-core</i>		Geraniaceae	Las hojas molidas se toman con agua para descensos vaginales.	S
<i>Hesperomeles cuneata</i>	uwa turu	Rosaceae	El fruto para comer. La planta como cerco vivo y para leña.	S
<i>Hordeum vulgare</i>	cebada	Poaceae	Los frutos como alimento. Secos y tostados como emoliente. La planta fresca como forraje.	S
<i>Jaltomata weberbaueri</i>	andavicu	Solanaceae	El fruto para comer. La planta en infusión, combinado con los “zapatitos” (<i>Calceolaria</i>), para la gripe.	S, C
<i>Juglans neotropica</i>	nogal	Juglandaceae	El tallo y las hojas para teñir de marrón (nogal): ponchos, chompas y otros tejidos de lana.	S
<i>Juncus balticus</i>	ichu	Juncaceae	El tallo y las hojas para techos de viviendas (chozas). El tallo como leña.	S
<i>Jungia schuerae</i>	matico serrano	Asteraceae	La infusión de las flores y hojas como digestiva, desinflamante de heridas y para baños de asiento.	S
<i>Luma apiculata</i>	arrayán, arreán	Myrtaceae	Las hojas en infusión para infecciones intestinales, pulmonares, bronquios y para el frío. Los frutos para preparar bebidas. La planta como cerco vivo y ornamental.	S, C
<i>Lupinus mutabilis</i>	chocho	Fabaceae	Las hojas para frotar el vientre antes de dar a luz. Las semillas bien lavadas y tostadas como aperitivo y cocidas para ensaladas y guisos.	C

(Continuación ...)

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	USO / CONOCIMIENTO TRADICIONAL	ESTADO
<i>Malva parviflora</i>	malva	Malvaceae	El cocimiento de la planta como cicatrizante de heridas y para picadura de insectos.	S
<i>Medicago sativa</i>	alfalfa	Fabaceae	Las ramas licuadas para tratar malestares renales, artritis, fortalecer el sistema inmunológico y el aparato digestivo. La planta como forraje para animales domésticos (vacas, cuyes, asnos, etc.).	C
<i>Mentha x piperita</i>	menta	Lamiaceae	La planta en infusión para la digestión. El emplasto de las ramas para tratar el tictic (verrugas).	S, C
<i>Minthostachys mollis</i>	muña	Lamiaceae	Las ramas y flores en infusión para la gastritis, dolor de estómago y eliminar parásitos. La planta fresca para el soroche, frío, mareos y mal del aire. También para preparar la pachamanca.	S, C
<i>Muehlenbeckia volcanica</i>	ticti ticti	Polygoniaceae	El cocimiento de la planta para aliviar la tos, dolor de estómago, desinflamar los riñones y para lavar las contusiones.	S
<i>Mutisia acuminata</i>	chinchas	Asteraceae	Las hojas en la preparación de locro de zapallo, sopa de piedra y como forraje para cuyes. Las ramas y las hojas en cocimiento para dolencias del hígado, riñones y como diurético.	S
<i>Oenothera rosea</i>	chupasangre	Onagraceae	La planta molida como emplasto para desinflamar hematomas (golpes). Las ramas y hojas en infusión como desinflamante en general.	S
<i>Otholobium pubescens</i>	culén	Fabaceae	La planta en infusión para el dolor de estómago, eliminar parásitos, lavar heridas y para el estómago hinchado por el frío.	S
<i>Paranephelium ovatus</i>	chicoria	Asteraceae	La raíz en cocción para limpiar el estómago.	S
<i>Passiflora peduncularis</i>	poroqshuhay	Passifloraceae	El fruto para comer. Las flores y los frutos en la preparación de sopas.	S
<i>Passiflora trifoliata</i>	tumbo	Passifloraceae	La flor en infusión para la tos, insomnio y cálculos renales. El fruto para refrescos.	S, C
<i>Peperomia galioides</i>	congona	Piperaceae	El tallo y las hojas en emplasto para heridas externas, y en gárgaras para las amígdalitis. Las hojas en infusión para el frío.	S, C
<i>Perezia multiflora</i>	escorzonera	Asteraceae	Las hojas e inflorescencias en infusión para la tos, gripe y bronquitis.	S, C
<i>Petroselinum crispus</i>	perejil	Apiaceae	Las hojas en infusión para insuficiencia renal, presión alta y en cataplasma para picaduras de arañas y avispa. Las hojas frescas en sopas y ensaladas.	C
<i>Physalis peruviana</i>	capulí, aguaymanto	Solanaceae	Se come el fruto para tratar la gastritis y la anemia.	C
<i>Plantago australis</i>	llantén hembra	Plantaginaceae	Las hojas en infusión para desinflamar heridas.	C

