

Diversidad vegetal del sistema agrario del distrito de Cajatambo, Lima: ecosistemas agricultura y matorral

Plant diversity of the agrarian system of the district of Cajatambo, Lima: agriculture and scrub ecosystems

Aldo Ceroni Stuva

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

Viviana Castro Cepero

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. PERÚ
Herbario Augusto Weberbauer MOL del Departamento Académico de
Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina.
Av. La Universidad s/n, La Molina, Lima, Perú. Teléfonos: 349 6015 / 614
7800 Anexo 274
vcastro@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-8747-2665>

Resumen

Se realizó un estudio de diversidad vegetal en el distrito de Cajatambo con énfasis en los ecosistemas agricultura y matorral. Los registros fueron hechos durante los años 2015 y 2016 mediante 44 transectos de 30 metros, en 9 formaciones vegetales. La diversidad alfa 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. Los resultados sugieren que un factor importante para este comportamiento es el grado de intervención humana. La diversidad beta mostró dos grandes grupos separados por la altitud: uno con zonas agrícolas y matorrales y otro con ecosistemas altoandinos. Tanto en las zonas agrícolas como en los matorrales se encontró que solo en las épocas secas de cada año algunos transectos vuelven a ser bastante similares (en más de un 80%), aunque otros con menor grado de similitud (62%). La presencia y persistencia de especies durante ambas temporadas secas como *Trifolium repens*, *Rumex obtusifolius*, *Plantago lanceolata*, *Medicago sativa*, *Medicago polymorpha* y *Taraxacum officinale* en las zonas agrícolas, así como *Minthostachys mollis*, *Ophryosporus peruvianus*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Ribes viscosum*, *Acaena torilicarpa*, *Mutisia acuminata* y *Muehlenbeckia volcanica* en los matorrales, tiene una gran importancia no solo en la dinámica, sino también en el manejo del sistema por cuanto incluye especies que son utilizadas por los pobladores de Cajatambo.

Palabras clave: Diversidad vegetal, formación vegetal, cobertura vegetal, diversidad alfa, diversidad beta.

Abstract

A plant diversity study was conducted in the district of Cajatambo with emphasis on the agricultural and shrubland ecosystems. The records were made during 2015 and 2016 using 44 transects of 30 meters, in 9 plant formations. The alpha diversity in agricultural areas such as Parientana, Urpaycocha and Tizapampa grass were highly variable over time, but with low plant diversity, while the scrublands near the quarry and mine and the grasslands of Tocanca and road to Viconga were less variable and with higher diversity. The results suggest that an important factor for this behavior is the degree of human intervention. Beta diversity showed two large groups separated by altitude: one with agricultural zones and scrublands and the other with high Andean ecosystems. Both the agricultural zones and the scrublands showed that only in the dry periods of each year were some transects again quite similar (more than 80%), although others were less similar (62%). The presence and persistence of species during both dry seasons such as *Trifolium repens*, *Rumex obtusifolius*, *Plantago lanceolata*, *Medicago sativa*, *Medicago polymorpha* and *Taraxacum officinale* in the agricultural areas, as well as *Minthostachys mollis*, *Ophryosporus peruvianus*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Ribes viscosum*, *Acaena torilicarpa*, *Mutisia acuminata* and *Muehlenbeckia volcanica* in the scrublands, is of great importance not only in the dynamics, but also in the management of the system because it includes species that are used by the inhabitants of Cajatambo.

Keywords: Plant diversity, plant formation, plant cover, alpha diversity, beta diversity.

Citación: Ceroni, A. & V. Castro. 2022. Diversidad vegetal del sistema agrario del distrito de Cajatambo, Lima: ecosistemas agricultura y matorral. *Arnaldoa* 29(1): 31-48 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29102>

Introducción

En los sistemas agrícolas complejos, las interacciones ecológicas y la sinergia entre sus componentes proporcionan al agroecosistema una resiliencia tal que lo hace capaz de producir alimentos aun después de sufrir perturbaciones ambientales, sociales y económicas (Nicholls & Altieri 2012). Según Sans (2007) la complejidad y estabilidad de los sistemas agrícolas se basa en su diversidad. En ese sentido, la diversidad proporciona al ecosistema una potencialidad para una mayor variedad de respuestas que le permita enfrentar a las perturbaciones (Margalef, 1980).

Asimismo, la biodiversidad es la base de mecanismos de producción y sostenibilidad de los sistemas agrícolas, es un indicador de su deterioro y un recurso fundamental para asegurar el suministro de alimentos del mundo, la supervivencia de los cultivos y los paisajes agrícolas y proporcionar seguridad alimentaria para la población humana (Yong, 2010). Los estudios de diversidad permiten saber cuán heterogéneo puede ser un lugar, pero además, permiten determinar la distribución espacial de las poblaciones, curvas de acumulación de familias y especies, índices de constancia de las familias, si los métodos empleados y el esfuerzo de muestreo realizado son suficientes para registrar los taxas representativos, proporciona criterios y argumentos para trabajos de conservación y estudios de dinámica en los ecosistemas y determinar posibles bioindicadores de la sucesión vegetal (Iannacone & Alvariño, 2006; Alarcón & Iannacone, 2014; Chambi, 2017; Alarcón et al., 2018). 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). Estudios de florística realizados en el lugar

han reportado un total de 355 especies, 211 géneros y 64 familias, considerándose una riqueza de especies importante en relación a otras regiones cercanas de Ancash y Lima (Ceroni & Vilcapoma, 2020). En cuanto a la dinámica y relación entre los ecosistemas de agricultura y matorral en este distrito, según Arnao (2017) citado por Ceroni (2021), tanto el matorral como los campos agrícolas tienen una tendencia a disminuir su cobertura, siendo el factor principal, en el segundo caso, el abandono de los campos de cultivo por la población rural, abandono que también ha dado un cambio hacia la matorralización. Arévalo (2019) en un estudio preliminar sobre el banco de semillas en los ecosistemas matorral y agricultura en Cajatambo, encontró que la distribución de las semillas fue indiferente al tipo de formación vegetal, es decir que semillas consideradas de agricultura se hallaron en matorrales, lo cual pudo deberse, por un lado a la propagación por zoocoria, debido a las actividades pecuarias, por cercanía de las zonas de agricultura a los matorrales, y porque al parecer existe una relación de fuente/sumidero entre las zonas de agricultura y los matorrales. Además, en Cajatambo muchos de los matorrales son campos de cultivos en descanso. Asimismo, Ceroni (2021) destaca el proceso de matorralización para Catatambo, en donde las especies más importantes en este cambio de zonas agrícolas a matorral serían *Cenchrus clandestinus*, *Plantago lanceolata*, *Medicago polymorpha*, *Ophryosporus peruvianus*, *Austrocylindropuntia subulata* y *Minthostachys mollis*. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar la diversidad vegetal en el mosaico de parches en el distrito de Cajatambo con énfasis en los ecosistemas agricultura y matorral dada la importancia de ellos en las actividades agropecuarias.

Materiales y Métodos

Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada en el Distrito de Cajatambo, en la provincia del mismo nombre, al NE del Departamento de Lima / Perú, en la parte occidental de la cordillera andina, a 10° 28' 16.65" LS y 76° 59' 35.91" LO, limitada por los departamentos de Ancash, Huánuco y Pasco (Figura 1), a una elevación de entre los 2 600 y 4 800 msnm. La capital, Cajatambo, se encuentra a 3 376 msnm (Quinteros, 2009). Según datos de precipitación (mm) de la Estación Meteorológica Convencional de Cajatambo, para el periodo 2015 - 2016, los meses de lluvia se concentraron entre diciembre y abril, con valores máximos alcanzados en febrero; los meses secos fueron entre junio y agosto. La precipitación para 2015 fue de 560 mm y 317 mm para 2016 (Castro, 2019).