(Continuación ...)

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	USO / CONOCIMIENTO TRADICIONAL	ESTADO
<i>Plantago lanceolata</i>	llantén macho	Plantaginaceae	La planta en infusión como desinflamante de los riñones y para el lavado de heridas como cicatrizante.	S
<i>Polylepis microphylla</i>	quinual, queñoa	Rosaceae	El tallo para vigas, leña y elaborar cucharones, tazones y mazos. Las hojas frescas y molidas en la preparación de la ocopa.	S, C
<i>Pseudognaphalium lacteum</i>	wira wira, gola gola	Asteraceae	La planta en frotación para el resfrío, gripe y dolor muscular. Las hojas trituradas para preparar bebidas como el calentito.	S
<i>Rumex obtusifolius</i>	acelga	Polygoniaceae	Con las hojas se prepara sopas, cremas y ensaladas. También sirven como forraje y sancochadas como alimento para humanos.	S
<i>Ruta graveolens</i>	ruda	Rutaceae	El tallo y las hojas en infusión para el escorbuto y acelera la menstruación. La planta para baños de florecimiento, mal del aire y la buena suerte.	C
<i>Salvia oppositiflora</i>	salvia	Lamiaceae	La planta en infusión para la tos.	S
<i>Salvia sagittata</i>	salvia	Lamiaceae	La planta en infusión o cocimiento para controlar los bochornos durante la menopausia. También como tintórea para teñir de amarillo.	S
<i>Sambucus peruviana</i>	rayán	Adoxaceae	Las hojas en frotaciones para aliviar calambres. El tallo para leña. Los frutos para mermelada.	S
<i>Schinus molle</i>	molle	Anacardiaceae	Las hojas y las flores para frotaciones musculares, como repelente, dolor de cabeza y dolor de cintura por el frío. El tallo para leña. Los frutos para chicha. La planta como tintórea.	S
<i>Siphocampylus tupaeformis</i>	shugumpe	Campanulaceae	La planta preparada con “escorzonera” (<i>Perezia multiflora</i>) y “ortiga roja” (<i>Caiophora cirsiifolia</i>), para la tos y los bronquios.	S
<i>Solanum tuberosum</i>	papa	Solanaceae	El tubérculo como alimento y medicinal. Las cáscaras y residuos del tubérculo como alimento para animales.	C
<i>Spartium junceum</i>	retama	Fabaceae	Las hojas y flores en emplasto para dolores de cabeza y reumáticos. También para tratar el susto.	C
<i>Tagetes elliptica</i>	chincho	Asteraceae	Las hojas en infusión para cólicos. El tallo molido en la preparación de la pachamanca, ají y guisos.	C
<i>Tara spinosa</i>	tara	Fabaceae	El cocimiento de los frutos para desinflamar las amígdalas y en tintorería.	S
<i>Taraxacum officinale</i>	diente de león	Asteraceae	El extracto de las hojas para inflamaciones renales y del hígado. Las hojas en ensaladas y alimento para cuyes.	S
<i>Tecoma stans</i> subsp. <i>sambucifolia</i>	huaranga	Bignoniaceae	El tallo para leña, hacer kullaka (hilar) y orquetas.	S

(Continuación ...)