Evaluación de la diversidad vegetal

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

Estimación de la cobertura vegetal

El valor de importancia para las plantas fue la cobertura vegetal estimada por proyección ortogonal (CVPO) mediante unidades muestrales lineales (Matteucci & Colma, 1982), en un transecto de 30 m de longitud por 20 cm de ancho. Esta técnica consistió en extender una línea de longitud

(L) y medir la longitud (l_i) interceptada por cada especie. La cobertura de la especie i fue calculada mediante la siguiente fórmula:

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

Análisis de la diversidad vegetal

Para medir la diversidad local (diversidad alfa) se utilizó el índice de Shannon-Weaver (H') a partir de la cobertura vegetal por especie. El índice fue calculado mediante la siguiente fórmula:

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

donde: p_i = cobertura porcentual de la especie i

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

Resultados y discusión

Diversidad alfa

La diversidad en los transectos 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 las zonas agrícolas de 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 2). 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). Estos resultados sugieren que un factor importante para este comportamiento es 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. Según Pickett & White (1985) citado por Castro (2010) las actividades antrópicas generan perturbaciones que se efectúan 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. La equidad fue mayor en conjunto para abril del 2015 y 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 constante con la dominancia de

Juncus balticus “junco”, mientras que la zona agrícola de Cruzjirca (A7) se mantuvo la dominancia de *Cenchrus clandestinus* “kikuyo” en ambos años. Asimismo, solo en la época seca se encontró una dominancia que se repite en algunas zonas agrícolas como en Parientana (A 1) 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* (Tabla 2). 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*.

Diversidad beta

La similitud entre los transectos evaluados muestra en primer lugar, en un sentido global, mediante un análisis de cluster basado en la composición de especies, dos grandes grupos separados por la altitud: a la izquierda el conformado por zonas agrícolas y matorrales, de altitudes medias, y a la derecha el conformado por la puna y ecosistemas altoandinos similares, a mayor altitud (Figura 3). 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 difusos. 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 mu-

chos casos los campos de cultivo abandonados por diversas razones tienden a formar matorrales (Arnao, 2017; Arévalo, 2019), 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* (Ceroni, 2021). 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 (Figura 4). 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 (Figura 5). 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 (Figura 6). Es el caso de los transectos cerca de la cantera (M4) y cerca de la mina (M5), de Cotapara-

co (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. Para el caso de Cotaparaco y camino a Rancas, la especie *Autrocylindropuntia subulata* “hualanca” y especies pertenecientes a la familia Poaceae determinarían esta similitud para el 2015, mientras que para el 2016 no existen 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 (Figura 7). Según Margalef (2002) más importante que realizar mediciones puntuales de diversidad, es entender la variación de la diversidad a lo largo del espacio o tiempo evaluado. Koleff *et al.* (2003), citado por Aponte (2017) menciona que los estimadores beta presentan una valoración de mayor escala que la alfa, siendo los más apropiados para caracterizar una localidad o una región. El mismo autor sugiere que la diversidad beta no debería dejar de cuantificarse en las evaluaciones de impacto ambiental o de monitoreo de la diversidad vegetal. Para Yaranga *et al.* (2018) la diversidad beta también es importante en las actividades de mejoramiento de pastizales siendo estos más factibles en espacios compartidos por pajonales similares. En ese sentido, el análisis de la diversidad beta

para Cajatambo es muy útil pues representa la variancia de la diversidad vegetal y permite comparar sitios descritos por la diversidad alfa. Toda esta información, como se menciona más adelante, también tiene una gran implicancia en la gestión de los recursos vegetales.

Implicancias en la gestión de los recursos vegetales

La agricultura tradicional se basa en el conocimiento acumulado durante generaciones, extraído de la experimentación de los agricultores. La diversidad agrícola aún existe en los sistemas agrícolas tradicionales y contribuye decisivamente a su sostenibilidad, asegurando un uso más eficiente de los recursos locales y reduciendo la dependencia de otros insumos externos, al tiempo que se conservan los recursos biológicos y se mitigan los riesgos. En los sistemas agrícolas tradicionales, la prevalencia de sistemas de cultivo diversos y complejos es de suma importancia para los agricultores, ya que las interacciones entre los cultivos, el ganado y las plantas crean sinergias, lo que permite que los sistemas agrícolas aseguren su propia fertilidad, control de plagas y productividad. Para Cajatambo, la presencia y persistencia de especies durante ambas temporadas secas como *T. repens* “trébol blanco”, *R. obtusifolius* “acelga”, *P. lanceolata* “llantén macho”, *M. sativa* “alfalfa” y en menor grado *M. polymorpha* “carretilla” y *T. officinale* “diente de león” en las zonas agrícolas, así como *M. mollis* “muña” y *O. peruvianus* “mala mujer” como las más importantes, seguidas de *A. subulata* “hualanca”, *R. viscosum*, *A. torilicarpa*, *M. acuminata* “chinchas” y *M. volcanica* “ticti ticti” en los matorrales, tiene una gran importancia no solo en la dinámica, sino también en el manejo del sistema por cuanto incluye especies que son utilizadas por los pobladores de

Cajatambo como, *Austrocyllindropuntia subulata*, *Medicago sativa*, *Minthostachys mollis*, *Muehlenbeckia volcanica*, *Mutisia acuminata*, *Plantago lanceolata*, *Rumex obtusifolius*, *Taraxacum officinale* y *Trifolium repens*, entre otras (Benavides, 2019). 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. Alcanzar niveles aceptables de sustentabilidad agrícola implica una relación a largo plazo entre los seres humanos y la naturaleza, donde el sistema productivo sea capaz de permanecer en el tiempo ya que promueve la conservación de los recursos naturales, el capital social y generar ingresos económicos satisfactorios para la subsistencia de los mismos (Pinedo-Taco *et al.*, 2021). Así mismo, el manejo de los agroecosistemas

debe buscar hacer más eficiente el uso de los recursos como la diversidad vegetal, mediante su aumento en las escalas espacial y temporal. La presencia de ciertos niveles de vegetación espontánea dentro y fuera de las parcelas de cultivos, podría, por ejemplo, reducir la erosión, disminuir el lixiviado de nutrientes y generar un aumento en la eficiencia de la captación de la energía con lo que aumentaría la acumulación de carbono en el sistema (Sarandón, 2020).

Conclusiones

La diversidad vegetal local (alfa) en Cajatambo presenta variabilidad durante el período de evaluación (2015-2016) manteniéndose algunas localidades con baja diversidad y otras con mayor diversidad.

Las zonas que presentan mayor variación son también las de mayor intervención humana (zonas agrícolas, matorrales y césped) y las menos variables, más estables en el tiempo y con mayor diversidad, son las zonas más silvestres.

Cenchrus clandestinus se presentó como la especie dominante más veces en diferentes transectos durante los dos años, tanto en zonas agrícolas como en matorrales.

La similitud espacial entre los transectos evaluados (diversidad beta) muestra a nivel global dos grupos separados por la altitud: zonas agrícolas y matorrales (altitudes medias), y puna y ecosistemas altoandinos similares (mayor altitud).

La similitud temporal muestra que solo en las épocas secas (setiembre) de cada año, algunos transectos vuelven a ser bastante similares (en más de un 80%) y otros con menor grado de similitud (62%), siendo las especies más importantes que determinan esta similitud *Trifolium repens*, *Rumex obtusifolius*, *Plantago lanceolata*, *Medicago* y *Taraxacum officinale* para las zonas agrícolas,

y *Minthostachys mollis*, *Lupinus* aff. *ballianus*, *Autrocyliindropuntia subulata* y *Ophryosporus peruvianus* para los matorrales.

La presencia y persistencia de ciertas especies durante ambas temporadas secas tiene una gran importancia en el manejo del sistema agrario de Cajatambo por cuanto incluye especies que son utilizadas por los pobladores, como *Autrocyliindropuntia subulata*, *Medicago sativa*, *Minthostachys mollis*, *Muehlenbeckia volcanica*, *Mutisia acuminata*, *Plantago lanceolata*, *Rumex obtusifolius*, *Taraxacum officinale* y *Trifolium repens*.