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	USO / CONOCIMIENTO TRADICIONAL	ESTADO
<i>Triticum aestivum</i>	trigo	Poaceae	El fruto para preparar guisos y sopas y en la elaboración de harinas para bollos y sangos.	C
<i>Vasconcellea candicans</i>	mitu	Caricaceae	El fruto para comer. El látex para el dolor de espaldas.	S
<i>Vasconcellea pubescens</i>	papaya silvestre	Caricaceae	El fruto para comer.	S
<i>Verbena litoralis</i>	verbena	Verbenaceae	La planta en cocimiento para bañar a los bebés con sarpullido, para desinflamar el hígado y los riñones y para el dolor de muelas.	C
<i>Werneria nubigena</i>	calhua calhua	Asteraceae	Las ramas molidas como antídoto para los ovinos que han comido "garbancillo" (<i>Astragalus</i>).	S
<i>Zea mays</i>	maíz	Poaceae	El fruto para cancha, mote, harina y preparar jora para la chicha. La planta como forraje.	C

Estado: S = silvestre; C = cultivada

Anexo 3. Índices de Diversidad Shannon-Weaver (H'), Dominancia de Simpson (D_{si}) y Equitabilidad de Pielou (J'). Cajatambo para el periodo 2015-2016.

Transecto	Abr-15			Set-15			Abr-16			Set-16		
	H'	D_{si}	J'	H'	D_{si}	J'	H'	D_{si}	J'	H'	D_{si}	J'
A1	2.1170176	0.2023	0.8218	0.8401	0.5715	0.4689	1.672	0.2161	0.7261	0.8088	0.5011	0.5026
A2	1.8577352	0.2187	0.798	1.686	0.2195	0.8106	1.558	0.2897	0.7491	1.435	0.2859	0.69
A3	1.808	0.2176	0.823	1.487	0.3057	0.677	1.145	0.4545	0.5507	1.083	0.4715	0.6726
A4	sd	Sd	sd	1.44	0.3257	0.6555	1.491	0.2746	0.7665	1.744	0.2031	0.7275
A5	1.552828	0.3319	0.6662	1.35	0.3512	0.6937	1.559	0.2502	0.8009	0	0	0
A6	sd	Sd	sd	1.74	0.2231	0.8367	2.68	0.09183	0.8571	2.065	0.1531	0.8312
A7	1.3480728	0.4096	0.6702	0.965	0.5122	0.5996	1.467	0.3997	0.6119	0.854	0.5877	0.5306
A8	1.956	0.2041	0.6604	1.93	0.2016	0.6962	1.969	0.2037	0.6812	1.667	0.293	0.6951
A10	sd	Sd	sd	1.48	0.2619	0.6737	0.8419	0.5651	0.4049	1.458	0.2567	0.814
A11	sd	Sd	sd	2.417	0.1145	0.807	2.321	0.175	0.7508	1.915	0.1795	0.7706
A12	sd	Sd	sd	1.605	0.3108	0.6257	1.87	0.1771	0.8991	0.1211	0.9491	0.1747
A13	sd	Sd	sd	2.066	0.1792	0.8055	1.097	0.4831	0.5277	1.86	0.1978	0.7757
A14	sd	Sd	sd	0.5374	0.7489	0.3876	0.9301	0.4717	0.5191	0.1972	0.9208	0.1795
Beu1	2.7246064	0.1136	0.8793	1.881	0.1643	0.9047	1.936	0.22	0.7149	1.112	0.4515	0.5713
Beu2	sd	Sd	sd	0.8638	0.5771	0.4154	1.209	0.4944	0.5042	0.6653	0.5356	0.6056
Bpoly1	2.124	0.1886	0.7089	2.078	0.1646	0.7334	0.9099	0.632	0.3794	2.035	0.1464	0.8487
M1	2.0469112	0.2116	0.7628	0.681	0.5121	0.9824	1.664	0.2416	0.694	1.048	0.4346	0.6509
M2	2.0057376	0.2136	0.8154	0.6788	0.5143	0.9793	1.832	0.1929	0.834	1.079	0.4632	0.5547
M3	sd	Sd	sd	sd	Sd	sd	2.759	0.09188	0.8113	1.389	0.2854	0.7749
M4	2.616	0.1251	0.7482	2.161	0.1436	0.798	2.741	0.08311	0.8626	1.999	0.1999	0.7574
M5	2.817	0.0839	0.8128	1.674	0.2027	0.8605	2.85	0.07485	0.8464	1.603	0.2874	0.7296
M6	2.8025024	0.1025	0.8676	1.085	0.4776	0.5577	2.235	0.1452	0.7461	1.661	0.2687	0.6927
M7	2.0981	0.1896	0.8144	1.497	0.2992	0.7201	2.27	0.1381	0.7855	1.284	0.4295	0.5575
M8	2.565	0.1055	0.8164	1.501	0.2702	0.652	2.279	0.1434	0.774	1.326	0.3526	0.7398
M9	sd	Sd	sd	1.951	0.1861	0.8135	2.106	0.1481	0.8209	1.364	0.2807	0.8474
M10	3.088492	0.07965	0.9083	1.547	0.3344	0.6451	2.259	0.1466	0.7672	0.943	0.5424	0.5861