Agradecimientos

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

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los Autores

A.C.S: Redacción del texto, metodología de registro de la cobertura, ejecución del trabajo de campo, análisis de datos, revisión de herbario, registro fotográfico. V.C.C: Redacción del texto, metodología de registro de la cobertura, ejecución del trabajo de campo, registro fotográfico. Ambos revisaron y aprobaron el texto final.

Información de Financiamiento

El estudio se desarrolló dentro del marco del Proyecto: "Determinación

de criterios para el establecimiento de estándares de calidad ambiental para la diversidad biológica. Estudio de caso: Distrito de Cajatambo”, financiado por el Proyecto FINCYT de INV. APLICADA, con código PIAP-2-P-049-14, área de CIENCIAS NATURALES, de la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, registrado el 20/05/2014. Director del Proyecto FINCYT: Dr. Edgar Sánchez Infantas.

Literatura citada

- Alarcón G.; L. Alvariano & J. Iannacone.** 2018. Arañas (arachnida: araneae) asociadas a formaciones vegetales en el refugio de vida silvestre pantanos de Villa, Lima, Perú. *Biotempo* 15 (2): 201-214. DOI:10.31381/biotempo.v15i2.2059
- Alarcón G. & J. Iannacone.** 2014. Artropofauna terrestre asociada a formaciones vegetales en el refugio de vida silvestre pantanos de Villa, Lima, Perú. *The Biologist* 12 (2): 253-274. <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/354/305>
- Aponte, H.** 2017. Diversidad beta en los humedales costeros de Lima, Perú: estimación con índices de presencia/ausencia y sus implicancias en conservación. *The Biologist* 15 (1): 9-14. <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/134/126>
- Arévalo, M.** 2019. Expresión anual de la diversidad vegetal: banco de semillas de los ecosistemas matorral y agricultura del distrito de Cajatambo, Región Lima. Tesis para optar el título profesional de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. URL: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4233>
- 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. URL: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4234>
- 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. URL: <https://hdl.handle/20.500.12996/1662>
- Castro, V.** 2019. Floristic Composition and Diversity in Plots of Early Post-Agricultural Succession in Four Agroecosystems in the District of Cajatambo, Lima. *Peruvian Journal of Agronomy* 3(3): 134-143. DOI: <https://doi.org/10.21704/pja.v3i3.1207>
- Ceroni A. & G. Vilcapoma.** 2020. Composición florística y estado de conservación de plantas vasculares del distrito de Cajatambo. Lima. Perú. *Revista Ecología Aplicada* 19 (2): 133-146. DOI:10.21704/rea.v19i2.1564
- Ceroni, A.** 2021. Diversidad vegetal silvestre y cultivada y su aporte a la sustentabilidad del sistema agrario del distrito de Cajatambo, Lima. Tesis para optar el Grado de Doctor. Doctoris Philosophiae (Ph.D.). Universidad Nacional Agraria La Molina. URL: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4735>
- Chambi, B.** 2017. Diversidad y composición de pteridofitas en tres formaciones vegetales en el río Los Amigos, Madre de Dios, Amazonía sur peruana. *Revista Q'EUÑA* 8: 51-52. URL: <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RQ/article/view/100/82>
- Earls, J.** 2006. La agricultura andina ante una globalización en desplome. Primera Ed. Lima, Perú., Centro de Investigaciones Sociológicas, Económicas, Políticas y Antropológicas de la PUCP (CISEPA). 178 p. URL: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/131462/La%20agricultura%20andina%20ante%20una%20globalizaci%C3%B3n%20en%20desplome.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hammer, Ø.** 2011. Reference manual of PAST, Paleontological Statistics, version 2.09. Natural History Museum, University of Oslo. Norwegian. 214 p. URL: <https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/downloads/past4manual.pdf>
- Iannacone, J. & L. Alvariano.** 2006. Diversidad de la artropofauna terrestre en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada* 5(1,2): 171-174. DOI:10.21704/rea.v5i1-2.332
- Margalef, R.** 1980. La biósfera: entre la ternodinámica y el juego. Editorial Omega. Barcelona, ES. 236 p.
- Margalef, R.** 2002. Teoría de los sistemas ecológicos. Editorial Alfaomega. México D.F., MX. 290 p.
- Matteucci, S. & A. Colma.** 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie de Biología, monografía nro 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. URL: <https://aprobioma.files.wordpress.com/2011/03/>

- metod_para_el_estudio_de_la_vegetacion_archivo1.pdf
- Murra, J.** 1975. Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino. Instituto de Estudios Peruanos (IPE). Lima. PE. URL: https://www.academia.edu/33580573/John_Murra_1975_Formaciones_economicas_y_politicas_del_mundo_andino_pdf
- Nicholls C. & M. Altieri.** 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología* 6: 28-37. URL: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2016/01/modelos-ecologicos.pdf>
- 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. URL: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3912>
- Pinedo-Taco, R.; R. Borjas-Ventura; L. Alvarado-Huamán; V. Castro-Cepero & A. Julca-Otiniano.** 2021. Sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola: una revisión sistemática de las metodologías empleadas para su evaluación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 24: 1-16. URL: <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3292/1564>
- Quinteros, Y.** 2009. Etnobotánica y revaloración de los conocimientos tradicionales de la flora medicinal en Cajatambo, Lima. Tesis para optar el grado de Magister en Desarrollo Ambiental. Escuela de Graduados. Pontificia Universidad Católica del Perú. URL: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1580>
- Sans, F. X.** 2007. La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16 (1): 44-49. URL: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/137>
- Sarandón, S.** 2020. Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable. 1era Edición. Universidad Nacional de La Plata, ARG. 429 p. URL: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109141>
- 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.
- Yaranga, R.; M. Custodio; F. Chamané & R. Pantoja.** 2018. Diversidad florística de pastizales según formación vegetal en la sub-cuenca del río Shullcas, Junín, Perú. *Scientia Agropecuaria* 9 (4): 511-517. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2018.04.06

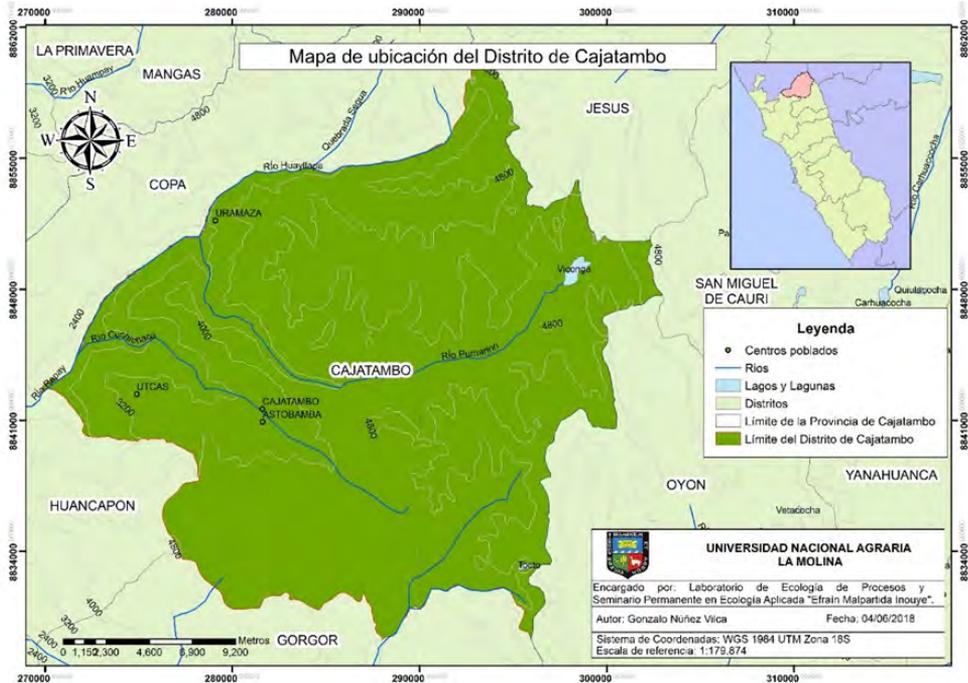


Fig. 1. Ubicación del Distrito de Cajatambo en la Región Lima, Perú.