(Continuación ...)

Transecto	Abr-15			Set-15			Abr-16			Set-16		
	H'	Dsi	J'	H'	Dsi	J'	H'	Dsi	J'	H'	Dsi	J'
M11	2.564	0.1223	0.7615	2.44	0.1145	0.7782	2.434	0.1465	0.747	1.095	0.5067	0.5267
M12	2.1637552	0.1889	0.84	0.083	0.9682	0.1194	1.956	0.2203	0.7411	0.665	0.6757	0.4798
P1	2.681	0.08516	0.8437	1.68	0.2414	0.7006	2.102	0.163	0.7582	1.393	0.3511	0.7158
P2	1.898	0.2886	0.558	2.438	0.1197	0.8006	2.611	0.09865	0.8111	1.782	0.2029	0.857
P3	2.539	0.1146	0.7988	1.599	0.321	0.6944	1.998	0.1756	0.7789	1.487	0.2893	0.715
P4	2.533	0.1122	0.7869	1.868	0.2127	0.7079	2.199	0.1548	0.7763	2.101	0.1389	0.876
P5	2.95	0.07236	0.8673	2.001	0.2195	0.7584	2.418	0.1201	0.7941	1.772	0.2637	0.7388
P6	2.841	0.1019	0.7811	1.668	0.272	0.6713	1.429	0.359	0.5958	1.513	0.2806	0.7276
P7	sd	Sd	sd	0.904	0.4694	0.6522	1.705	0.241	0.6648	1.132	0.377	0.5815
P8	sd	Sd	sd	1.71	0.2389	0.7425	1.146	0.4895	0.5216	1.038	0.4353	0.5795
C1	1.8154488	0.2852	0.704	0.284	0.849	0.4101	1.966	0.1691	0.7913	0.061	0.9779	0.08862
C2	2.221	0.1448	0.7414	2.04	0.1612	0.7953	1.425	0.3215	0.6487	0.379	0.8216	0.3451
C3	sd	Sd	sd	1.503	0.2603	0.723	2.413	0.1129	0.8196	1.299	0.3435	0.5911
B1	2.379	0.1199	0.8231	1.97	0.1615	0.8966	2.046	0.2091	0.7556	1.192	0.3998	0.6654
B2	1.99	0.194	0.7348	1.242	0.3815	0.5972	1.528	0.2667	0.6953	1.417	0.3452	0.7282
G1	2.079	0.1421	0.9031	0.949	0.441	0.8638	0.962	0.4099	0.8756	1.627	0.2236	0.9078
G2	2.377	0.1124	0.8573	2.193	0.1612	0.7909	2.015	0.1705	0.8109	1.441	0.3354	0.6931
J1	1.269	0.4793	0.4949	1.077	0.5101	0.5179	0.833	0.5695	0.4648	1.365	0.3209	0.7015