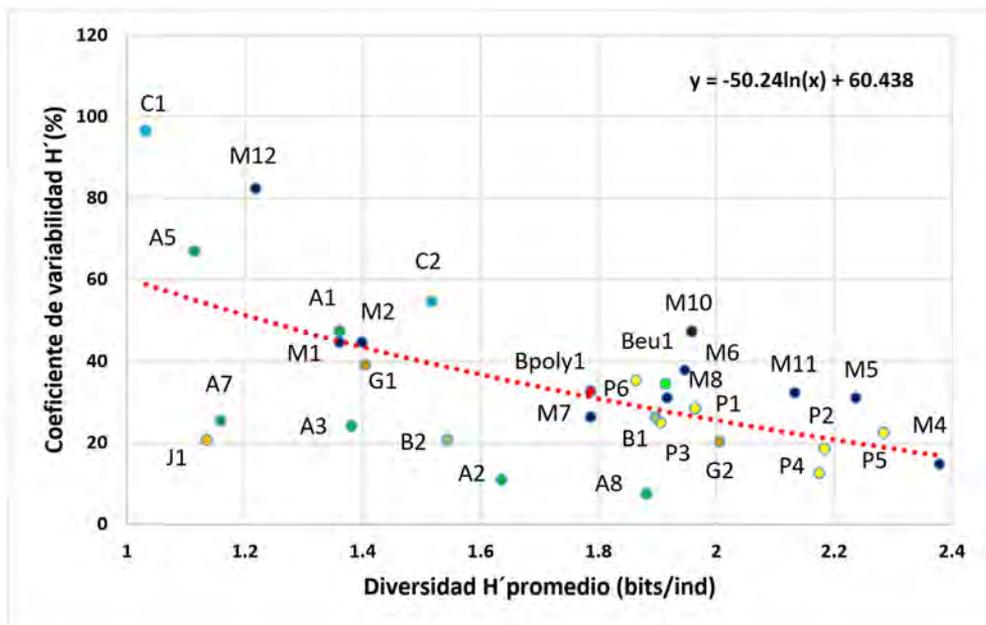


Fig. 2. Correlación coeficiente de variabilidad de la diversidad (H') - diversidad (H') promedio para el periodo 2015-2016.

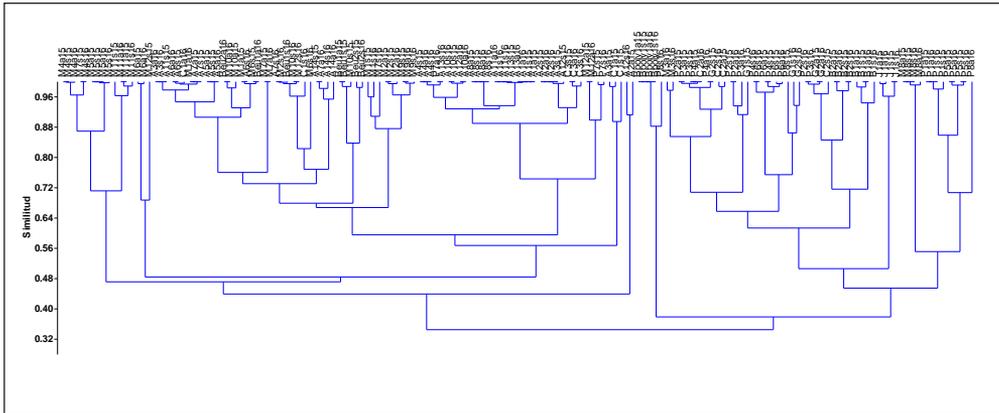


Fig. 3. Análisis de Cluster con la composición de especies para el periodo 2015-2016 (Índice de Raup-Crick).