sd = sin dato

Anexo 4. Especies forrajeras presentes en Cajatambo clasificadas en poco deseables (PD), deseables (D) y muy deseables (MD) para el periodo 2015-2016.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	PD	D	MD
<i>Aciachne pulvinata</i>	paqu paqu	Poaceae	X		
<i>Agrostis breviculmis</i>		Poaceae			X
<i>Agrostis toluensis</i>	crepillo grande	Poaceae	X	X	
<i>Bidens andicola</i>	q'uello t'ika	Asteraceae	X	X	
<i>Bidens pilosa</i>		Asteraceae	X		
<i>Bouteloua simplex</i>	cola de zorro	Poaceae	X		
<i>Brassica rapa ssp. campestris</i>	nabo	Brassicaceae	X		
<i>Bromus catharticus</i>	cebadilla	Poaceae		X	
<i>Calamagrostis eminens</i>	sora	Poaceae	X	X	X
<i>Calamagrostis heterophylla</i>	mula pasto	Poaceae		X	
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	crepillo	Poaceae	X	X	X
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	bolsa de pastor	Brassicaceae	X		
<i>Cenchrus clandestinus</i>	kikuyo	Poaceae		X	
<i>Dactylis glomerata</i>		Poaceae		X	
<i>Daucus montanus</i>	alosema	Apiaceae	X		
<i>Distichia muscoides</i>	tototilla	Juncaceae	X	X	X
<i>Ephedra americana</i>	pinco pinco	Ephedraceae	X		
<i>Eragrostis nigricans</i>		Poaceae	X		
<i>Festuca dolichophylla</i>	chilliwa	Poaceae	X	X	X
<i>Geranium sessiliflorum</i>	ojotilla	Geraniaceae	X	X	
<i>Hypochaeris taraxicoides</i>	miski pilli	Asteraceae	X	X	
<i>Juncus balticus</i>	junco	Juncaceae		X	
<i>Lachemilla diplophylla</i>		Rosaceae		X	X
<i>Lachemilla pinnata</i>	sillu sillu	Rosaceae	X	X	X
<i>Lepechinia meyenii</i>	salvia	Lamiaceae	X		
<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	janucara	Brassicaceae	X		
<i>Lepidium chichicara</i>	chichicara	Brassicaceae	X		
<i>Lupinus microphyllus</i>	q'era	Fabaceae	X		
<i>Luzula racemosa</i>	junquillo	Juncaceae		X	X
<i>Mimulus glabratus</i>	berro	Phrymaceae		X	X
<i>Minthostachys spicata</i>		Lamiaceae	X		
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	ñapa pasto	Poaceae	X	X	X
<i>Nassella asplundii</i>		Poaceae		X	
<i>Nassella pubiflora</i>	llama pasto	Poaceae		X	
<i>Oenothera multicaulis</i>		Onagraceae			X
<i>Paronychia andina</i>	wari ñuñu	Caryophyllaceae	X		X
<i>Perezia coerulescens</i>	sutuma	Asteraceae	X		X
<i>Plantago australis</i>		Plantaginaceae		X	
<i>Plantago linearis</i>		Plantaginaceae	X		

(Continuación ...)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	PD	D	MD
<i>Poa annua</i>	ccachu	Poaceae		X	X
<i>Poa fibrifera</i>		Poaceae		X	
<i>Poa horridula</i>	koña pasto	Poaceae	X	X	X
<i>Polypogon interruptus</i>		Poaceae		X	
<i>Pseudognaphalium lacteum</i>		Asteraceae			X
<i>Ranunculus praemorsus</i>	waranisa	Ranunculaceae	X		
<i>Senecio rhizomatus</i>		Asteraceae			X
<i>Sonchus oleraceus</i>	kanacho	Asteraceae		X	
<i>Sporobolus cf. indicus</i>		Poaceae		X	
<i>Tarasa cerratei</i>	qora	Malvaceae	X		
<i>Trifolium repens</i>	trébol blanco	Fabaceae		X	
<i>Verbena litoralis</i>	verbena	Verbenaceae	X		
<i>Vicia andicola</i>		Fabaceae		X	
<i>Vulpia australis</i>		Poaceae		X	
<i>Vulpia myuros</i>	pajonal	Poaceae	X	X	
<i>Werneria nubigena</i>	pilli rosado	Asteraceae		X	
<i>Werneria villosa</i>		Asteraceae		X	