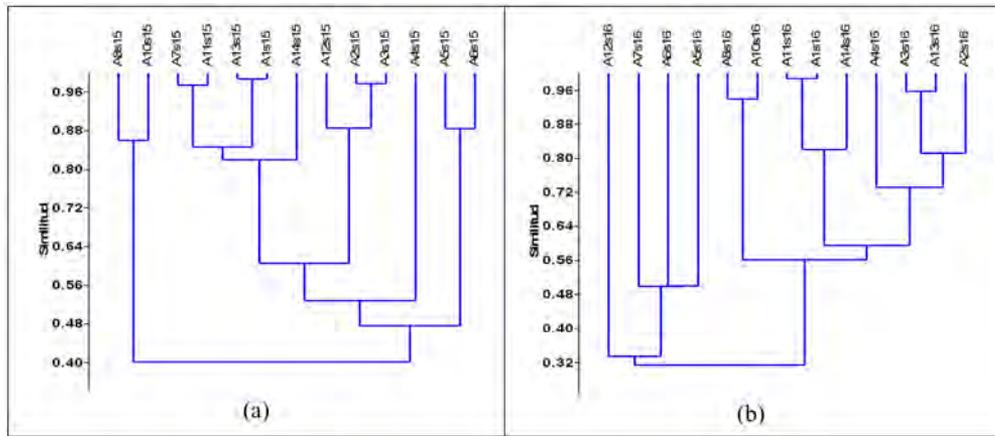


Fig. 4. Análisis de Cluster de cobertura vegetal (90%) para zonas agrícolas: a. Setiembre 2015 y b. Setiembre 2016 (Índice de Raup-Crick).



Fig. 5. Especies que determinan similitud en las zonas agrícolas: a. *Trifolium repens* “trébol blanco”; b. *Medicago sativa* “alfalfa”; c. *Rumex obtusifolius* “acelga”; d. *Taraxacum officinalis* “diente de león” y e. *Plantago lanceolata* “llantén macho”.

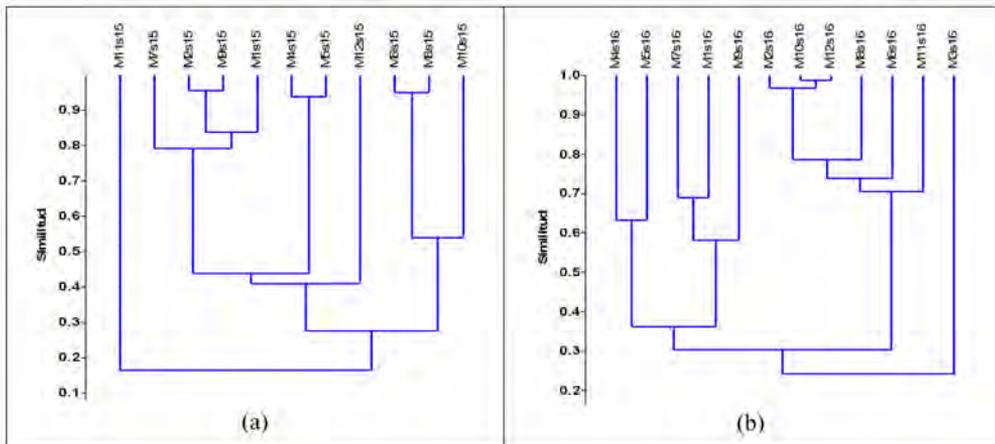


Fig. 6. Análisis de Cluster de cobertura vegetal (90%) para matorrales: a. Setiembre 2015 y b. Setiembre 2016 (Índice de Raup-Crick).



Fig. 7. Especies que determinan similitud en lo matorrales: a. *Minthostachys mollis* "muña"; b. *Lupinus* aff. *ballianus* "pushka"; c. *Ophryosporus peruvianus* "mala mujer" y d. *Autrocyllindropuntia subulata* "hualanca".

Tabla 1. Formaciones vegetales y transectos evaluados

Formación ve- getal	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	Ucupy	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

Tabla 2. Índices de Diversidad Shannon-Weaver (H'), Dominancia de Simpson (D_{si}) y Equitabilidad de Pielou (J') de los campos agrícolas y matorrales. Cajatambo. 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'	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				
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
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